



**FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİK KONUSUNDAKİ
METAFORLARI VE METAFORİK ALGILARI**

Havva Sibel Kurt

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MART, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden 2 yıl (24) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Havva Sibel

Soyadı : KURT

Bölümü : Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı

İmza :

Teslim Tarihi:

TEZİN

Türkçe Adı: Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Konusundaki Metaforları ve Metaforik Algıları

İngilizce Adı: Physics Teacher Candidates' Metaphors and Metaphorical Perceptions about Electricity.

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel etik ve 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: Havva Sibel KURT

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Havva Sibel KURT tarafından hazırlanan “Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Konusundaki Metaforları ve Metaforik Algıları” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fizik Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Musa SARI

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) 

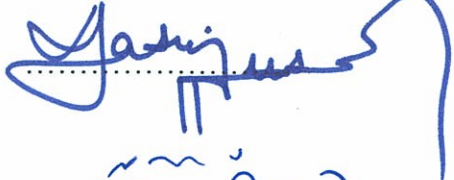
Başkan: Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi) 

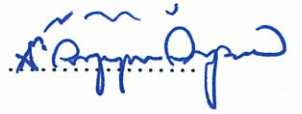
Üye: Prof. Dr. Şebnem KANDİL İNGEÇ

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) 

Üye: Prof. Dr. Yasin ÜNSAL

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) 

Üye: Prof. Dr. Özgür ÖZCAN

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi) 

Tez Savunma Tarihi: 05. 03. 2019

Bu tezin Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

.....

“Öğretmen sonsuzluğu etkiler ve etkisinin nerede nihayete ereceğini hiçbir zaman
kestiremez”

(Henry ADAMS; *Öğretmenim Mori'yle Salı Buluşmaları* adlı eserden)

Prof. Dr. Musa SARI'ya

Sevgi öğretmenlerim Anneme ve Babama...

TEŞEKKÜR

Bu Doktora araştırmasının gelişmesi ve olgunlaşmasının her basamağında, emekleri tartışılmaz düzeyde olan değerli hocalarım; başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Musa SARI olmak üzere,

Sayın Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN ve Sayın Prof. Dr. Şebnem Kandil İNGEÇ'e,

Araştırmanın yıllara dağılan her zorlu döneminde yanımda olan annem Döne KURT'a, annem kadar yakın destek olan ablam Selma KURT'a, İngilizce araştırmalarda ufkumu genişleten Ersel ERGÜNDÜZ'e, Ezgi KARATOPRAK'a, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen babam Mehmet KURT ve ağabeyim Sedat KURT'a,

Veri toplama aşamasında, birlikte çalışmaktan çok mutlu olduğum Gazi Üniversitesi Fizik Öğretmeni adaylarına, değerli arkadaşım Dr. Ebru SOLMAZ'a, bana her zaman ümit kaynağı olan arkadaşlarım Dr. Olcay ARMAĞAN'a ve Dr. Zeynep DOĞAN'a; grafiker arkadaşlarım Gamze ŞAHİN ve Toprak GÜNDOĞDU'ya ve istatistiksel çalışmalarında yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Adnan KAN'a ve değerli hocam Raif ULUSOY'a;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

FİZİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİK KONUSUNDAKİ METAFORLARI VE METAFORİK ALGILARI

(Doktora Tezi)

Havva Sibel Kurt

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mart 2019

ÖZ

Bu çalışma, fizik eğitiminde kullanılan metaforların teorik çerçevesi hakkında derinlemesine bilgi sunmayı amaçlayan nitel bir araştırmadır. Araştırmada, fizik eğitiminde kullanılan metaforların neler olduğuna ve işlevlerine, sınıflarına, eğitimsel yönüne, analogi ve modeller arasındaki farklara ve benzerliklere yer verilmiştir. Uygulama konusu olarak, elektrik konusu belirlenmiştir. Elektrik konusunda bulunan bazı metaforların, fizik öğretmenleri adaylarındaki algıları araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini, Ankara'daki bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesinde 2016-2017 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören, 3. sınıf n=10 gönüllü fizik öğretmen adayları oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarına, birinci aşamada, 14 sorudan oluşan, açık uçlu metafor testi sunulmuştur. Bu teste, görsel öğeler ve çizimler, kelime temsillerinden görsel öğelere geçişler oluşturan metaforlar bulunmaktadır. İkinci aşama mülakattan meydana gelmiştir. Bu aşamaya, birinci aşamadan en yüksek puan alan (n=4) fizik Öğretmen adayları gönüllü olarak davet edilmiştir. Verilerin analizleri neticesinde, metaforların, öğretmen adaylarında algıları incelenmiş, aynı zamanda metaforların fizik eğitiminde rolleri üzerinde yapılan araştırmaları ile oluşan farklar ve benzerlikler tartışılmıştır. Sonuç olarak, metaforların soyut kavramları somutlaştırmada başarılı öğrenme araçları olduğu ancak bazı durumlarda ise öğrenme güçlüğü olarak karşımıza çıktığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Metafor, Fizik Eğitimi, Analogi, Elektrik, Öğretmen Adayları.

Sayfa Adedi:203

Danışman: Prof. Dr. Musa SARI

PHYSICS TEACHER CANDIDATES' METAPHORS AND METAPHORICAL PERCEPTIONS ABOUT ELECTRICITY

(Ph.D Thesis)

Havva Sibel Kurt

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

March 2019

ABSTRACT

This study is a qualitative research which profoundly gives information about the theoretical framework of metaphors in physics education. This research gives place to what the metaphors used in physics education are and their functions, classes, educational orientation and the differences and similarities between their analogy and models. Electricity has been determined as the subject matter. The effects of some metaphors found in electricity on physics teacher candidates has been researched. The sample of the research is composed of volunteer physics teacher candidates in the 3rd year ($n = 10$) who are studying at the Faculty of Education of the relevant state university during the 2016-2017 academic year. In the first step, an open ended metaphor test that consists 14 questions was given to these teacher candidates. In this metaphor test, there are visual items and drawings and in some parts there are visual item transitions from word representations. The second step consists of an interview. The physics teacher candidates ($n=4$) who get the highest scores in the first step were voluntarily invited to the second step. As a result of the analysis of the data, the effects of the metaphors on the perceptions of the teacher candidates were analyzed at the same time the differences and similarities arising from the researches on the roles of the metaphors in physics education were discussed. The analysis of the data showed that metaphors are successful learning tools in embodying the abstract concepts but in some cases they appear as learning disabilities.

Key Words: Metaphors, Physics Education, Analogies, Electricity, Teacher Candidates.

Page Number: 203

Supervisor: Prof. Dr. Musa SARI

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ FORMU.....	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xviii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Metaforlar	2
1.1.1. Metaforların Sınıflandırılması	5
1.1.1.1. Geleneksel Metaforlar	6
1.1.1.1.1. Ontolojik Metafor	6
1.1.1.1.2. Yönelim Metaforu	9
1.1.1.1.3. Yapı Metaforları	10
1.1.1.2. Karma Metaforlar.....	10
1.1.1.3. Yeni Metaforlar	11

1.2.	Metafor ve Model İlişkisi	13
1.3.	Metafor ve Analoji İlişkisi	19
1.4.	Fizik ve Metaforlar	29
1.5.	Literatür Taraması	40
1.6.	Problem Durumu	55
1.6.1.	Problem Cümlesi	55
1.6.2.	Alt Problemler	55
1.7.	Sayıtlar	56
1.8.	Araştırmanın Amacı	56
1.9.	Araştırmanın Önemi	56
BÖLÜM II		59
YÖNTEM		59
2.1.	Araştırma Yöntemi	60
2.2.	Çalışma Grubu	63
2.3.	Verilerin Toplanması	63
2.4.	Verilerin Analizi	65
2.4.1.	Geçerlik ve Güvenirlik	67
2.4.1.1.	<i>Ölçme Aracına İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri</i>	<i>67</i>
2.4.1.2.	<i>Envanteri Alan Birey ve Gruba Bağlı Güvenirlik Önlemleri</i>	<i>69</i>
2.4.1.3.	<i>Uygulama Koşulları ve Zamana Dair Güvenlik Önlemleri</i>	<i>70</i>
2.4.2.	Betimsel Analiz	71
2.4.3.	İçerik Analizi	71
BÖLÜM III		72
BULGULAR VE YORUMLAR		72
3.1.	Birinci ve İkinci Aşamaya Ait Bulgular	72
3.1.1.	Envanterde Yer Alan Maddelerin İstatistiksel Analizi	73

3.1.2. Çalışma Grubuna Ait İstatistiksel Analizler.....	76
3.1.3. Çalışma Grubundaki Öğretmen Adaylarına Ait İstatistiksel Analizler.....	76
3.1.4. EMA (Elektrik Metaforları Algi) Envanterinde Yer Alan Maddelerin Bütünsel Analizi.....	78
3.1.4.1. Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	78
3.1.4.1.1. Birinci Soruya ait Mülakat Analizleri	81
3.1.4.1.2. Birinci Sorunun Sonuçları.....	84
3.1.4.2. İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	85
3.1.4.2.1. İkinci Soruya ait Mülakat Analizleri	87
3.1.4.2.2. İkinci Sorunun Sonuçları.....	89
3.1.4.3. Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	89
3.1.4.3.1. Üçüncü Soruya ait Mülakat Analizleri.....	92
3.1.4.3.2. Üçüncü Sorunun Sonuçları	94
3.1.4.4. Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	95
3.1.4.5. Beşinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	106
3.1.4.5.1. Beşinci Soruya Verilen Cevapların Analizi.....	107
3.1.4.5.2. Beşinci Soruya ait Mülakat Analizleri	108
3.1.4.5.3. Beşinci Sorunun Sonuçları	109
3.1.4.6. Altıncı Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	110
3.1.4.6.1. Altıncı Soruya Ait Analizler	111
3.1.4.6.2. Altıncı Soruya ait Mülakat Analizleri	112
3.1.4.6.3. Altıncı Sorunun Sonuçları	112
3.1.4.7. Yedinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması.....	112
3.1.4.7.1. Yedinci Soruya Verilen Cevapların Analizi.....	113
3.1.4.7.2. Yedinci Soruya ait Mülakat Analizleri	116
3.1.4.7.3. Yedinci Sorunun Sonuçları.....	117

3.1.4.8. Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	117
3.1.4.8.1. Sekizinci Soruya verilen Cevapların Analizi	118
3.1.4.8.2. Sekizinci Soruya ait Mülakat Analizleri	120
3.1.4.8.3. Sekizinci Sorunun Sonuçları	120
3.1.4.9. Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	121
3.1.4.9.1. Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Analizi	122
3.1.4.9.2. Dokuzuncu Soruya ait Mülakat Analizleri	123
3.1.4.9.3. Dokuzuncu Sorunun Sonuçları	124
3.1.4.10. Onuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	124
3.1.4.10.1. Onuncu Soruya ait Cevapların Analizi	125
3.1.4.10.2. Onuncu Sorunun Sonuçları	126
3.1.4.11. On Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	126
3.1.4.11.1. On Birinci Soruya Verilen Cevapların Analizi	127
3.1.4.11.2. On Birinci Soruya ait Mülakat Analizleri	131
3.1.4.11.3. On Birinci Sorunun Sonuçları	131
3.1.4.12. On İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	132
3.1.4.12.1. On İkinci Soruya ait Cevapların Analizi	132
3.1.4.12.2. On İkinci Soruya ait Mülakat Analizleri	134
3.1.4.12.3. On İkinci Sorunun Sonuçları	134
3.1.4.13. On Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	135
3.1.4.13.1. On Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	136
3.1.4.13.2. On Üçüncü Soruya ait Mülakat Analizleri	137
3.1.4.13.3. On Üçüncü Sorunun Sonuçları	137
3.1.4.14. On Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması	137
3.1.4.14.1. On Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Analizi	138
3.1.4.14.2. On Dördüncü Soruya ait Mülakat Analizleri	139

3.1.4.14.3. On Dördüncü Sorunun Sonuçları.....	140
BÖLÜM IV	141
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	141
4.1. Alt Problemler Bazında Sonuçlar	149
4.1.1. Elektrik Konusunda Öğretmen Adaylarının Metaforik Algıları.....	149
4.1.2. Elektrik Konusunda Fizikte Kullanılan Dilin, Öğretmen Adaylarındaki Algıları.....	151
4.1.3. Fizikte Kullanılan Dilin, Öğretmen Adaylarının Fizik Konuları Hakkında Öğrenme Zorluğu Üzerinde Etkisi.....	152
4.2. Öneriler	153
KAYNAKLAR.....	154
EKLER	162
Ek-1: Metaforlar ile İlgili Oluşturulan Sorular	163
Ek 2. Mülakat Tam Dizin	169

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Modellerin Sınıflandırılmasında Tek Mod</i>	17
Tablo 2. <i>Modellerin Sınıflandırılmasında Karışık Mod</i>	18
Tablo 3. <i>Fizik Eğitiminde Analogiler ve Metaforlar Arasındaki Farkların Analizi</i>	28
Tablo 4. <i>Kuantum Fiziğinde Kullanılan Bazı Metaforlar</i>	34
Tablo 5. <i>Kuvvet Konusunda Bazı Metaforlar</i>	35
Tablo 6. <i>Lancor'un Enerji Konusunda Bazı Metaforları</i>	37
Tablo 7. <i>Elektrik Konusunda Bulunan Bazı Metaforlar</i>	39
Tablo 8. <i>5'li Likert Envanterine Göre Aritmetik Ortalamaların Değerlendirme Aralığı</i>	62
Tablo 9. <i>EMA Envanterinde (Elektik Metaforları Algı Envanteri) Yer Alan Soruların Konusu, Sınıflaması ve Alt Problemlerle ilişkisi</i>	64
Tablo 10. <i>Araştırmacıya ait Puan Dağılımı</i>	68
Tablo 11. <i>Birinci Fizik Öğretmenine ait Puan Dağılımı</i>	68
Tablo 12. <i>İkinci Fizik Öğretmenine ait Puan Dağılımı</i>	69
Tablo 13. <i>Puanlandırma Ölçeği</i>	72
Tablo 14. <i>Birinci Aşama Sonunda Elde Edilen Puanlama</i>	73
Tablo 15. <i>Envanterde Yer Alan Maddelerin Ortalama Puanları</i>	73
Tablo 16. <i>Envanterde Yer Alan Maddelerin Ortalama Değerlendirme Aralığı</i>	74
Tablo 17. <i>Envanterden Elde Edilen Toplam Verilerin Sınıflandırılması</i>	76
Tablo 18. <i>Dördüncü Soru</i>	96
Tablo 19. <i>Elektron Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	96
Tablo 20. <i>Elektron Kavramına Ait Metaforların Dağılımı</i>	96

Tablo 21. <i>Proton Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	97
Tablo 22. <i>Proton Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	97
Tablo 23. <i>Elektrik Alanı Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	98
Tablo 24. <i>Elektrik Alanı Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	98
Tablo 25. <i>Yük Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	99
Tablo 26. <i>Yük Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	99
Tablo 27. <i>İletken Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	100
Tablo 28. <i>İletken Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	100
Tablo 29. <i>Yalıtkan Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	101
Tablo 30. <i>Yalıtkan Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	101
Tablo 31. <i>Yarı İletken Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	102
Tablo 32. <i>Yarı iletken Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	103
Tablo 33. <i>Akı Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları</i>	103
Tablo 34. <i>Akı Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	104
Tablo 35. <i>Kondansatör Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforlarının Dağılımı</i>	104
Tablo 36. <i>Kondansatör Kavramına ait Metaforların Dağılımı</i>	105
Tablo 37. <i>Dördüncü Soruya Ait Kavramların Genel Dağılımı</i>	105

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Metaforların sınıflandırılması.....	6
Şekil 2. Ontolojik metafor örneği.	8
Şekil 3. Copernicus' Epicycles.	10
Şekil 4. Bir modelin oluşum diyagramı.	14
Şekil 5. Fiziksel modeller.	15
Şekil 6. Kavramsal modeller.....	16
Şekil 7. Analogik ilişkilerin öğeleri.....	19
Şekil 8. Metafor ve analogi arasındaki ilişki.	21
Şekil 9. Elektrik akımını gösteren tren analogisi.....	22
Şekil 10. Analogik rol oynama.	25
Şekil 11. Elektrik yüklerinin hareketi.	27
Şekil 12. Kara delik metaforu	31
Şekil 13. Metaforların oluşum süreci.....	33
Şekil 14. Kodlama sitili örneği	67
Şekil 15. Envanterde yer alan maddelerin (soruların) puan dağılımı	75
Şekil 16. Maddelerin yüzdelik dağılımları	75
Şekil 17. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının envanterden aldığı puanlar ve yüzdelik dilimleri	77
Şekil 18. Birinci soruya ait görsel öge	78
Şekil 19. İkinci soruya ait görsel öge.....	85
Şekil 20. Üçüncü soruya ait görsel öge	90

Şekil 21. B öğretmen adayına ait çizim.	91
Şekil 22. Elektron kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	97
Şekil 23. Proton kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	98
Şekil 24. Elektrik alanı kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı ...	99
Şekil 25. Yük kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	100
Şekil 26. İletken kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	101
Şekil 27. Yalıtkan kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	102
Şekil 28. Yarı iletken kavramına ait fizik öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	103
Şekil 29. Akı kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	104
Şekil 30. Kondansatör kavramına ait fizik öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı	105
Şekil 31. Beşinci soruya ait görsel öge	107
Şekil 32. Altıncı soruya ait görsel öge.	110
Şekil 33. Yedinci soruya ait görsel öge.	113
Şekil 34. B öğretmen adayına ait çizim.	114
Şekil 35. Sekizinci soruya ait görsel öge.	117
Şekil 36. Dokuzuncu soruya ait görsel öge.	121
Şekil 37. B öğretmen adayına ait çizim.	122
Şekil 38. Onuncu soruya ait görsel öge.	125
Şekil 39. A öğretmen adayına ait çizim.	127
Şekil 40. B öğretmen adayına ait çizim.	128
Şekil 41. D öğretmen adayına ait çizim.	128
Şekil 42. E öğretmen adayına ait çizim.	129
Şekil 43. F öğretmen adayına ait çizim.	129
Şekil 44. G öğretmen adayına ait çizim.	129
Şekil 45. H öğretmen adayına ait çizim.	130

<i>Şekil 46.</i> J öğretmen adayına ait çizim.	130
<i>Şekil 47.</i> On ikinci soruya ait görsel öge.	132
<i>Şekil 48.</i> On dördüncü soruya ait görsel öge.	138

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SIL	Summer Institute of Linguistics (Uluslararası Dilbilimi Yaz Enstitüsü)
TDK	Türk Dil Kurumu
QM	Kuantum Mekaniği
vd.	ve diğerleri
EMA	Elektrik Metaforları Algı Envanteri

BÖLÜM I

GİRİŞ

Eğitim araştırmacıları çalışmalarını, “Öğrenme ortamlarını nasıl iyileştirebiliriz? Öğrenmeyi daha kalıcı hale nasıl getirebiliriz? Öğrenme eksikliklerini nasıl giderebiliriz? Öğrencilerin zihinlerini nasıl daha aktif ve yaratıcı düşünme ögelerine sahip duruma getirebiliriz?” gibi sorular etrafında yoğunlaştırmıştır.

Kavramlar ve kavramların öğretimi, eğitimin önemli noktası haline gelmiştir. Anlamanın, kavramsallaştırmanın, akıl yürütmenin ve dilin doğası hakkındaki soruların önemini kabul etmenin hayati bir gerçekliği vardır. Bu gerçekliklerden birisi de evreni anlamlandırma çabalarında metaforların işlevi ve önemidir.

Fizik eğitiminde, yazma ve konuşma dilinde metaforlarla sıklıkla karşılaşırız. Nitekim bu durumun bir avantaj mı, yoksa bir dezavantaj mı olduğu, sorgulanması ve araştırılması gereken bir alandır.

Bu çalışmada, metaforların düşünceyi nasıl bir yapıya büründürdüğünün teorik, tarihi ve linguistik bir çerçevesine ulaşılmıştır. Bu çalışmada, günümüzde ve sonrasında gerçekleşecek araştırmalara kaynaklık etmesi amacıyla, uzun soluklu, ciddi ve titiz bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmada gördüğümüz gerçeklik, aradığımız gerçekliği yansıtmaya kadar, tıpkı bir yapboz gibi, şekillenerek araştırma son halini almıştır.

Metaforlar ile ilgili yapılan araştırmalar, dilin belirsizliği ile çatışmaktadır. Çünkü metaforlar, kavramsal sistemimizin neredeyse tamamına dağılmış, dilsel yapılardır. Dil, belirsizlikler bütünüdür. Bu noktada, metaforların belirsizliğini bilmek, fizik dersi için oldukça önem taşımaktadır. Metaforlarda bulunan çifte anlam; oluşumunda bulunan hedef ve kaynak alan

çatışması, bazı durumlarda fizik dersini canlı, yepyeni, hayali uçsuz bucaksız bir dünyaya sürüklerken bazı durumlarda ise çatışmanın ortasında bırakıvermektedir.

Birçok araştırma, fiziğin soyut kavramlardan oluşan yapısının derinliğinden bahsetmektedir. Yine fizik eğitiminde yapılan birçok araştırma, öğrenci algılarını gerçekliğe kavuşturmak ve öğrenmeyi daha çekici hale getirebilmek adına ısrarcıdır. Bu koridorda, bu doktora araştırmasıyla, literatüre anlamlı ve önemli bir katkı sağlanmak amaçlanmış, literatürden uzanabileceğimiz her bilginin kapısı zorlanmış, edinilen her bilgi tartışılarak Fizik eğitimi açısından faydalı bir olgunluğa getirilinceye kadar üzerinde çalışılmış, denenmiş, uygulanmış ve yorumlanmıştır.

1.1.Metaforlar

Yapılan metafor araştırmaları, Aristoteles (MÖ 384-322) zamanından beri metaforlarla iç içe olduğumuza işaret etmektedir. “Avrupa’da, nerdeyse 1500 yıldır hâkim olan Aristotelesçi görüş, XVI. Yüzyıldan itibaren Copernicus’la başlayan ve Galileo’nun kiliseye/dinsel dogmalara karşı başlattığı cesur düşüncelere bırakmıştır” (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Aristoteles hareket fikrini, “mekâna göre” bir metafor ile açıklamanın değişimini vurgulamıştır (Taverniers, 2002). Aristoteles, bugün bilim insanı olarak adlandıracağımız dilde metafor kullanımına karşı uyarıda bulunan ilk filozoftur. Öncelikle, gerçek tanımlarla salt benzetmeler arasındaki farkta dikkatli olunmalıdır. Aristoteles’in bu bakış açısı, modern bilimin başlangıcında önemli bir adım olmuştur (Pulaczewska, 1999).

“Aristoteles, metaforun mantıksal mekanizmasının problemleri ve onun tam varlığını gösterme özelliklerini de dikkate alır. Aristo’ya göre metaforun, üslûbun parçası olarak özelliği ile onun dünya hakkındaki bilimsel gösterme yeteneği birbirine bağlıdır (Otyzbayeva, 2006).”

Aristo’ya göre metafor açık olmalıdır. Aristo, metafora bilmece özelliğinin olduğunu savunmakta, bilmecelerin güzel kurulan metaforlar olduğunu belirterek benzetmeyi, etkilemeyi ve atasözünü metaforun türleri olarak ele alır (Otyzbayeva, 2006).

Bilimi anlamak, günümüz bilim çalışmalarından, bilimden önceki veya bilim dışı düşünme biçimlerini bilmemizi gerektirir. Bilimin kökeni ise ilkel toplumların yaşamına kadar uzanır (Doğan vd., 2012).

Metaforların ne olduğunu veya orijinini araştıran çalışmalar, şüphesiz insanın evreni anlamlandırma çabasının orijinine takılır. İnsanın evreni anlamlandırma çabasının orijinini araştıran birçok çalışma, akım, felsefi, linguistik, psikolojik ve pedagojik görüşler vardır. Bu arayış, bilimin doğasında gizlidir.

Metafor, Yunanca bir kelimedir. *Metaphora* -meta-, ‘ötesine’ ‘ötesinde’ ve phoraya'dan türetilen, pherein'den (carry) “taşımak” “aktarmak”, “nakletmek” anlamına gelir. “Türkçede metafor, “benzetme, eğretileme”, eski Türkçede “meczaz”, Arapçada “istiare” kelimeleriyle karşılanır. Metafor; bir şey veya bir fikri, başka bir şey ile genelde “gibi”, “benzer” sözcüklerini kullanmaksızın istenen tanımlamayı yapmak, anlatıma üslup güzelliği ve kolaylığı katmak için kullanılan sözcük ya da sözcük kümesidir.” (Otyzbayeva’dan aktaran Kurt, 2010). Orijinalde, etimolojik anlamda- meta –for- bir şeyden diğerine bir tür harekete işaret eder ve değişme anlamına gelir (Taverniers, 2002). Bu anlamda, metaforlar iki kavram arasındaki dinamik bir süreçtir.

Otyzbayeva (2006), metaforu “Belirtilerinin benzerliğine göre bir nesnenin veya olayın başka bir nesnenin veya olayın adıyla adlandırılması esnasında kavramın anlamının değişmesidir” şeklinde tanımlar. Basitçe söylemek gerekirse, metafor, iki farklı şeyin örtük bir benzeşmesidir. Robson (1985), birincil konu- asıl konu- (tenor) ve ikincil konu -araç- (vehicle) kavramlarından bahsetmektedir. Örneğin; “*ay balkabağıdır*” örneğinde, ay- tenor, balkabağı ise aracıdır. Bu ikisinin karşılaştırılması ve asıl konunun aracının yerine geçmesine *metafor* denir.

Metaforlarda, iki kavram arasında bir benzerlik yönü bulunur. Bahsedilen benzerlik kavramı, modellerde bulunan benzerlikten oldukça farklıdır. Metaforlardaki bu benzerlik yönü aşağıdaki gibi tanımlamıştır (Lakoff ve Johnson 2005, s.184):

1. “Metaforlar dil sorunudur.”
2. “A, B” dir formunda bir metaforun anlamı “X, Y, Z bakımlarından A, B’ye benzer formunun aynı anlama sahip bir ifadesidir.
3. “Bu yüzden bir metafor yalnızca önceden var olan benzerlikleri tasvir edebilir. Benzerlikler yaratmaz.”

Metaforlar, felsefi teorilerine odaklanmaktadır. Bir bütün olarak metaforun dilbilimsel çalışmasında, iki genel husus önemlidir:

1. Metafor türleri, yani dilbilimsel ifadeler olarak farklı metafor kategorilerinin tanınması ve sınıflandırılması,
2. Metafor teorileri, yani metaforun dilsel bir süreç olarak tanımlanması ve açıklanması.

Metafor teorileri dilbilimde, metaforun bağlamsallaştırıldığı kuramsal olay, en geniş anlamıyla “dil anlamı” olarak adlandırılabilir. Bu nedenle, dilbilimsel metafor teorileri temelde yatan (açık ya da varsayılan) 'anlam' teorisine göre farklılık gösterir (Taverniers, 2002).

Kavramları temsil eden metaforlar, öncelikle dil ve anlambilim çalışmalarında incelenir. Metafor, benzerliğin, eksik veya tam olmayan bir kelimeyi mecaz bir kelimeyle yer değiştirmesidir (Ricoeur, 2007, s.64).

Jones (1982), hepimizin, şiirlerin hatta dünyanın metafor olduğunu iddia etmiştir. Ona göre metaforlar bir dönüşüm geçişine sahiptir. “*Physics as Metaphor*” adlı eserinde, metaforların teknik anlamını araştırmış ve metaforların, iki farklı şey arasında bir analogi veya bir benzerlik sunduğunu açıklamıştır.

Monroe Beardsley (1958) metaforu “*minyatür şiir*” olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama metaforların kendi başlarına, kavram temsillerinde bir ikililik taşıdığı görüşünü desteklemektedir. Bir metafor, dünyayı minyatür olarak anlatabiliyorken, bir metafordan da bir başka dünyaya ulaşılabilir. Bu karmaşa metafordaki, sözcüksel anlam ve figüratif anlamın çatışması olarak karşımıza çıkacaktır (Ricoeur’dan aktaran Kurt, 2010).”

Metaforların açıklanması, antik çağdan günümüze kadar aşağıdaki 6 başlıkta şekillenmiştir (Ricoeur, 2007, s.64):

1. “Metaforlar mecaz olarak, adlandırmayı ilgilendiren bir söylem ögesidir.”
2. “Metaforlar, bir adın anlamının kelimelerin sözcüksel anlamından saparak genişlemesini sağlar.
3. “Bu sapmanın nedeni benzerliktir.”
4. “Benzerliğin fonksiyonu, aynı yerde kullanılmış olabilen sözcüksel anlamı yerine bir kelimenin mecaz anlamını koymayı temellendirmektedir.”
5. “Bu nedenle, vekil olan anlam herhangi bir anlambilimsel yenilik sunmaz. Yani mecazi kelimeyi, sözcüksel anlamına tercüme edebiliriz.”
6. “Metaforlar anlambilimsel bir yenilik sunmadığından, gerçeklik hakkında herhangi yeni bir bilgi sağlamaz.”

Bu maddelerin bize sunduğu anlam çerçevesi ve metaforların özellikleri, aşağıdaki gibi açıklanabilir. Bütün bu maddeler, metaforun öz doğasına kaynaklık etmektedir (Ricoeur, 2007, s. 64-90):

- Metaforlar, basit bir adlandırma değildir. “Bir kelimenin yerine başka kelimenin geçmesi amacıyla kullanılsa da amacı bu değildir. Bu amaç, çok farklı işleve sahip olmalıdır”.
- “Metaforun anlamı, cümle içindeki ifade ile anlam kazanır”.
- “Mavi çan sesleri” veya “keder mantosu” metaforlarında, “örtük iki anlam vardır. Metaforda bulunan çifte anlam, bir gerilim yaratır.” Bu gerilim, yaratıcı düşünme becerisini, hayal kurmayı itekler.
- Metaforlarda bulunan “iki anlam arasındaki gerilim, zihinde yaratıcılık, düşünme becerisi ve sınırsız bir hayal dünyasını işe koyar”.

- Metaforlar, anlamsız; bazen de makul olmayan saçma sözlerde olabilir. Örneğin, yukarıda verilen, “keder mantosu” ve “mavi çan sesleri” örneklerinde, manto kumaştan yapılır, çan sesleri de mavi olamaz.”
- “Metaforlar bir yorum teorisidir”. Eğitimsel anlamda, “sembol” dür. Yorumla anlam kazanır. Eğitimsel çalışmalara göre, sembollüğünden ötürü “model”dir. Yeni bir söylemde bulunur. Metaforlar, bir modele kaynaklık eder.
- Metaforları semboller olarak düşünebiliriz. Bir bakış açısıyla, metafora “sembolden fazlası vardır, bir başka bakış açısına göre ise, sembolde metafordan fazlası vardır.”
- “Metaforlar artı anlam kategorisini sağlar. Metaforların öznel yapısı vardır, durumdan duruma, kişiden kişiye, kavramdan kavrama değişiklik gösterir.”
- “Metaforlar arasında geçiş söz konusudur. Bir metafor, bir başka metaforu zihinde canlandırarak ve yaşatarak, kalıcılık sağlar. Bir metafor, nesilden nesile aktarılabilir.”
- “Metaforlarla kavramsal öğretim yapılabilir. Çünkü metaforlar hem yaratıcı hem de düzenleyici bilişsel yapılarıdır.”

Metaforlar konusuna yoğunlaşan bir diğer araştırmacı Nietzsche'dir. “Ona göre, insan Copernicus'dan bu yana bir bilinmeyene doğru yuvarlanmaktadır”. Bunun anlamı "İnsan evrende kendine bir yer aramaktadır". Bilim de insan ürünlerinden birisi olarak kendisine evrende bir yer bulmasına hizmet etmelidir.

Metafor; kavramsal sınıflamalar ve sınırlandırmalar için kullanılan sentetik bir açıklamadır. Düşünce süreci içinde doğal olarak tanımlamalara ulaşmak, neyin ne olmadığı ile ilgili ayırmadır (Coşar, 2018).

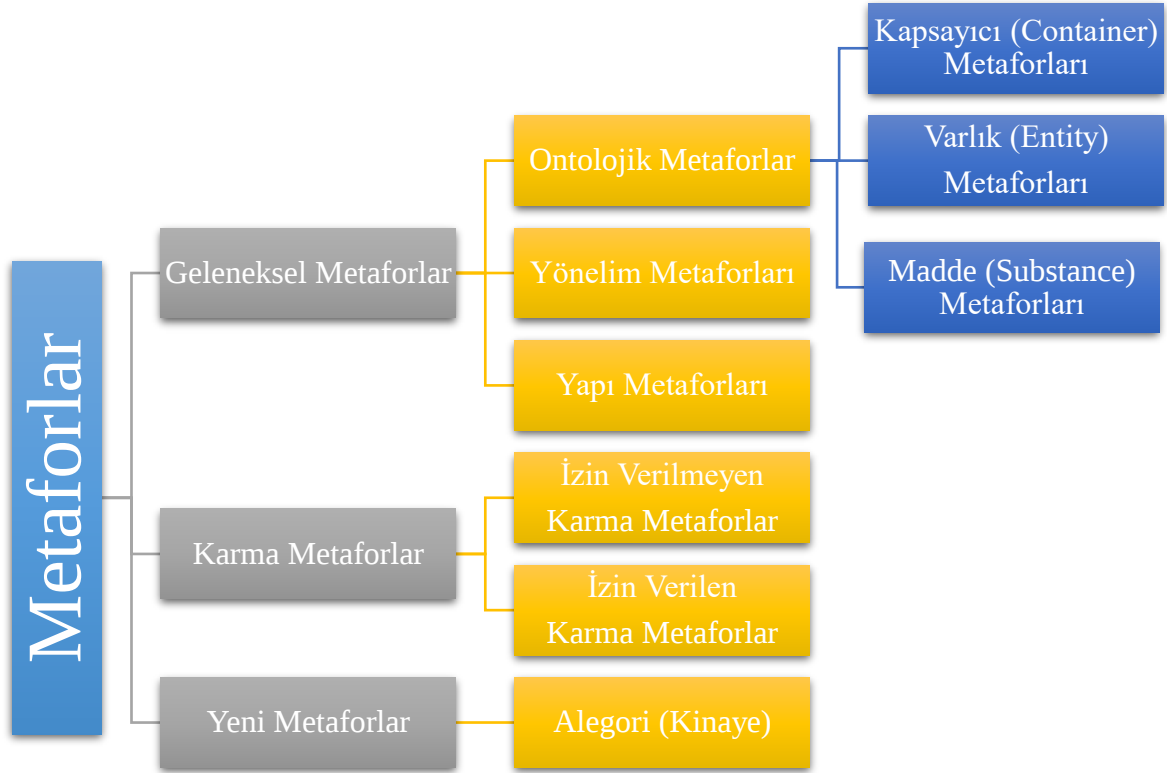
1.1.1. Metaforların Sınıflandırılması

Metaforların tanımına ve işlevine göre yapılan çalışmalar, ne kadar farklı ise, metaforların sınıflandırılması çalışmaları da o kadar derin ve farklı, aynı zamanda karmaşıktır. Dilimizde, “açık-istiare”, “kapalı-istiare” gibi yaptığımız sınıflamalar, batı düşüncesinde, “ontolojik metafor”, “yönelim metaforu”, “konvansiyel metaforu”, “kavramsal metafor” “poetik metafor” gibi ayrımlarla görülmektedir (Lakoff ve Johnson, 2005).

Metaforlar arasında çok belirgin, keskin bir ayırım yapmak zor görünmektedir. Nietzsche'nin çalışmalarında, “Tamamen bize bağlı olan bir yaklaşımla varlığı anlama, anlamlandırma” yönünde beş çeşit metafor belirtmek mümkün görünmektedir. Bunlar;

- Benzeşimci (analojik),
- Yorumlayıcı (interpretative),
- Açıklayıcı (explanatory),
- Tasarımcı (imagi-native) ve
- Hesaplayıcı (calculative) metaforlardır (Çoşar'dan aktaran Kurt, 2010).

Bugün, Uluslararası Yaz Dilbilimi Enstitüsü (SIL, 2018) araştırmalarına göre, metaforların bir sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, Lakoff (1987), Johnson (1981), Beekman ve Callow (1974) ve Mish (1991) araştırmalarının bir sentezi olarak bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırma Şekil 1’de verilmiştir:



Şekil 1. Metaforların sınıflandırılması. SIL. (2018). *Metaphor*. Glossary of Linguistic Terms: <https://glossary.sil.org/term/metaphor> sayfasından uyarlanmıştır.

1.1.1.1. Geleneksel Metaforlar

1.1.1.1.1. Ontolojik Metafor

Ontolojik metafor, somut nesneler ve alt-terimler açısından çeşitli deneyimleri anlamamızı sağlayan kavramsal dönüşüm türleridir. Bu kavramsallaştırmanın kapasitesi soyut düşüncenin temelini oluşturur. Ontolojik metafor, süreçler, olaylar, nitelikler ve ilişkiler de dahil olmak üzere deneyimlerimizin bileşenlerini kavramsal olarak manipüle etmemizi sağlar (Pulaczewska, 1999, s.76).

Bunlar “Varlık (Entity)” ve “Madde (Substance)” metaforları olarak açıklanmıştır. “Varlıklar açık şekilde somut yahut belirli olmadığında da onları şeyler olarak, yani dağlar, cadde köşeleri, çitler vs diye kategorize edilebilir”. “Maddeler ise, olaylara, aktivitelere, hislere, düşüncelere bakma tarzlarına temel sağlar” (Lakoff ve Johnson, 2005, s.50).

Uzay ve mekân yönelimlerine ilişkin temel tecrübeler insanları nasıl yönelim metaforlarına sürüklüyorsa, fiziksel nesnelerle tecrübelerimiz de farklı ontolojik metaforlara, yani olaylara, aktivitelere, hislere, düşüncelere; varlıklar ve maddeler olarak bakmayı sağlar. Ontolojik metaforlar, farklı amaçlara hizmet ederler. Aşağıda Lakoff ve Johnson’ın (2005) örnek verdiği ontolojik metaforlara ve işlevlerine yer verilmiştir:

✓ *Rakamlarla ifade etmek:*

“Bu kitabı bitirmek epey bir sabır gerektirecek.”

“Dünyada çok fazla kin var.”

✓ *Boyutları teşhis etmek:*

“Vietnam’da asla zafer heyecanı duymadık.”

“Kişiliğin çirkin tarafı baskı altında ortaya çıkar.”

✓ *Nedenleri teşhis etmek:*

“Onu öfkesinden yaptı.”

“Sorumluluklarının ağırlığı bunalıma girmesine neden oldu.”

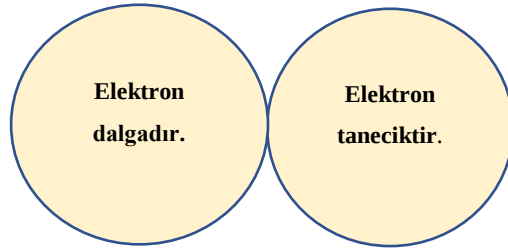
✓ *Amaçları belirlemek ve eylemleri motive etmek:*

“Şöhret ve başarı elde etmek için New York’a gitti”

“Hayat tarzımı gerçek mutluluğu bulabilecek şekilde değiştiriyorum”

Bu gibi ontolojik metaforlar, kavramsal sistemimizde o kadar yaygınlardır ki, “zihnin ve durumların fenomenlerinin apaçık ve dolaysız tasvirleri olarak görülürler” (Lakoff ve Johnson, 2005). Metaforik olmaları genellikle fark edilemez. Ontolojik metaforları “olayları, eylemleri, faaliyetleri kavramak için kullanırız. Olaylar ve eylemler metaforik olarak nesneler; faaliyetler, tözler; durumlar, taşıyıcılar olarak kavramsallaştırılabilir. Bunlar bizimle yaşayan fakat farkında olmadığımız metaforlardır. Kavramlarımız çoğu bu ontolojik metaforlar üzerinde yoğunlaşmıştır” (Kurt, 2010).

Brookes (2006), kavramsal metaforların genellikle bilinçsizce dilimize yerleşen metaforlar olduğunu ifade etmektedir. Ona göre bu metafor türleri, nadiren açık hale getirilirler. Bu metaforik sistemlerin, nesneye ait bir zemini olmayabilir ve bu durum, açıkça bu metaforları, analogiden ayırır. Brookes, ontolojik metaforlara örnek olarak aşağıda belirtilen iki metaforu örnek olarak göstermiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi, elektron kavramı; dalga veya taneciğe doğrudan eşitlenmiştir.



Şekil 2. Ontolojik metafor örneği.

Brookes (2006), aynı zamanda, “*heat flows...*” örneğini vererek, ısının akışkan gibi algılanmasında, ontolojik metaforların etkisinin olduğunu ifade eder. Ona göre, bir metaforun ontolojik olup olmaması önem taşımaktadır. Çünkü bir kavramın, ontolojik olduğu bilindiğinde, bu kavramın kökenine kadar inilebilecektir.

Kapsayıcı (Container) Metaforları: Kapsayıcı metaforlar, bazı kavramların temsil edildiği ontolojik metaforlardır. İçerde veya dışarda olmak gibi bir durum belirtir. Brookes (2006), kuantum fiziği konusunda bulunan çoğu metaforun, ontolojik metaforların bu çeşidi olduğuna işaret etmektedir. Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

- * Potansiyel enerji grafikleri bir bariyerdir.
- * Enerji seviyeleri
- * Dalga paketi
- * Potansiyel engelden geçiş
- * Sızma ve sızıntı durumları

Varlık (Entity) Metaforları: Bir varlık metaforu, bir soyutlamanın somut bir fiziksel nesne olarak temsil edildiği metafor çeşididir. Brookes (2006), kuvvet konusunda bulunan bazı metaforların bu tip olduğunu ifade eder.

Kuvvetin yaşayan bir nesne olarak düşünülmesi buna örnektir. Işık ve ısı aynı zamanda bu metaforlara örnek verilebilir.

Madde (Substance) Metaforları: Bir madde metaforu, olay, aktivite, duygu ya da fikir gibi bir soyutlamanın materyal olarak temsil edildiği ontolojik bir metafordur. Bunlara örnek olarak, “Isının bir madde” gibi yansıtılması örnek verilebilir.

1.1.1.1.2. Yönelim Metaforu

Bir kavramdan metafor aracılığıyla, diğer bir yapıya geçilebilir. Yönelim metaforları, bir kavramdan; metaforlar aracılığıyla başka bir metafora geçişi değil, bütün bir kavramlar sistemini diğer bir kavramlar sistemine göre organize eder.

Bunların çoğu uzay ve mekân istikameti ile ilişkilidir: yukarı-aşağı, içeri-dışarı, ön-arka, beri-öte, merkez-çevre gibi. Yönelim metaforları, uzay ve mekân yönelimlerini tanımlar, bu tanım kültürden kültüre farklılık gösterir (Lakoff ve Johnson, 2005, s.36). Buna örnek olarak:

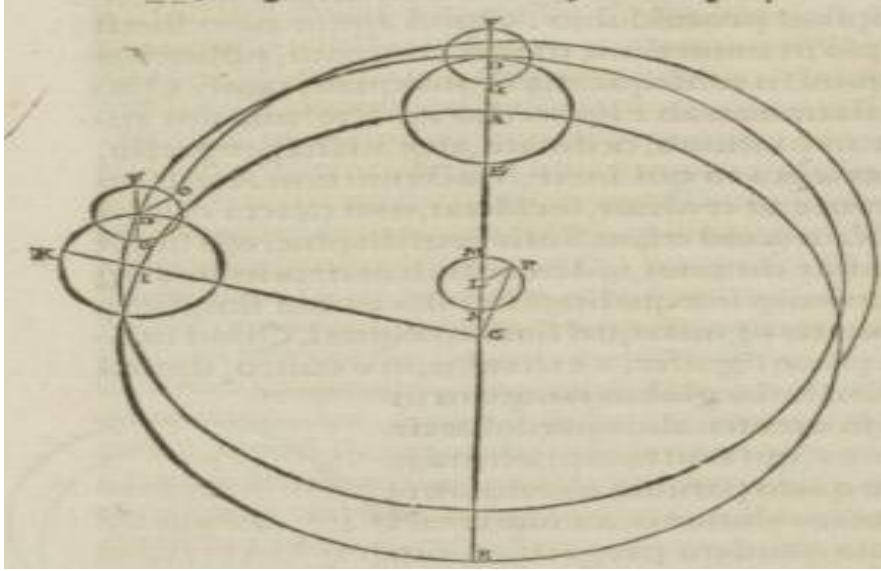
“Mutlu olan yukarıda, kederli olan aşağıdadır” metaforu verilebilir.

“Sıcaklık yükseliyor” fizikte kullanılan bir yönelim metaforuna örnektir (Pulaczewska, 1999, s.91)

Yönelim ve diğer mekânsal (*spatial*) metaforların fiziksel söylemlere katkısı, çeşitli işlevsel seviyelerde gerçekleşir. Bunlar aşağıdaki maddelenebilir (Pulaczewska, 1999, s.92):

- Teoriler ve kavramlar da dâhil olmak üzere, soyut fiziksel kavramların gelişiminde, (*Mutlak zaman* örneğinde olduğu gibi.)
- Bilimsel modellerin oluşturulmasında (*Band teorisi vb.*)
- Bazı bilimsel hipotezlerin canlandırılmasında (*Günmerkezcilik: Gökbilimde Güneş’in Güneş Sisteminin merkezinde bulunması inanışının adıdır. Daha önceden, yer’in merkezde olduğuna dair inanışa karşı ortaya çıkmıştır.*),
- Eğitim amaçlı fiziksel kavramların açıklanmasında (*uzay-zaman eğriliğinin modelleri*),
- Retorik (stil): Bağımsız olarak formüle edilebilen bir hipotezin yeniden anlatımında kullanılır (*Zamanın oku: (zamanın geçmiş ve gelecek arasındaki yönünü belirtmekte kullanılan bir kavramdır) örneğinde olduğu gibi*).

Kopernik teorisinde bulunan, “*merkezi*” durum, yönelim metaforlarından uyarlanmıştır. Güneş merkezli sistem metaforunda da yönelim metaforları büyük rol üstlenmektedir (Pulaczewska, 1999, s.93). Şekil 3’te, Kopernik’in, “Günmerkezcilik Modeli’ne” yer verilmiştir.



Şekil 3. Copernicus’ Epicycles. Second Life Newser. (2018). Copernicus’ Epicycles. <http://slnewser.blogspot.com/2018/03/announcement-this-week-at-science.html> sayfasından erişilmiştir.

1.1.1.1.3. Yapı Metaforları

Bu tür metaforlarda, anlatılmak istenen kavramın başka bir kavram kullanılarak bir yapıya kavuşturulması söz konusudur. Yapı metaforları, diğerlerinden oldukça karmaşık ve geniş kapsamlıdır. Yapı metaforları için en sık verilen örnek, “tartışma savaşı” metaforudur (Gen, 2014). Fizikte genelde, enerjinin iş yapabilme yeteneği olarak bilinmesi buna örnek olarak verilebilir.

1.1.1.2. Karma Metaforlar

Karma metaforlar, aynı ifadede aynı kavramı ifade etmek için kullanılan farklı metaforlardır. Bir kavramın çatışmasıyla sonlanmaktadır. İzin verilen karma metaforlar, birbiriyle çelişmeyen karma metaforlardır. İzin verilmeyen karma metaforlar, farklı amaçlara hizmet ettikleri için kendi içinde çatışan metaforlardır. Kuantum fiziği konusunda, bazı kavramların çatışması karma metaforlara örnek olarak verilebilir. Işık konusunda, ışığın dalga özelliği gösterdiğini

ifade etmek, izin verilen bir metafor olabilir ancak tanecik özelliği gösterdiği bir deneyde ışığın dalga olarak ifade edilmesi izin verilmeyen bir metafordur. Her iki metafor da ışığın ikili doğasını tanımlamak için yetersizdir. Işık, ikili doğaya sahip olduğu için karma bir metafor olarak ifade edilebilir.

1.1.1.3. Yeni Metaforlar

Yeni metafor, kendi dilinde kavramsal sisteminin bir parçası olmayan bir metafordur. SIL’de alegori olarak tanımlanmıştır. Bir alegori, özellikle kurgusal karakterlerin, eylemlerin ve insan varlığına ilişkin kavramların yönlerini anlamak ve ifade etmek için kullanılan, hikâye olarak genişletilebilen metaforlardır. Alegori; bir görüntü, bir yaşantı veya bir davranışın daha iyi kavranmasını sağlamak için canlandırıp dile getirme sanatıdır. Modern fiziğin anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılan metaforlar bu alanda incelenebilir. “Beyaz cüce”, “kırmızı dev” gibi metaforlar da hikâye özelliği taşıyabilen metaforlar olarak yeni metaforlar içerisinde alegori olarak incelenebilir.

Dünya uluslararası dil araştırmalarında yukarıda verilen metafor sınıflandırılmalarına yer verilmiştir. Bunların dışında diğer kaynaklarda da bazı metaforlarla karşılaşmak mümkündür. Bu çeşit metaforların açıklaması (i, ii, iii ve iv) olarak aşağıda yapılmıştır.

(i) *Kanal Metaforu*: Bir metaforik kavramın, deneyimlerimizin bir boyutunu gölgeleyebilme tarzının çok daha ince bir durumu “kanal metaforu” diye adlandırılan şeyde mevcuttur. “Konuşan kişi fikirleri (nesneleri) kelimelere (taşıyıcılara) yerleştirir ve onları bir kanal boyunca dinleyiciye gönderir” (Lakoff ve Johnson, 2005, s.33).

Kanal metaforlarında, metaforun yapısını gözlemlemek, hatta orada bir metafor olduğunu gözlemlemek bile oldukça zordur. Metaforik kavramlar, düşünmenin ve konuşmanın ötesinde, renkli, düşsel, poetik alanda ilerletilebilir. Aşağıda bazı örneklerle yer verilmiştir (Lakoff ve Johnson, 2005, s.33). Fizik eğitiminde, enerji konusunda “*harcamak*”, “*harcanmak*” kelimelerini kanal metaforlarına örnek gösterebiliriz.

(ii) *Zamanın Mekânsallaşması ile ilgili Metaforlar*: Zaman ve mekânda kendilerini bağımsız olarak ortaya koyan soyut kavramlar ve soyut ilişkileri ifade eder ve zaman ve mekân arasındaki farklar açısından tarafsız olan bir anlamı vardır. Onların uygulama alanlarından hiçbirisi birincil olarak ele alınmaz. Bütün bu kelimeler öncelikle mekânsaldır ve zamanın metaforik bir mekânsallaşmasına dayanarak, ikincil olarak zamana uygulanır (Pulaczewska, 1999, s.100). Bunlara örnek olarak, uzaydaki nesnelerin konumlarını ve olayların zaman içindeki

konumlarını ifade eden, “içinde”, “üzerinde” gibi edatlardan oluşan metaforlar verilebilir. Yine, uzayda nesneler arasında ilişkileri tanımlamakta yer alan, “önce”, “sonra” gibi kullanılan metaforlar bu kapsamda ele alınır. Bu metaforları, sıklıkla Newton fiziğinde görmemiz mümkündür. Bu kapsamda aşağıdaki örnekler, bu metaforları tanımlar:

- “Zamanın *akışkan bir nesne* gibi sunulması; böylece zamanın nesnel bir nitelik kazanması”: geçmişten geleceğe doğru bir çizgide ilerlemesi gibi aktarılması.
- Zamanın bir tür boşluk veya boyutlarından biri olarak statik olarak oluşturulması,
- Zamanın mutlak zaman teorisinin bir uygulaması olarak olayların bir mekânı olarak kavramsal temsil edilmesi.

*Uzayın “dördüncü boyutu” (4.boyut) olarak zaman kavramının ifade edilmesi,

*Görelilikte, uzay- zamanın mekânsal modeli

* Üç boyutlu geometrik eğrilik ile analojiye dayalı uzay zaman eğriliği kavramı.

(iii) *Matematiksel Metaforlar*: Matematik, tamamen soyut kavramlar bütününden meydana gelmektedir. Lakoff ve Nunez (2000), matematiğin baştan aşağı metaforik olduğunu ifade etmiştir (Lakoff ve Johnson, 2005, s. 301). Onlara göre matematik, evrenin soyut, objektif niteliği değil; tersine insan zihninde oluşarak cisimleşmiş, metaforik yapılardır. Pulaczewska (1999), fizikte bu matematiksel metaforları, genellikle geometri alanında ele almıştır. Bu metaforlar, bilinmeyi çizmeye, resmetmeye, tanımlamaya, sınır göstermeye, nesnelleştirmeye dayandırmaktadır. Örneğin öz kütle kavramı matematiksel metafor olarak da ifade edilmektedir.

(iv) *Analojik Metaforlar*: Nietzsche’nin bahsettiği sınıflamada benzeşimci metafor olarak da geçmektedir. SIL sınıflamasında yer almamıştır. Bir analojinin dilde metafor olarak kodlanmasıdır. Bunlara fizikten bazı örnekler aşağıdaki gibi verilebilir:

“Elektron bulutu”

“Atom çekirdeği”

“Enerji kabuğu”

1.2. Metafor ve Model İlişkisi

Metaforlar ile semboller arasındaki yakın ilişki, birçok açıdan metaforlar ile modellerin benzerliği olarak literatürde yer almaktadır. Bu benzerlik en çok, Max Black'in, *Models and Metaphors* eserinde belirleyici rol oynar (Ricoeur, 2007).

Bilim dilinde, model esasen yetersiz yorumu yıkmaya ve yeni ve daha uygun olanına yol açmaya hizmet eden heuristik (yaratıcı) bir prosedürdür ve tasvir aracıdır (Ricoeur, 2007).

Metaforlar ile semboller arasında iki farklı görüş bulunmaktadır. Bu karşıt kutupların birinde, metafora sembollerden daha fazlasının olduğu, diğer karşıt kutupta, sembolde metafordan daha fazlasının olduğu (Ricoeur, 2007). Bu durum, metafor ve model ilişkisini bize sorgulatmaktadır. Metafora, modelden daha fazlası mı vardır, yoksa bir modelde metafor mu barınır?

Modeller fizik eğitiminde genel anlamda, temsil aracı olarak karşımıza çıkmakta ve fen sınıflarında çok farklı rollere ve çeşitli boyutlara sahip olmaktadır (Gilbert ve Boulter, 2000, s.41-57).

Model, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bir bütünüdür. Bir başka ifadeyle insanların doğayı anlayabilmek için keşfedip geliştirdikleri ve kullandıkları fikirler, gösterimler, kanunlar ve birtakım araç ve gereçler “model” kavramı ile ilişkilidir (Lesh ve Doerr'dan aktaran Özdemir, 2017).

Fen bilimleri literatüründe modelleme; mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucunda ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison ve Treagust'den aktaran Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

Fen bilimlerinde bilimsel modeller büyük önem arz eder. Bilimsel modeller, karmaşık bir nesnenin ya da sürecin basitleştirilmiş bir resmi veya benzetmesinin bilimsel yolla oluşturulan modelleridir (Günbatır ve Sarı, 2005).

Leatherdale (1974) bilimsel modellerin eğitime yedi etkisi olduğunu ifade etmiştir (aktaran Özdemir, 2017). Bunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

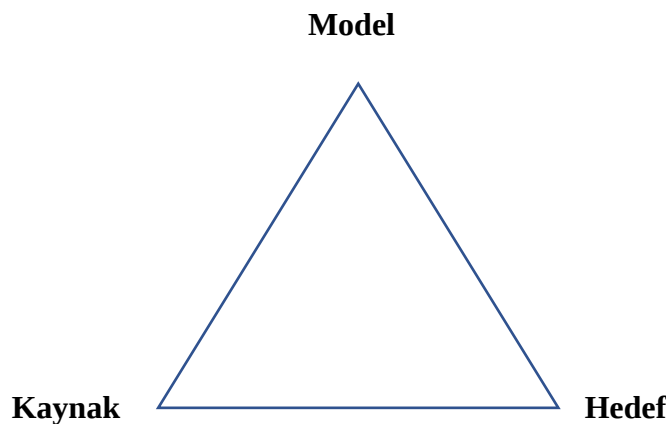
- “Teorileri anlamak için daha kapsamlı bir metot sağlamak”
- “Karmaşık doğa olaylarını basitleştirmek ve düşünmeye olanak tanımak”

- “Bir teori için yapısal olarak derinlemesine inceleme ve bir tahmin işlevi sağlamak”
- “Bir teori için tahmin işlevini güçlendirmek”
- “Bir teori için fonksiyonları geliştirmeyi sağlamak”
- “Bir teorinin hayalimizdeki sınırlarını ve anladıklarımızı artırmayı sağlamak”
- “Deney ve teori arasındaki anlaşılan bir ilişki sağlamak”

Özdemir (2017)’in aktardığı bu etkilerin tamamı, modellerin bir parçası olan metaforlar için de geçerli olmaktadır.

Fizik eğitiminde modeller, yoğun olarak, zihinsel modeller, matematiksel modeller ve analogik modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Modellerin doğası ve kullanımı konusunda yapılan araştırmalar, modellerin doğası ve kullanımıyla ilgili üç ana tema etrafında yoğunlaşmaktadır. İlk olarak, modellerin nesnelerin veya kavramların daha basit biçimlerini üretmek için kullanıldığı, ikinci olarak fenomenleri görselleştirmek için kullanıldığı ve son olarak bilimsel fenomenlere açıklamalar sağlamak için kullanıldığıdır (Coll, 2006).

Justi ve Gilbert (2006), modellerin oluşumunda en önemli kavramın benzerlik olduğunu ifade etmektedir. Bir model, hedef ve kaynak arasındaki dinamik ilişkidir. Hedef, modellenen gerçekliğin yönüdür. Bu yön, bir nesne, bir olay veya süreç veya bir fikir olabilir. Kaynak ise, hedefi temsil etmek için kullanılan daha bilinen bir kavramdır. Bir modelin oluşma sürecini Şekil 4’teki gibi ifade edebiliriz.



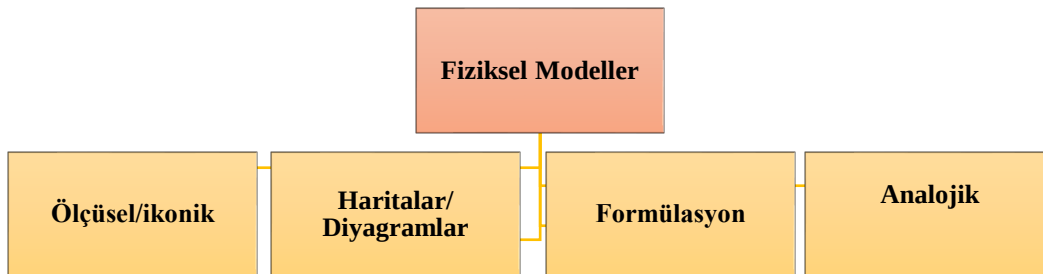
Şekil 4. Bir modelin oluşum diyagramı. Justi, R & Gilbert, J. (2006). *The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry*. Netherlands: Springer.

Bir modelin varlığında bulunan, hedef alan ve kaynak alan etkileşimi, metaforlarda da bulunur. Hedef ve kaynak alan arasındaki bu süreç, metaforlarda da dinamiktir. Metaforlar da benzetme yapısının üzerine kurulmaktadır, ancak bu her zaman benzer yapılardaki gibi, şeklen uygun; sistematik, hatta bilimsel bir yapı olmayabilir. Benzetilen ve benzeyen kavramlar, birbirinden kopuk bazen de anlamsız bir bağla bağlı olabildiği gibi, tıpkı bir analogik modeldeki gibi de anlamlı, bilimsel olarak da kodlanabilir.

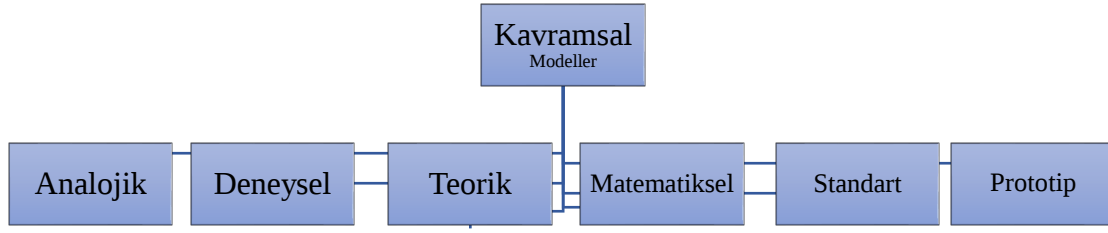
Bir model, söz konusu bilinen davranışı açıklıyorsa ve gelecekteki deneylerin sonuçlarını doğru olarak tahmin ederse başarılı sayılır. Bir modelin hiçbir zaman kesinlikle doğrulanamayacağını anlamak önemlidir. Aslında, herhangi bir model doğası gereği bir yaklaşımdır ve bir noktada eksikliği bulunur. Metaforların da bu anlamda, tamamen gerçekliği yansıttığı kabul edilemez, bir eksikliği veya belirsizliği bulunacaktır.

Aynı zamanda bir modelin başarısızlığının temel bir kavram yanılgısına karşı bilim insanlarını uyarabilmesi gerekmektedir. Bir modelde yanlış bir tahmin yapılırsa, bu genellikle doğanın bazı temel özelliklerini anlamadığımız anlamına gelir. Oysa biz, sık sık hata yaparak öğreniriz (Coll, 2006). Burada önemli olan, modelin yorumlanmasıdır. Modeller zamanla önemini ve anlamını yitirebilir (örneğin, Thomson'un üzümlü kek modeli), bu da bilimin doğasının değişken olma yapısında mevcuttur.

Modellerin tanımlanmasında çok sayıda model türü olduğundan, literatür, modelleri sınıflandırmak için çeşitli görüşler sunar. Bu şemalar modelin doğasına veya türüne dayanmaktadır ve aşağıda fen bilimlerinde kullanılan modeller için genel bir sınıflandırma şeması bulunmaktadır. Modeller iki geniş kategoride sınıflandırılabilir; bunlar fiziksel ve kavramsal- sembolik modellerdir (Coll, 2006). Şekil 5'te, Fiziksel Modellerin sınıflandırılmasına yer verilmiştir. Şekil 6'da ise, "Kavramsal Modellerin" sınıflandırılmasına yer verilmiştir.



Şekil 5. Fiziksel modeller. Coll, R. K. (2006). The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching. P. J. Aubusson vd. (Ed.), *Metaphor and analogy in science education* içinde (s.65-77). Springer: Netherlands.



Şekil 6. Kavramsal modeller. Coll, R. K. (2006). The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching. P. J. Aubusson vd. (Ed.), *Metaphor and analogy in science education* içinde (s.65-77). Springer: Netherlands.

Fiziksel modeller, adından da anlaşılacağı gibi ölçek / ikonik modeller ve fiziksel modelleri içerir ve çoğunlukla hedefin formunu veya dış özelliklerini temsil etmek için kullanılır. Fiziksel modeller, kimyasal formüller gibi haritaları ve bazı diyagramları içerir (Coll, 2006).

Kavramsal/sembolik modeller, ampirik modelleri, değişkenleri kuram ile ilişkilendiren modelleri ve bir süreç modeli gibi taklit edilecek bir standardı içeren zihinsel yapılardır. Bir model, bazı fenomenleri tanımlamak için kullanılan bir modelden oluşur; model, çeşitli başka alanlardaki kavram ve terimlerin çizimini oluşturur.

Teorik modeller, kuvvet veya bağlanma çizgileri gibi soyut fenomeni temsil etmek için kullanılan modellerdir ve matematiksel modeller, fiziksel süreçler veya matematiksel denklemler olabilir (ör., $F = ma$, $PV = nRT$). Son olarak, analogiler veya benzer modeller fiziksel veya kavramsal / sembolik olabilir ve bunlar bir veya daha fazla hedef model niteliğine sahip modellerdir. Fiziksel ve kavramsal / sembolik modeller statik ve / veya dinamik olabilir; örneğin, ölçek modelleri ve haritalar ve diyagramlar tipik olarak statiktir, standart modelleri daha yaygındır, ancak matematiksel modeller ve teorik modeller statik veya dinamik olabilir (Coll, 2006).

Bu bakış açısıyla metaforlar, kavramsal yapıdaki modellerdir. Hem statik hem de durgun olabilir. Bu model tipleri tek sınıflandırmaya sahip olmayabilir. Örneğin, bir fiziksel model aynı zamanda bir analog model ve bir matematiksel model de bir teorik model olabilir.

Model türlerinin herhangi bir noktada örtüşmesinin, teori ve deney arasındaki karmaşık ilişki ile daha da şiddetlenen karışıklığa neden olabileceğine işaret etmektedir. Açıklamak gerekirse, dalga fonksiyonlarının karmaşık hesaplarını içeren bir matematiksel model, atomik yapı hakkında önemli ayrıntılara neden olur, ancak bu hesaplamalardan kaynaklanan basit bir statik

resimsel model (örn., moleküler orbitallerin temsili), bize yardım eden yapının kimyasal olarak ilginç yönlerine odaklanır. Moleküllerdeki kimyasal bağların oluşumunu görselleştirir (Coll, 2006).

Gilbert ve Boulter (2000), modellerin sınıflandırmasını Tek Modlu (Single Mode) ve Karışık Modlu (Mixed Modes) olarak iki ana başlık altında toplamıştır. Tablo 1’de modellerin sınıflamasında tek modu, yani tek bir yönlü modeli görmekteyiz. Tablo 2’de ise, çift moda yer verilmiştir. Tek mod, modellerin sınıflamasında tek bir yönü ifade ederken, çift modda ise modelin birden çok yöne sahip olduğu sınıflama belirtilmiştir. Tablo 2’de metaforlar bulunmamaktadır.

Tablo 1’e göre metaforlar, modellerin tek modlu, sözlü (verbal) temsili sınıflarında, analogiler ile aynı kategori içinde bulunmaktadır. Bu anlamda metaforlar, nitel temsiller olarak modellerin bir parçasıdır. Temsil yönü, analogi ile aynı yöndedir ve statiktir. Bu görüşe göre, metaforların modellerin sınıflandırılmasındaki yerine Tablo 1’de yer verilmiştir.

Tablo 1’den metaforların, modellerin bir parçası olduğu statik (Durgun) sınıflamasının sözlü/yazılı/ sözlü/sözcüksel özellikler kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Eğitim alanındaki etkileri, modellerin bıraktığı etkilerle paraleldir. Oluşumunda bulunan kaynak alan ve hedef alan öğeleri metaforlarda da bulunur. İçerdiği belirsizlik, bir modelin bir gerçekliği tamamen yansıtamayacağı bilgisiyle örtüşür. Modelleri oluşturan “benzerlik” kavramı, metaforların da tabanını oluşturur.

Tablo 1

Modellerin Sınıflandırılmasında Tek Mod

		Tek Modlu Temsiller			
		Somut Maddeler	Görsel Resimsel	Sözlü (Verbal) Yazılı/Sözlü Sözcüksel	Matematiksel Formüsel Fiziksel Bedensel
Nitel	Statik (Durgun)	3D modeli	Diyagram Çizim	Analoji Açıklama Metafor	Gösteri Durumları gösterme
	Dinamik: Deterministik (Belirlenimci)	Hareketli modeller	3D		Set hareketleri
	Dinamik: Stokastik (Rastlantısal)	Fiziksel simülasyonlar			El Koordinasyonları
	Dinamik: Stokastik (Rastlantısal)		Grafiksel görüntüler	Formüller	

Nicel	Dinamik: Deterministik (Belirlenimci)	Ölçekli kopyalar çalışma	ile	Olguların canlı videoları		Formüller Bilgisayar Simülasyonları	El koordinasyonları ile göreceli davranışlar
	Statik (Durgun)	Ölçekli modeller		Fotoğraflar	Boyut mesafe yapılan Açıklamalar	Eşitlikler Kimyasal Formüller	Boyut gösterimi

Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. Netherlands: Academic kaynağından uyarlanmıştır.

Tablo 2

Modellerin Sınıflandırılmasında Karışık Mod

Karışık Modlu Temsiller								
Somut				Görsel Resimsel	Sözlü (Verbal) Yazılı/Sözlü Sözcüksel	Matematiksel Formüsel	Fiziksel Bedensel	
Nitel	Statik (Durgun)	Etiketler modeli	ile	3D	Etiketler ile diyagram	Analojilerle çizim yapma		Konuşarak gösteri yapma
	Dinamik: Deterministik (Belirlenimci)					Sözlü animasyon		Konuşarak hareket etme
	Dinamik: Stokastik (Rastlantısal)	Fiziksel simülasyonlar/etiketler						Konuşarak El Koordinasyonları
Nicel	Dinamik: Stokastik (Rastlantısal)				Grafiksel görüntüler			
	Dinamik: Deterministik (Belirlenimci)	Ölçekli kopyalar ile Konuşarak çalışma			Sözlü videolar		Bilgisayar Simülasyon- ları	Açıklanan miktarlarla el koordinasyonları
	Statik (Durgun)	Sözlü olarak nesne olma	bir	Etiketli Fotoğraflar	Boyut yapılan Açıklamalar ve hareketler	ile	Diyağramlı Eşitlikler	Konuşarak Boyut gösterimi

Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. Netherlands: Academic kaynağından uyarlanmıştır.

Model kullanımındaki eğitimin niteliği, belirli modele bağlı olarak değişecektir, ancak öğrencilerin bunları kullanmadan önce modelleri alamarına yardımcı olmak gerekir. Örneğin, iki boyutlu figürler için, öğrencilerin görsel ipuçlarına uygun şekilde algılanmasında dikkatli bir eğitime ihtiyaçları vardır. Belki de öğrencilere modellerin öğretilmesinin en büyük nedeni, sıklıkla soyut ve karmaşık kavramları somutlaştırmaktır (Coll, 2006). Modellerin bu doğası metaforlar için de geçerlidir.

1.3.Metafor ve Analoji İlişkisi

Hem metaforlar hem de analogiler kelime anlamıyla, birçok dilde benzetmenin karşılığıdır. Sözlük anlamları bile birbiriyle bu şekilde yakın olan analogiler ve metaforların arasındaki farkı tanımlamak, fizik eğitimi açısından oldukça önem taşımaktadır.

Analogiler güçlü öğrenme araçlarıdır. Analogiler, hedef alan ve kaynak alan arasında oluşturulan bir süreçtir. Bu süreç görsel (visual) olarak betimlenir ve oldukça dinamikdir (Wilbers ve Duit, 2006). Bu sürecin ögeleri Şekil 7’deki gibi şematize edilebilir. Şekil 7, analogik ilişkilerin, kaynak alan ve hedef alan arasında oluşan dinamik bir süreçten meydana geldiğini ifade etmektedir.



Şekil 7. Analogik ilişkilerin ögeleri

Analogilerin, iki görevi vardır, bunlar, haritalama ve üretim olarak da nitelendirilebilir. Bilgilerin yapılandırılmasında bu bakış açısı oldukça önemlidir (Wilbers ve Duit, 2006). Metaforlarda da kaynak ve hedef alanın varlığı mevcuttur ancak bu süreç, genellikle planlı programlı bir model oluşumu olarak sentezlenmez.

Fizik eğitiminde, metaforlar ve analogiler “*Anlamlı Öğrenme*” açısından etkili öğrenme araçları olarak görülmektedir. Kaynak alan ve hedef alan arasındaki bu süreç oldukça dinamikdir. Analogilerde, bilinen A kavramı ile B kavramı arasındaki benzerlik yönü, “A, B kavramına benzer” olarak tanımlanırken, metaforlarda ise A kavramı B kavramı yerine geçebilmekte, “A kavramı B kavramıdır.” şeklinde ifade edilmektedir. Fizikte kullanılan temel kavramların sınıf içi aktivitelerde ve ders kitaplarında sunumu açısından bu ayrım oldukça önemlidir.

Fizikte analogi, iki veya daha fazla alt alanın, aynı matematiksel yapı aracılığıyla tanımlanabileceği anlamına gelir. Herhangi bir benzetme, bir tür sözlük olarak görülebilecek bir tabloda devam ettirilebilir. Öğretirken genellikle analogileri kullanırız: elektrik ve manyetik

alan arasında, bir kapasitör ve bir bobin arasında, Newton'un çekim yasası ve Coulomb yasası arasında, dalgalar ve elektromanyetik dalgalar arasında analogilere sıklıkla başvururuz (Herrman vd., 2009).

Fizikte analogik muhakemenin kökeni nedir? Analog mantık, mecaz bir düşünce şeklidir. Kesin anlamı, kişinin felsefi duruşunun alabileceği şeydir. Geleneksel olarak benzetme, metafor gibi, ciddi bir (bilimsel) formdan ziyade bir dilin süslemesi olarak kabul edilir. Daha yakın bir zamanda, benzerlik, bilişsel bilim ve bilişsel dilbilim alanında, insan yaratıcılığının çoğunun altında yatan temel ve vazgeçilmez bir düşünce biçimi olarak kabul edilmiştir.

Burada, bilişsel dilbilim alanındaki son gelişmeler ve sürekli fizikteki kavramsal yapılarla ilgili araştırmalarda ortaya çıkan analogi tanımı sunulmaktadır. Bu yaklaşımda, analogi, insan figüratif düşüncesinin, yapılandırılmasına yol açmasından kaynaklanır. Gestalt kuramına göre, analoglarda bulunan açıklık öğrencilerin zihinsel yapıları ile tamamlanır (Herrman, 2009). Analogik metaforlarda bu net bir şekilde gözlemlenir.

Metaforlar da analogiler gibi figüratif düşünme sistemleridir. Analogi, bilişsel bilimde ve bilişsel dilbiliminde, insan yaratıcılığının altında yatan temel ve vazgeçilmez düşünce biçimi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan, analogiler motive edici işleve sahiptir. Analogiler insan zihninde türetilen analog düşünme sistemiyle kurulur. Metaforlar ve kavramlar arasındaki bağlantı yaratıcı süreçler içerisinde, analogilerden farklı olarak zıtlıklar içerir ancak insan zihni bunu benzerlik olarak algılar.

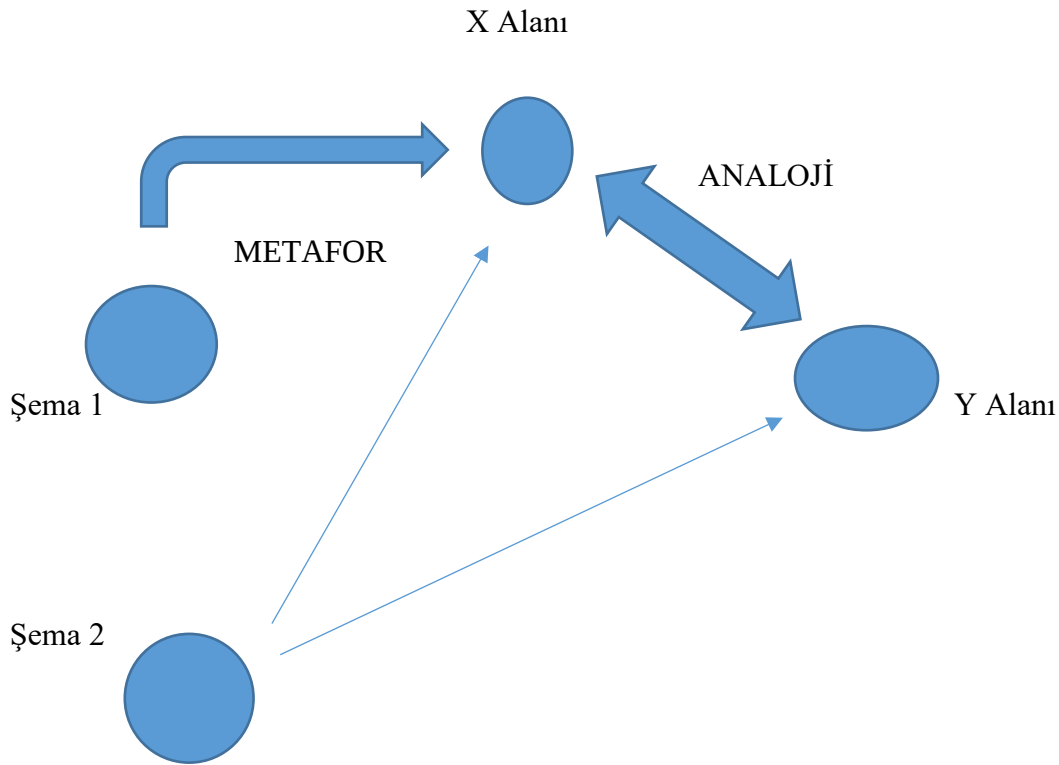
Bu süreç analogi oluşumunda önemlidir. Örneğin, bir insanın öfkesinin artması; sıvı maddelerin potansiyel enerjisi ile ilişkilendirilebilir. İnsanlar, öfkelenidikçe vereceği tepkilerin şiddeti artar. Örneğin bir şelalede suyun akışı, suyun kütlesi, yükseklik ve farkı ve yerçekimine bağlıdır. Bunu göstermek için analogi kullanılabilir. Ancak bunu gerçekleştirme fikri, bir insanın şiddetlenmesi gibi bir fikir orijinininden doğmuştur.

Metafor ve analogilerinin kökleri yaratıcı bir sürecin sonucudur. Bilişsel bilimler, genel olarak bilişsel dilbilim, özellikle bize, düşüncenin bir deneyim olduğunu öğretmiştir. Bu dünyayı anlamamızı yapılandırmak için yinelenen deneyimsel gestallardan oluşur. Sonuç olarak, benzerlik, bu yaratıcı sürecin sonucudur (Herrman vd, 2009).

Hem analogiler hem de dilde, temsil görevini üstlenen metaforlar, yaratıcı süreçlerdir. İnsan zihni bu yapıları öncelikle bir bütün olarak algılar, daha sonra ise parçalara böler. Zihnimizde bulunan bu şemalar arasında bir geçiş söz konusudur. Bu insanın olgular şeklinde fenomenleri

algılamasıdır. Yönler, görüntü şemaları ve figüratif (mecaz) anlayışın diğer unsurlarından oluşan bir dizi düşünce aracından ortaya çıkar. Bir şemanın belirli bir fenomen üzerine izdüşümü, dilsel metaforik ifadelerin örneklerine yol açan bir metafor olarak adlandırılır. Sonuç olarak birbirlerinin üzerinde alanın yapısını eşleyebiliriz. Fizikte bu, belirli bir yapı haritalama formuna, yani, akışkanlar, elektrik, ısı, hareket ve kimyasallar gibi olayların teorilerinin analogik akıl yürütmesine yol açar.

Herrman vd (2009), bu şemalar arasındaki ilişkiyi Şekil 8'deki gibi özetlemiştir. Şekil 8'e göre; zihnimizde bulunan şemalardan (Şema 1 ve Şema 2) X alanındaki veya Y alanındaki bir kavrama doğrudan geçiş metafor, X alanındaki bir kavramdan başka Y alanındaki bir kavrama geçişler ise analogi olarak ifade edilmektedir. Y alanındaki bir kavramdan yine X alanındaki bir kavrama geçiş de analogi olmaktadır.



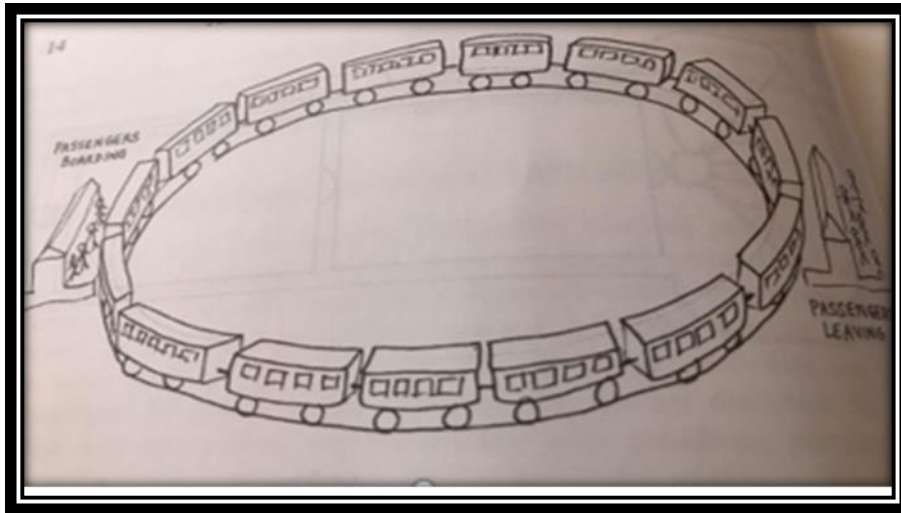
Şekil 8. Metafor ve analogi arasındaki ilişki. Herrman, F. (2009). Introduction. *Analogies: A key to understanding physics* içinde. http://www.hansfuchs.org/MATERIALS/Reims_Symposium_Analogies.pdf sayfasından erişilmiştir.

19. yüzyılda gerçekleşen, metafor ve analogi arasındaki farklardan kaynaklanan bilimsel çatışmalar Hesse (1963) tarafından tartışılmıştır. Bu tartışma, Lakoff ve Johnson'un (1980),

“algıladığımız tüm düşünce sistemi metafordur.” görüşünü destekler biçimdedir. Bu düşünce, fizik eğitiminde kullanılan analogilerin daha çok didaktik, sonradan oluşmuş ve bilinen kavramdan bilinmeye doğru bir köprü vazifesi üstlendiğini işaret etmektedir (Aubusson, Harrison ve Ritchie, 2006).

Harrison ve Treagust (2006), analogilerin fizik derslerinde kullanılmasının dost mu yoksa düşman mı olduğu tartışmıştır. Bu araştırmaya göre analogiler “iki uçlu kılıç” olarak görülmektedir.

Anlamalı öğrenmenin sağlanmasında, eski bilgilerin yeni bilgilerle ile yapılandırılmasında analogiler bir öğrenme aracı olarak görülmüş, ancak bu modelleme, bazen yetersiz bazen de yanlış olarak kullanılmıştır. Şekil 9’da araştırmada yer alan, elektrik akımı- tren analogisine yer verilmiştir. Bu analogiye göre elektronlar, bir devrede tıpkı tren vagonundaki nesneler gibi hareket etmektedirler. Bu bakış açısıyla, bir analogi öğrencileri kavram yanlışlarına sürüklemektedir.



Şekil 9. Elektrik akımını gösteren tren analogisi. Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies. P. Aubusson & S.M. Richie (Ed.), *Metaphor and analogy in science education* içinde. (s.11-24). New York: Springer kaynağından alınmıştır.

Fizik Eğitimi’nde, ilk analogi kullanımı, Stephan Hawking’in, astrofizik ve kuantum fikirlerini ifade etmek amacıyla, 74 tip analogi kullanması ile başlamıştır. Bu analogiler, “*A brief history of time*” adlı çalışmasında bulunmaktadır. Örneğin evren bir balona benzetilmektedir. Balon şiştikçe, üzerinde bulunan bir lekenin büyümesi evrenin genişlemesiyle izah edilmiştir. Evrenin her yöne doğru genişlediğini göstermek için, “*durum, üzerinde sürekli olarak lekelenen bir dizi leke bulunan bir balon gibidir*” açıklamasında bulunmuştur. Bu araştırmada, analogilerin

didaktik modelleme ürünü olduğu metaforların ise kendiliğinden fizik literatüründe bulunduğu örneklerle açıklanmıştır (Harrison ve Treagust, 2006).

Analoji ve analogik modeller bilimde popülerdir ve bilim insanlarının, doğanın güzelliklerini ve özelliklerini iletmesine yardımcı olur. Hem metaforlarda hem de analogilerde, analitik bir kavrayış söz konusudur.

Fen eğitiminde, “atardamar bir hortum gibi” veya “aktivasyon enerjisi bir tepe gibi” denilen basit benzetmeler ile karşılaşırız. Karşılaştırmanın dayandığı temeller belirtilmemiştir ve öğrenci bir atardamarın hortum gibi nasıl olduğunu yorumlamak için bırakılmıştır. Aynı zamanda, benzerliğin gerekçelerinin veya koşullarının belirtildiği ve bu zenginleştirilmiş analogiler olarak adlandırdıkları ikinci bir tür analogi bulunmaktadır. “Aktivasyon enerjisi bir tepeye benziyor, çünkü reaksiyona başlamak için reaksiyona giren maddelere enerji eklemeniz gerekiyor” örneğinde olduğu gibi (Harrison ve Treagust, 2006).

Metaforlarda, orantısal bir benzetmeye başvurulduğu genellikle görülmez. Bir kavramın minyatürleşmiş veya büyütülmüş yapısı değildir. Yapısal/orantısal benzerlik analoginin yapısında metaforlardan farklı olarak bulunmaktadır. Analogiyi zenginleştirmek, öğrenciye analoginin hangi şartlar altında olduğunu söylemekten daha fazlasını yapar. Öğrenciye analoginin; süreçler, dinamik fonksiyonlar ve yüzeysel yapılar ile sınırlı olmadığını anlatır. Gerçekten de basit bir yapısal analogi ve zenginleştirilmiş bir analogi arasındaki fark, bir çeşit nedenselliğin eklenmesidir; yani, basit bir analogi betimleyici iken, zengin bir analogi daha açıklayıcıdır (Harrison ve Treagust, 2006).

Genişletilmiş analogiler basit ve zenginleştirilmiş eşleştirmelerin bir karışımını içerir veya tüm eşleştirmeler zenginleştirilmiş analogilerdir. “Göz bir kamera gibidir” benzetimi genişletilmiş bir benzeşimdir. Her iki durumda da “gözün kamera gibi” olduğu belirtilir ve analogide birden fazla özellik vardır (Harrison ve Treagust, 2006).

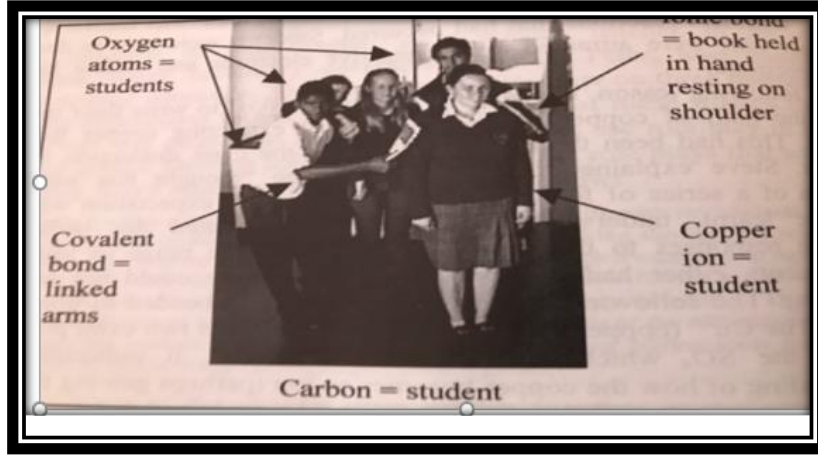
Bir metafor olan “manyetik alan” benzerliği ilişkisel bir benzeşimdir. Bu prensip, yerçekimi ve elektrik alanları için de geçerlidir. “Alan metaforu” bir spor alanı gibidir. Örneğin, bir futbol oyununda, bir yıldız oyuncunun eklenmesi veya kaybı, her iki takımdaki oyuncuları hemen etkiler. Oyuncular, içerik ve kurallar; alan etkileşimini oluşturur. Her zaman birbirlerini etkiler ve düzenler. Saha kavramı işlevsel ve ilişkiseldir ve aynı zamanda, neyin açıklanamayacağını da açıklar.

Gerçekten de alan açıklamaları yalnızca süreç ve ilişkisel terimler içinde anlaşılabilir. Ancak alan kavramını içeren analogiler, analoginin güçlü ve zayıf yönlerini göstermektedir. Alan metaforunun açıklayıcı gücü, başka hiçbir yöntemin yapamayacağını açıklayabilme yeteneğidir; zayıflığı, genellikle ortaya çıkan uygunsuzluktur (Harrison ve Treagust, 2006). Bu açıklamalar bize, metaforların analogiler gibi tamamen orantısız bir benzerlikten ziyade, geniş bir analogik benzetme taşıdığını göstermektedir. Alan metaforları bunun en güzel örnekleridir. Analogiler için ifade edilen iki uçlu kılıç kavramı, metaforlar için de geçerlidir. Çünkü, benzerlik yönüyle oluşan modelde bulunan belirsizliğin nasıl yorumlandığı, öğrencileri kavram yanılıgısına sürükleyebilir.

“*Metaphors for Genes*” adlı araştırmada, analogi ile metaforların farklı bir ayrılığına değinilmiştir (Venville, Gribble ve Donavan, 2006). Bu araştırmaya göre, metaforlar şaşırtıcı ve dengelenmemiş kavramlardır. Metaforlar, dilin temsilleri olarak bulunur. Yapılan bu araştırmada, öğrencilere DNA modeli sorulmuş, öğrencilerin kendi fikirlerine ulaşmaya çalışılmıştır. Bu araştırma, kendinden sonra gelen birçok araştırmaya da böylelikle kaynaklık etmektedir. Metaforlar, öğrencilerin bir kavram hakkında sahip oldukları algıları ortaya çıkarmak gibi eğitsel bir vazife üstlenmektedir. Metaforlar, öğrencilerin kendi kavramsal dünyasına inişte bir merdiven olarak betimlenmekte, ancak analogilerde ise bu yön bulunmamaktadır.

Venville vd. (2006), öğretmenler olarak, kelimeler ve temsil dili hakkında daha açık konuşmamız gerektiğini ifade etmişlerdir. Özellikle, DNA’nın “parmak izi gibi” ifade edildiği biyolojik metaforları tartışmalı ve metaforların yararlı olduğu ve belirsiz durum olduğu yerlerde öğrencilere açıklamamız gerektiğini vurgulamışlardır. Son olarak, bu çalışmada, kavramların metaforik güce sahip olduğunu ve burada öğretmenlerin bu türden bir düşünceyi geliştirme potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, okulda bunun en iyi şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğine dair gelecekteki önemli araştırma sorularına cevap vermektedir.

Aubusson ve Fogwill (2006), *Role Play as Analogical Modelling in Science* adlı araştırmalarında, analoginin farklı bakış açılarına değinilmiştir. Araştırma kapsamında öğrenciler, bir karbonat molekülü temsil etmişlerdir (Şekil 10). Öğrencilerden bazıları oksijen atomları olmuş, bazıları karbon olarak bir grup öğrenci el ele tutuşarak, bağları temsil etmiş, bu bağlar ile de öğrenciler rol oynamışlardır.



Şekil 10. Analogik rol oynama. Aubusson, P. J. & Fogwill, S. (2006). Role play as analogical modelling in science. P. Aubusson & S.M. Richie (Ed.), *Metaphor and analogy in science education* içinde. (s.93-104). New York: Springer kaynağından alınmıştır.

Araştırmada, metafor ve analogilerin modelleme araçları olduğu, bu modeller anlamlı öğrenme için etkili araçlar olduğu ancak yine de modellerin kavram yanlışlığına sebep olabilen yapısının olabileceği vurgulanmıştır.

Russell ve Hrycenko (2006)'un, *The Role of Metaphor in a New Science Teachers' Learning from Experience* adlı araştırmalarına göre metaforlar, bilginin görünen ve görünmeyen arasındaki boşlukta bir köprü görevi üstlenir. Bu araştırmada, metaforların işlevi, öğrencilerin bilgiyi yansıtma rollerinde eğitici bir görev üstlendiği olmuştur. Böylelikle, kavramların değiştirilmesinde, metaforların epistemolojik ve bilişsel yönü açığa çıkmıştır. Öğrencilere, elektrik konusunda 7 ayı aşkın sürede, kendi fizik kavramlarını açıklamak için kendi metinleri oluşturulmuş ve öğrenmeleri bu şekilde sınanmıştır. Öğrenciler, metaforlar aracılığıyla sahip oldukları kavramları yansıtmışlardır.

Bu araştırmadan itibaren, metaforların yansıtıcı rolü yaygınlaşmıştır. “Kavram nedir?” sorusu sorularak öğrencilerden, kendi metaforları alınarak, metaforlar veri toplama ve toplanan verilerden bir genelleme yoluna gitmek adına önem kazanmıştır. Ülkemizdeki araştırmalarda da sıklıkla metaforların bu özelliğine rastlanmaktadır. Analogilerde, bir öğrenme ürününü kendi bilgileri ışığında yansıtma rolü bulunmamaktadır.

Ritchie (2006), “*Metaphors We Write by*” adlı araştırmasında metaforların yaratıcı unsurlar olduğundan ve imajinatif bir rol üstlendiğinden bahsetmiştir. Fen eğitiminin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde bu roller açıklanmıştır.

Lakoff ve Johnson (1980)'un tartıştığı gibi, metaforların kavramsal sistemimizin bir parçası olduğu, bilginin yapılanmasında birleştirici bir görevinin olduğunu ifade etmiştir. Bu

araştırmada, metaforların bilişsel (cognitive) bileşenlerine yer verilmiş olup, analogiler hakkında böyle bir görev üstlendiği ifade edilmemiştir.

Ritchie (2006), metaforların akademik yazma ve fen eğitimindeki imajinatif ve temsili yönlerini pekiştirmiştir. Bir metaforun açıklanmasında bile metafor kullanılmaktadır. Analogilerde böyle bir özellik bulunmamaktadır. Akademik yazım, “gerçek getirisinin işin kendisi değil, yeni bir ürün yaratılmasında olduğu bir sanatsal yaratım eylemine” benzetilmiştir. Bu durumda, araştırma yazma sürecini yönlendiren ve aydınlatan metaforlardan bahsedilmektedir. Araştırma pratikleri hakkındaki son tartışmalar, metaforların araştırma söylemlerine nüfuz ettiğini ve metaforların pratiğe rehberlik edebileceğini bildirmektedir. Buradaki nokta, çeşitli farklı metaforlara erişimin, çeşitli kapsamlı araştırma görüntülerinin sunulmasını kolaylaştırmasıdır (Ritchie, 2006).

Ritchie, Aubusson ve Harrison (2006), metafor ve analogilerin fen eğitiminde oldukça önemli kavramlar olduğu ifade edilmiştir. Aubusson, dinamik örneklerinde analogi kullanmıştır. Ancak, karmaşık durumlarda, kavramların hikâye ile anlatımında metaforlara başvurulması gerektiği savunmuştur. Hem analogilerin hem de metaforların, Fen Eğitiminde karmaşık süreçlerde kullanılması gerektiği ve olayların anahtar noktalarında her iki yöntemin de kalıcı öğrenmeyi desteklediği belirtilmiştir. Buna rağmen, metaforların hikayeleştirme özelliğinin daha fazla olduğu, fen eğitiminde metaforların bu anlamda olayların yazı ile ifade edilmesinde daha baskın bir işlevi olduğu ifade edilmiştir.

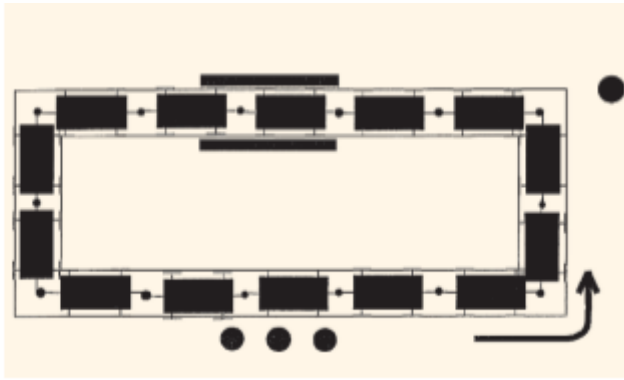
Fen eğitiminde, analogiler ve metaforlar, öğrencilerin, özellikle soyut ya da doğrudan deneyimlenen kavramları anlamalarına yardımcı olacak etkili araçlardır (Ritchie, Bellochi, Poltl ve Wearmouth, 2006). Analogiler, mevcut ve hedeflenen bilgi arasında kavramsal bir köprü oluşturabilir, aynı zamanda duygu, ilgi ve yaratıcı iç görüyü de uyandırabilir (Duit, 1991; Gilbert’den aktaran Ritchie vd. 2006).

Bazı karikatürlerde tasvir edilen görsel metaforik görüntüler, araç veya analog ve hedef arasındaki ilişkisel bağlantıların desteklenmesine de yardımcı olabilir (Cameron’dan aktaran Ritchie vd. 2006). Ancak, analogilerin uygunsuz kullanımı öğretmenlerin müdahale etmediği durumlarda alternatif yanlış kavramların oluşmasına yol açabilmektedir. (Duit, 1991; Glynn’den aktaran Ritchie vd, 2006). Örneğin, öğretmen adaylarının çalışmalarında ve araştırma projeleri sırasında grupların fizik benzetimlerini kullanmaları, öğrencilerin analogilerden aşırı genellemeye güçlü bir eğilim gösterdiklerini ve analogiden hedef kavramıyla alakasız özellikleri haritalandırdıklarını göstermektedir (Ritchie, vd. 2006).

Bazı araştırmacılar, deneyimli öğretmenler için daha geniş bir pedagojik uygulamaların kavramsallaştırılması ve uygulanmasına yardımcı olacak öğretim metaforlarını bulmuşlardır (Ritchie vd, 2006). Bu araştırmalar, yapılandırmacı yaklaşıma uygundur. Hem analogiler hem de metaforlar yapılandırmacı yaklaşıma dayanmaktadır.

Ludovic (2010), seri devrelerde, analogi kurulması üzerine odaklanan bir araştırma gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin öğrenme zorluğunu gidermek amacıyla, analogilerin nasıl akıl yürütme fikrinden yola çıkılarak, öğrenme sürecine anlamlılık kattığı tartışılmıştır. Öğrencilerin Elektrik konusunda var olan bazı kavram yanlışlarına da yer veren bu araştırmada, analogilerin öğrencileri, bir bilim insanı gibi düşünmeye sevk ettiği vurgulanmıştır (aktaran Kurt ve Sarı, 2017).

Araştırmada, elektrik yüklerinin bir devredeki hareketi (Şekil 11), işçi tarafından hareket ettirilen, raylı kamyon hareketine benzetilmiştir. Ancak, bu analoginin kavram yanlışısına neden olduğu da açıklanmıştır. Bu araştırmada metaforlar ile analogilerin orijin bakımından, benzerlik odaklı kurulduğu, öğrencileri bilimsel düşünmeye sevk ettiği ancak bununla birlikte bazı kavram yanlışlarına da sürüklediği açıklanmaktadır.



Şekil 11. Elektrik yüklerinin hareketi. Ludovic, M., & Dequidt, M. (2010). *A new analogy between mechanics and electricity: pupil's misconceptions, physical quantities and electrical components*. ESERA.

Pulaczewska (1999), “*Aspects of Metaphor in Physics*” adlı doktora araştırmasında, ağırlıklı olarak, metafor araştırmalarına, diğer araştırmaların sentezi olarak da analogilere yer vermiştir. Pulaczewska’ya (1999) göre hem analogiler hem de metaforlar, modellerin alt bileşenidir. Analogiler bilimsel modeller olarak tanımlanırken, metaforlar bazen bilimsel olmayan benzetmelerden oluşabilir.

Pulaczewska (1999), fizik kavramlarının çoğunun teorik olarak metaforlardan oluştuğu ifade etmektedir. Araştırmasında, metaforların bir dil süreci olduğu, kavramların ontolojik ya da analogik olarak gruplama yaptığımızda, metaforların bazı durumlarda analogilerin tamamen

karşısında olduğunu da ifade edilmiştir. Araştırmanın tüm bölümlerinde, fizikte kullanılan metaforlara yer verilmiş ve analizler yapılmıştır.

Brookes (2006), “*The Role of Language in Learning Physics*” adlı araştırmasına, öğrenme zorluklarına sebep olan metaforlardan yola çıkarak başlamıştır. Hem analogiler hem de metaforlar, yapı bakımından birbirine benzer. Bilinen kavramlardan bilinmeyen kavramı öğretme sürecinde, her ikisi de çok önemlidir.

Analojilerde, bilinen A kavramı, bilinmeyen B kavramına benzer. Metaforda ise, benzeyen ve benzetilen yönü arasındaki bağ, çoğunlukla kendiliğinden, bazen saçma, bazen kültürel, bazen varıksal, bazen de direk, A, B kavramıdır. Metaforlar, dilde oluşan bir süreçtir. Metaforlar, sözlük anlamı ile de genellikle benzerlik olarak açıklanır (Kurt ve Sarı, 2017).

Brookes (2006)’a göre, analogilerin kurulma amaçları belli iken, metaforların kurulma amaçları genellikle yoktur. Kendiliğinden dilde oluşan süreçlerdir. Bu süreçler de oldukça dinamiklerdir.

Metaforlar linguistiklerdir. Analojilerde böyle yapılara rastlanmaz. Analojiler ve metaforlar, modellemenin alt basamaklarıdır. Hem analogiler hem de metaforlar, yaratıcı süreçlerin ürünüdür. Bu süreç Fen Eğitiminde de öğrencilere, yaratıcılık fikri sunar. Bu süreç, öğrencileri öğrenme sürecinde çoğu zaman pekiştirirken bazı zamanlarda da öğrencileri kavram yanılgısına sürüklemektedir (Kurt ve Sarı, 2017).

Bu çalışmalar ışığında, metafor ve analogiler arasındaki benzerlik ve farklar Tablo 3’teki gibi özetlenebilir (Kurt ve Sarı, 2017):

Tablo 3

Fizik Eğitiminde Analojiler ve Metaforlar Arasındaki Farkların Analizi

Analojiler	Metaforlar
A kavramı B kavramına “benzer” olarak tanımlanır.	A kavramı B kavramıdır olarak tanımlanır.
Planlı bir sürecin ürünüdür.	Planlı bir sürecin ürünü değildir.
Linguistik değildir.	Linguistiklerdir.
Bilinmeyen kavram bilinen kavrama benzer.	Bilinmeyen kavram bilinen kavrama benzerlik yönü ile bağlı değildir.
Öğrencilerin kendi bilişsel haritalarını yansıtmaz.	Öğrencilerin kendi bilişsel haritalarına ulaşmakta kaynaklık eder.
Kavramları hikayeleştirme özellikleri yoktur.	Kavramları hikayeleştirme özelliği vardır.
Bilimseldir.	Bilimsel olmayabilir.
Kasıtlı oluşturulur.	Kendiliğinden vardır.
Ontolojik yapısı bulunmaz.	Ontolojik yapısı vardır.
Sınırlandırılmıştır.	Ucu açık düşünme birimleridir.
Genellikle somut modellerdir.	Genellikle soyut modellerdir.
Benzeyen ve benzetilen kavramlar gerçektir.	Benzeyen ve benzetilen kavramlar gerçekte var olmayabilir.

1.4.Fizik ve Metaforlar

Öğrencilere, fizik kavramlarını somut ve incelemeye açık hale getirmek ve öğrencilerin fizik ile ilgili kavramlarını anlama, algılama ve farkına varma becerilerini gerektiğinde değiştirmek, bazen de artırmak için metaforlardan yararlanılmıştır. Fizik eğitiminde kullanılan bazı metaforlar, bir teorinin sunulmasında, dile olan ihtiyaçla artmış ve sıklıkla bir teori ile birlikte doğduğu görülmüştür. Bu alana örnekler, *Maxwell* ve *Faraday*'da rastlanmaktadır. Fizik eğitiminde, metafor kullanmanın birçok amacı ve yönü bulunmaktadır.

Fizikte kullanılan bazı metaforlar, kullanılan dilde ve ders kitaplarında kendiliğinden bulunur. Bunlar, teorinin oluşumunu ifade etmekten ziyade, bir kavramı temsil etmek amacıyla kurulmuştur. Bu metaforlar, zamanla anlamını yitirerek mecazi bir anlama sürüklenir. Bu kullanılan mecaz, dilde öğrenme zorluğu olan bir yapı olarak karşımıza çıkacaktır (Brookes, 2006). Bu metaforlara örnek olarak "*parçacık*" metaforları verilebilir. Fizikte kullanılan bu parçacık metaforları, gerçek anlamından zamanla saparak ve başka dillerde farklı anlamlara bürünerek mecazi bir tür taşımaktadır.

Metafor ve benzeşim kimi zaman birbirinin yerine kullanılsa da metafor ve benzetmeler ile yakın akrabalar olan mecazi bir dilin varyantı olarak metafor ile birlikte var olur. Metaforik ve analogik düşünce arasında, benzetmenin metafor için gerekli bir koşul olarak düşünülebildiği ölçüde, anlamlı benzerlikler tespit edilmiştir (Thomas, 2006).

Bir metaforda, hedef ve kaynak alan bulunmaktadır. "Hedef" kelimesi metaforda açıklığa kavuşturulan veya güçlendirilen terimi veya kavramı temsil etmek için benimsenmiştir. Bir metaforda bir yönelim duygusu sağlamak, metafor yorumculuğunun ve yapısının önemli bir yönüdür ve "hedef" teriminin kullanımı bu yönetimini sağlar.

"Kaynak" terimi, bilineni, hedefi karakterize etmek, açıklığa kavuşturmak veya büyütme için kullanılan ikincil konuyu temsil etmek üzere benimsenmiştir. Kaynak, köken ile eşanlamlıdır ve metaforda hedefe aktarılan bir özelliğin, bu metaforun kaynağında kökenine sahip olduğu anlayışını pekiştirmek için seçilmiştir.

Yapılandırımcı görüşlere göre, önceki bilginin öneminin böyle bir kabulü, metaforların gelişimini, yeni bir anlam yaratmak için nasıl çalıştıkları konusunda önemlidir. Dahası, bir metafordaki hedef ve kaynak arasındaki farklılığın derecesi, başlangıçta gizlenen metaforun zemini ile sonuçlanır.

Metaforlar, öğrenciyi şaşırtır, farklı düşünmeye sevk eder ve öğrenciler arasında duygusal bir gerilim yaratır. Öğrencilerin inançları, örtük bilgileri ve öğrendiklerinin ne anlama geldiği konusundaki anlayışlarıyla yüzleşmelerine yardımcı olmak için metafor tarafından oluşturulan gerilimi kullanmak uygundur (Thomas, 2006).

“Fizik eğitimi alanında yaşanan bazı öğrenme zorlukları ve öğrenci başarısında yaşanan güçlükler, fizik eğitimcilerini sınıf içi öğrenme ortamlarında yeni arayışlar içine sürüklemiştir” (Kurt ve Sarı, 2017). “Bu arayış içinde yapılan araştırmalar, model oluşturma, analogiler geliştirme, tablo ve grafik oluşturma, şekiller sunma, matematiksel formüller kullanma gibi temsil (Representation) konularında ivme kazanmıştır” (Kurt ve Sarı, 2017). Temsiller fizik eğitiminde genel anlamda modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Modeller, fen sınıflarında çok farklı rollere ve çeşitli boyutlara sahiptir (Gilbert ve Boulter, 2000, s.41-57). Metaforların didaktik anlayışla ortaya çıkışı, temsillerin doğasında gizlidir.

“17. yy, fizikte birçok devrimin yapıldığı bir dönem olarak kabul edilmektedir (Pulaczweska, 1999). ”17. yy’den sonra, fizik biliminin kavratılması için gereken dil önem kazanmıştır. “Bu zaman diliminden sonra fizikte gerçekleşen yenilikler ve modern fiziğin doğuşu, fizikte yaşanan bu yenilikleri ve geliştirilen kuantum fikirlerinin kavratılması amacıyla metaforlara duyulan ihtiyaç artmıştır (Jones, 1982; Kurt, 2010; Pulaczweska, 1999).

Einstein ve Heisenberg’in kuantum fiziği çalışmalarının soyut ve anlaşılması güç kavramlarının ifade edilmesinde, çoğunlukla metaforlardan yararlanılmıştır. Brookes (2006), “fizikte kullanılan metaforların, öğrencilerin hayal gücünü geliştirici, bilinen kavramlar ile yeni kavramlar arasında yapılandırmacı bir bağ kurduğunu ifade etse de metaforların figüratif özelliklerinin bazı durumlarında, öğrencileri kavram yanılgısına sürükleyen yapıda öğrenme zorluğu olduğunu ifade etmiş, bu amaçla, fizikte kullanılan dilin temsili konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunun altını çizmiştir.

Metaforlar, bilimin merkezinde bulunur (Willison ve Taylor, 2006). Çünkü, metaforlar bir kavramın epistemolojik olarak açıklanmasında da yer alır.

Fizikte metaforların kullanım sıklığı, Jones (1982)’a göre, “figüratif, şiirsel bir anlatımla Kuantum Fiziği konusundaki kavramları hikayeleştirmek amacıyla artmıştır. *Alice Harikalar* diyarında olduğu gibi, yeni soyut bir kuantum evrenine girişte bu metaforlar, hikayeleştirme özelliği görmüştür.”

Bu anlamda kullanılan bazı metaforlar, hikâye oluşturma yapısı ve kendi içinde bir mizahi yön taşır. Örneğin literatürde bulunan, “*beyaz cüce*”, “*kara delik*”, “*kırmızı dev*” gibi metaforlar, bunlara örnek gösterilebilir (Jones, 1982). Şekil 12’de, literatürde bulunan bir metafor resmedilmeye çalışılmıştır (Görsel çiziminde Adobe Illustrator programı kullanılmıştır). Bu metafor, kara delikleri anlatmak için çocuklara kullanılan, “*siyah elbiseli adam*” metaforundan yararlanılarak, çocuklar için anlatılan bir hikâyeye benzer bir şekilde oluşturulmuştur. Bu hikâyede kullanılan metafor, zihinde kalıcılık sağlamak, kara deliklerin yapısını mizahi yönle anlatmak ve bilinmeyen için bilinenlerden yararlanma özelliği ile esinlenerek bir örnek amacıyla oluşturulmuştur:

...Kara delikler, karanlıkta bulunan siyah takım elbiseli bir adamdır. Bu adamı, göremiyor olmamız onun var olmadığı anlamına gelmez. Bu siyah elbiseli adam, tehlikelidir. Ne yapacağı belli değildir. Ait olduğu yerde liderliği kaybaldığı için öfkeli. Daha sonra, karanlık bir odaya yerleşmiştir. Bir odanın içinde geleni bekler. Odasından başka bir yere geçilip geçilemeyeceğini, ancak odasına girince anlayabiliriz. Sır vermez...



Şekil 12. Kara delik metaforu

Metaforların fizikte hangi işlevi gördüğü ile yapılan araştırmalar, metaforların fizikte kendiliğinden bulunduğu ve daha sonra bir işlev kazandığına dikkat çeker (Brookes, 2006; Brookes ve Etkina, 2007, 2009).

Hesse (1963), metaforların, modellerden; bilimsel olup olmaması yönüyle ayrıldığını ifade eder. Bu bakış açısıyla, analogiler ve genel anlamda modeller bilimsel nitelikler taşıırken metaforlar, gündelik dil özelliği taşımaktadır. Plansız programsızdır, öğretici bir kaygı taşımazlar ve sınırlandırılmamıştır.

Elbette bu bakış açısı, metaforların öğretici özelliği olmadığını ifade etmez, metaforların öğretici özelliği, onun çift anlam taşımasında ve yaratıcı süreçleri işe koyması ile mümkün olmaktadır. Öğrencilerin bilimsel düşünebilme adına ilk geliştirmesi gereken yeteneği, fiziksel süreç ve fikirlerin farklı şekillerde temsilini ve bu temsillerin birbiri arasında geçişini yapabilme yeteneğidir. İşte bu bağlamda, metaforların kullanımı kaçınılmazdır (Kurt ve Sarı, 2013).

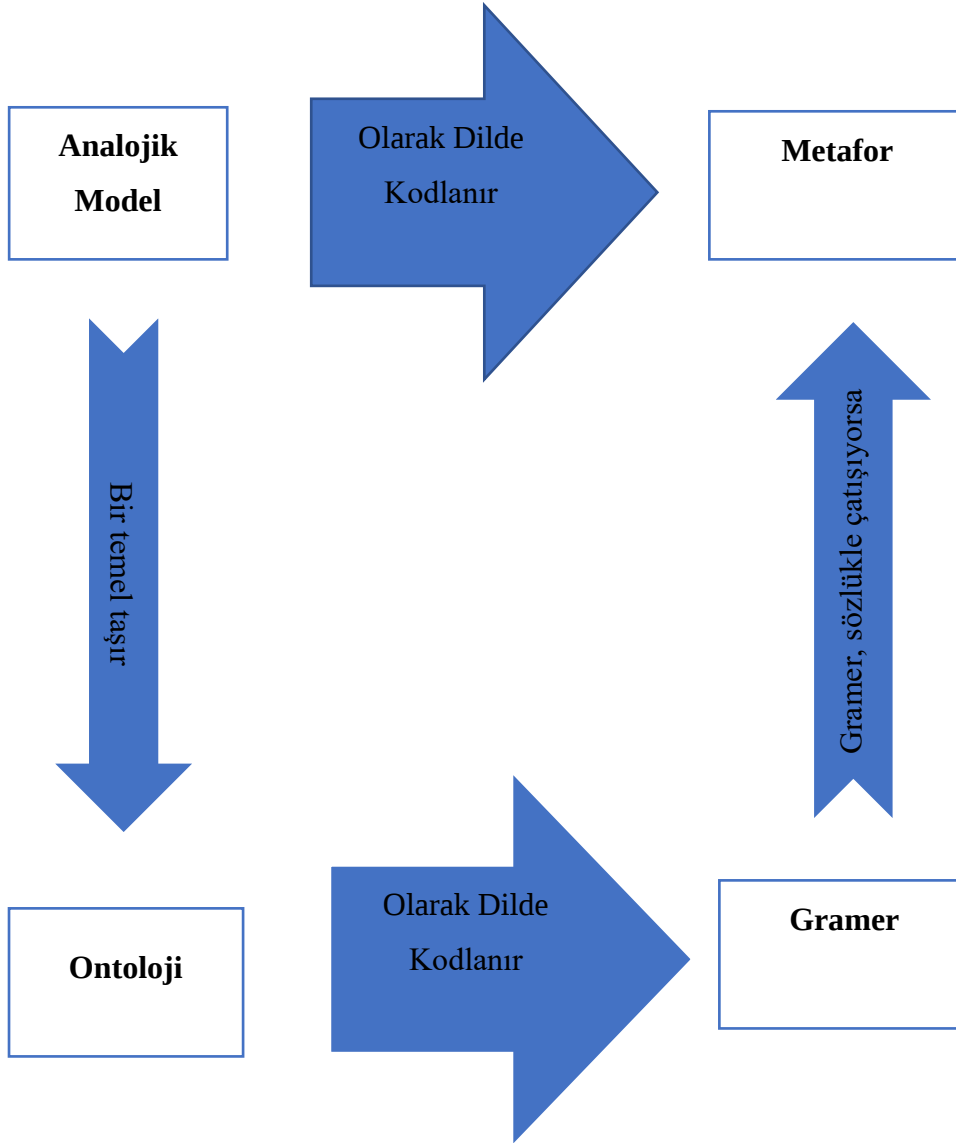
Brookes (2006)'a göre metaforların fizikte kullanımı ve işlevi aşağıdaki gibidir:

1. “Kavramsal metaforlar, analogilerin kodlanmasıdır. Analogilerde kurulan benzerlik yönü, derinleşerek figüratif bir anlama dönüşür. Bu anlam gizli ve örtüktür.”
“Örnek: “*Elektron dalga*” metaforu, analogik bir modelin dilde anlam ve derinlik kazanmasıyla oluşmaktadır.” Heisenberg belirsizlik ilkesinde veya Fourier dönüşümlerinde, bu metafordan yararlanılır.
2. “Kavramların fiziksel özelliklerinden yola çıkılarak metaforlar kurulabilir. Doğada belirgin olmayan bu durumlar, kavramlar ile ifade edilir.”
“Örnek: Young Deneyinin anlatılmasında, elektronun dalga ve parçacık özellikleri arasında kavramsal geçişlerin yapılması gibi.”
3. “Metaforlar betimleyici süreçler içerir. Çünkü, A kavramı B kavramıdır. “A kavramı, B kavramı gibidir” açıklaması ise belirsizlik ve gizlilik içerir.”
“Örnek: *Potansiyel kuyusu, elektron bulutu, elektrik alan çizgileri, manyetik alan çizgileri gibi.*”
4. “Metaforlarda, fiziksel ve coğrafi özelliklerin temsili, analogilerden ayrılır. Böylece fiziksel bir sistem ifade edilir.”
“Örnek: *Potansiyel enerji grafiği, potansiyel enerji grafiğinin yüksekliği gibi.*”

Brookes (2006), kuantum fiziğinde kullanılan bazı metaforlara değinmiştir. Hedef ve kaynak alan arasındaki ilişkinin, kuantum fiziğindeki metaforlarda fiziksel ve coğrafi özellikler açısından bir bağ ile oluştuğunu ifade etmiştir. Bu etkileşimden bazı örnekler aşağıdaki gibidir (Kurt, 2010):

“İnsanlar dünyayı, madde, süreç ve zihinsel durumlar olarak ontolojik kategorilere ayırmışlardır. Fizikte yer alan bazı modellerin elemanları, madde, süreç ve zihinsel durumlar olarak ontolojik kategorilerde haritalandırılabilir. Bu ontolojik metaforlar sıklıkla nesnelerin somut varlıklar olduğunu özetleyen kavramlardır” (Kurt, 2010).

Brookes (2006), fizikte bulunan metaforların oluşumunu araştırmıştır. Ona göre, metaforların oluşumunda bazı önemli süreçler vardır. Metaforların; analogiler, modeller ontoloji ve gramer arasında önemli ilişkileri ve dönüşümleri bulunmaktadır. Bu ilişkiye Şekil 13'te yer verilmiştir.



Şekil 13. Metaforların oluşum süreci. Kuantum fiziğinde metaforik bir harita. Brookes, D.T. (2006). *The role of language in learning physics*. PhD Thesis. Rutgers, The State University, New Jersey, New Brunswick.

Brookes (2006)'ya göre, fizikte bulunan metaforların 3 önemli ögesi vardır. Bunlar, ontoloji, gramer ve analogik modellerdir. Brookes (2006), fizikte bulunan metaforların oluşum süreç ve özelliklerini aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

- Birçok fiziksel model, analogik modeller ile başlamaktadır.
- Bir analogi kurulduğunda, fizikçiler analogiyi kavramsal metaforları kullanarak konuşmaktadırlar.
- Her analogik model, temel ontolojik ağaçta; *madde, süreç ve durumlar* sınıflarının bir bileşenidir.
- Analogik modelin bu ontolojik sınıflandırması, fizikçilerin belirli bir fiziksel fenomen hakkında konuşmak için kullandıkları her cümlenin dilbilgisi içinde kodlanır.
- Çoğu zaman dilbilgisinde kodlanmış ontoloji, üzerinde anlaşılmış sözcüksel ontoloji metaforu ile uyumlu olabilir. Bu gramer metaforları, belirli bir analogik modeli açıklamak için kullanılan kavramsal metaforları desteklemektedir.

Fizik eğitiminde kullanılan metaforların bazıları sonradan, bir kavramın algılanışını kolaylaştırmak, soyut kavramı somutlaştırmak, bilinmeyenle bilinenle açıklamak amacıyla oluşur. Bu metaforlar genellikle analogik metafor kaynaklıdır ve coğrafi veya fiziksel özellikler taşır. Kurt (2010), kuantum fiziğinde kullanılan bazı metaforlara ve bunların öğrencilerin algıları üzerinde etkilerini araştırmıştır. Bu araştırmada yer alan bazı metaforlar Tablo 4'teki gibidir:

Tablo 4

Kuantum Fiziğinde Kullanılan Bazı Metaforlar

<i>Potansiyel kuyusu</i>
<i>Potansiyel duvarı</i>
<i>Elektron bulutu</i>
<i>Tünelleme</i>
<i>Elektron dalgadır</i>
<i>Elektron taneciktir</i>
<i>Potansiyel basamağı</i>
<i>Dalga paketi</i>
<i>Kırılma</i>
<i>Yansıma</i>

Kurt, H. S. (2010). *Kuantum fiziğinde kullanılan metaforların öğrencilerin fizik algısı üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara kaynağından alınmıştır.

Brookes (2006), ısı konusunda metaforları da incelemiştir. Isı konusunda bulunan bu metaforlar, genellikle kavram yanlışlarını meydana getirmektedir. Ona göre, öğrencilerin, fizikte karşılaştıkları bir kavramın, madde mi, süreç mi yoksa zihinsel bir durum mu olarak

Chi'nin ontoloji ağacında yerleşememesi, bir kavram yanılgısını doğurmaktadır. Bu araştırmasından bazı metafor örnekleri aşağıdaki gibidir:

“Isı bir maddedir.”

“Isı, taşınan bir maddedir.”

“Isı bir süreçtir.”

Brookes (2006) araştırmasında, kuvvet konusundaki bazı metaforlara da değinmiştir. Bunlardan bazıları Tablo 5’deki gibidir. Tablo 5’te kuvvetin yaşayan bir nesne gibi algılanılması ve bundan doğacak kavram yanılgılarının da yine bu metaforların ve metaforik düşüncelerin doğasında var olduğu ifade edilmektedir.

Tablo 5

Kuvvet Konusunda Bazı Metaforlar

Kuvvet Yaşayan Bir Nesnedir: Bu metafor, kuvvetin çevresindekileri, değişimlere neden olabileceği, dünya algımıza dayanmaktadır. Örneğin, fizikçiler “kuvvet cisme etkir” demektirler.
Kuvvet Pasif Bir Etkileşim Aracıdır: Bu metafor, bir nesnenin değişiminin nasıl gerçekleştirilebileceğine dair insan algısına dayanır. Örneğin, fizikçiler “A nesnesi B nesnesinde bir kuvvet uygular” demektirler.
Kuvvet Sürücüdür: Bu metafor, insan duygularının ve arzularının eyleme veya değişime nasıl sebep olabileceğine dair algımıza dayanmaktadır. Örneğin, fizikçiler “Ay Dünya'yı çeker” demektirler.
Kuvvet Bir Eğilim veya Durumun Özelliğidir: Bu metafor, içlerinde yer alan maddeler olarak “nesnelerin özellikleri / halleri”ni tanımlamaktadır. Örneğin, fizikçiler “ipte gerginlik ...” demektirler.

Brookes, D.T. (2006). *The role of language in learning physics*. PhD Thesis. Rutgers, The State University in New Jersey, New Brunswick kaynağından uyarlanmıştır.

Eğer öğrenciler öncelikle fizikçilerin kuvvetle ilgili konuşma biçimlerine dayanan alternatif fikirlere sahiplerse, o zaman dilbilimsel olarak kuvvet modellerinden birine dayanan özelliklere sahip olan klasik “kavram yanılgıları” oluşmaktadır (Brookes, 2006). Bu anlamda, fizikte kendiliğinden bulunan metaforları ve kökenini bilmek, oldukça önem taşımaktadır.

Brookes (2006), bilginin nasıl yapılandırıldığına dair yeni bir bakış açısı geliştirmek için bilişsel dilbilim ve sistemik işlevsel dilbilgisi tekniklerini kullanmıştır. Özellikle, fizikçiler tarafından kullanılan dil üzerine yoğunlaşmıştır. Fizikte metafor, mecazi sistemler, ontoloji ve dilbilgisi açısından bir dilbilimsel görüş açısı kurarak, fizikçilerin konuşma ve yazımının altında yatan metaforların, öğrenci öğrenmesi ve fizik anlayışını etkileyebileceğini göstermiştir.

Brookes (2006), aynı zamanda, fizik söyleminde yer karmaşık metaforik sistemler ile fizikçilerin bilgilerini nasıl kodladıkları ve fiziksel sistemlerin modelleri nasıl oluşturdukları ile ilgili ilginç yönleri ortaya çıkarmıştır. Bu anlayış, fizikteki bilgi yapılarının fizik öğrencilerine olabildiğince şeffaf ve anlaşılabilir olmasını sağlamak için kullanılabilir. Bu kuramsal çerçevenin uygulanabilirliği belirlendiğinden, fizik öğretmenleri ve fizik öğrencileri arasındaki iletişim anlayışımızı arttırmaya yardımcı olabilir ve öğrencilerin fizik öğreniminde sahip oldukları bazı zorluklar hakkında bilgiler edinebileceğimizi ifade etmektedir.

Lancor (2012), yaptığı metafor araştırmalarında, “enerji” kavramı üzerine odaklanmaktadır. Metafor teorisinin, bilimsel ve bilimsel pedagojik söylemleri analiz etmek için yararlı bir teorik çerçeve olduğunu ve araştırmacılara enerjinin nasıl kavramsallaştırıldığına dair fikir verebildiğini göstermektedir. Bu durumda, enerji kavramına multidisipliner bir bakış, enerji karakteristiklerini (*koruma, bozulma, aktarma, dönüşüm ve kaynak*) yansıtan enerji öğretiminde kullanılan altı ortak kavramsal metaforu ortaya koymaktadır.

Lancor (2012), öncelikle, enerjiyi anlamak için kullanılan metaforlara atıfta bulunurken, bu araştırmanın katkısı, bu metaforları ve bu metaforlarda gösterilen enerjinin özelliklerini açıkça tanımladığını göstermek olmuştur. Ona göre, tek bir kavramsal metafor, bütünüyle enerji gibi karmaşık ve soyut bir kavramı açıklayamaz. Bazı kavramsal metaforlar, enerjinin çoklu karakteristiklerini gösterebilir, ancak zorunlu olarak, çok fazla örnek gösteremez. Metaforlara tutarlı bir bütün olarak baktığımızda, çeşitli özelliklerin bize nasıl daha eksiksiz bir enerji resmi kazandırdığını anlamaya yarar.

Lancor (2012) enerji konusunda aşağıda yer alan bazı metaforlara yer vermiştir. En çok kullanılan örnekler, *kimyasal enerji, kinetik enerji, ısı, elastik enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji* gibi enerji formları olan kavramlardır. Pek çok akademisyen “enerji formları” diliyle ilgili bir problem görmemekte, doğru kullanıldığında bu metaforun enerjinin bilimsel olarak doğru bir şekilde anlaşılmasını sağlayabileceğini savunmaktadır.

Lancor (2012), enerjinin aslında bir madde olmadığını kabul etmesine rağmen, enerjiyi somut bir miktar olarak göstermeden tartışmanın neredeyse imkânsız olduğunu ifade eder. Bu metaforlar sadece yaygın değil, aynı zamanda öğrencilerin soyut enerji kavramını kavramsallaştırmasına yardımcı olacak verimli bir çerçeve sağlar.

Herhangi bir metafor, belirli bir kavramın çeşitli yönlerini vurgular veya gizler. Bu durumda, enerjinin bir madde olmadığı gerçeği, diğer özelliklerin açık hale getirilebilmesini sağlar. Dezavantajı, bu dilin enerjinin fiziksel bir madde olduğunu ima etmesidir. Öyle olsa bile, birçok

eğitimci madde metaforlarının öğrencilerin enerji anlayışına zararlı olmadığını kabul etmektedir.

Lancor (2012) metaforların, enerji kavramını açıklamakta oldukça önemli olduğunu ve öğrenmeyi kolaylaştırıldığını savunmaktadır. Lancor'un (2012), enerji konusundaki belirttiği kavramsal metaforlara Tablo 6'da yer verilmiştir:

Tablo 6

Lancor'un Enerji Konusunda Bazı Metaforları

Sayılabilen bir madde olarak <i>enerji</i>
Form değiştiren bir nesne olarak <i>enerji</i>
Akışkan bir madde olarak <i>enerji</i>
Taşınilabilir bir madde olarak <i>enerji</i>
Üretilen veya depolanan bir madde olarak <i>enerji</i>
Kaybedilebilen bir madde olarak <i>enerji</i>

Lancor, R. (2012). Using metaphor theory to examine conceptions of energy in Biology, Chemistry, and Physics. *Sci & Educ*(23), 1245–1267 kaynağından uyarlanmıştır.

Elektrik konusunun çoğunun, analogi ve metaforlardan oluştuğunu söylemek de yanlış olmaz. Zira soyut düşünceler ve yapılar bütünüdür. Maxwell, inceleme, matematiksel formüller kullanma, çizim yapma, modeller ve metaforlar kullanma gibi çeşitli düşünce biçimlerinin kullanımını teşvik etmiş çoğu zaman da kullanımına öncülük etmiştir. Metaforları oldukça açık bir ifadeyle, “sadece bilimin meşru ürünleri değil, aynı zamanda bilimi üretme yeteneğine de sahip” olarak tanımlamıştır (Hoffman, 1980, s. 397).

Bir başka teorisyen, elektrik konusunda, Michael Faraday'dır ve düşünceleri neredeyse her fırsatta metafora dayanır (Hoffman, 1980).

Maxwell döneminden beri, fizik diline yerleşmiş bazı metaforlar bulunmaktadır. Bunlar, *alan (fields)* ve *çizgi (line)* metaforlarından türemiş, “*elektrik alanı*”, “*manyetik alan*”, “*elektrik alan çizgileri*”, “*manyetik alan çizgileri*” gibi kavramlardır. Bu kavramlar üzerine yapılan kavram yanlışları araştırmalarında, öğrencilerin zihinlerinde bazı durumlarda, gerçeklik algısından sapmalar ve yanlışlar gözlenmektedir ve ülkemizdeki çalışmalarda oldukça vurgulu olarak ifade edilir. Bütün bunları, bir dil oyunu olarak gördüğümüz zaman, bu kavram yanlışlarının kökeninin -önce teoriyi açıklamak için kullanılan sonradan nesnelliğini kaybeden – bu metaforlara dayandığını görmek çok da zor değildir.

Elektrik konusunda bir başka metafor ailesi akışkan (*fluid*) metaforlarından türetilmiştir. Bu metaforun kökeni, 18. yy. ortalarına kadar dayanmaktadır ve tüm elektrik kavramlarına dağılmıştır. Elektriksel olayların tanımına uygulanan dil, tam bir döngüden geçerek önce gerçek anlamındaki belirsizlik ile kullanımdan kalkmış daha sonra yeniden kullanılmaya başlanmıştır.

Pulaczewska (1999), bu elektrik kavramını saran “akışkan” metaforunun kökenlerini ve ne anlama geldiğini irdelemiştir. Newton 1836 yılında bu akışkan kavramını, “*parçacıkların rahatça kayabildikleri*” anlamında kullanmıştır. Coulomb ise, parçacıkları, negatif ve pozitif olarak ayırdıktan sonra, bu parçacıkların akışkanlık üzerindeki etkilerini açıklamıştır (Pulaczewska, 1999, s. 186). 18. yy. dan günümüze kadar devam eden bu kavramlar, “*akı*”, “*akım*”, “*elektrik akımı*” “*elektrik devresi*”, “*manyetik akı*” “*elektrik akısı*” ... gibi kavramlardır.

Günümüze baktığımızda, bu kavramlar, ilk kullanıldığı gerçek anlamı olan “*akışkan*” anlamını yitirerek, kendine has değerler kazanmıştır. Bu metafor grubunun kendine has özelliği nesnellikten koparak, ilk anlamına döndüğünde yine öğrenciler için kavram yanılgılarının kapısını zorlayacaktır. Bu metaforların fiziği öğrenme zorluğuna ve kavram yanılgısına dönüşebilen yapısına, ülkemizdeki kavram yanılgısı çalışmalarında görmek mümkündür.

Akmak kelimesi, öğrencilerinin zihninde adeta bir sıvının akması gibi bir anlam çağrıştırarak, “*Yüklü tanecikler kondansatör içinde akar*”, “*Manyetik akı gerçekte manyetik alanın akışıdır*” gibi kavram yanılgılarına dönüşebilmektedir.

Metaforlarda bulunan örtük anlam, hedef ve kaynak alan arasındaki kurulan köprüde, boşluk durumunu ortaya çıkarabilir. Bu anlatılmak istenen ve anlaşılan arasında oluşan bir belirsizlik, çoğu zaman da zorluktur. Bu anlamda, fizik öğretmenlerine ve öğretmen adaylarına bu süreçte, oluşan bu boşluğu doğru olarak tamamlamak adına büyük bir vazife düşmektedir. Bu anlamda, fizikte bulunan bu kavramların metafor olduğunu bilmek son derece önem taşımaktadır. Metafor kullanımının bu ikircikli yapısı, akıllara farklı sorular getirmektedir.

Metafor kullanımı elektrik konusunda doğru mudur? Böylesine tehlikeli kavramlar hala neden vardır? Elbette bu sorular sadece kendi ülkemizde değil, diğer ülkelerde de sorulmaktadır. Bu metaforik kavramların birçoğu kendiliğinden, bilimin doğuşuyla birlikte meydana gelmiştir. Zamanla bilimsel bilginin aktarılması için bir dile, soyut düşüncüyü somutlaştırabilmek için de bir alana ihtiyaç doğmuştur. Bu bağlamda metaforlar, vazgeçilmez bir unsur olmuştur. Örneğin, “*alan çizgileri*”, ilk kurulduğu andan beri, tüm dünyayı sarmış ve yüzyıllar sonra da günümüze kadar gelmiştir. Metaforlar kalıcı yapılardır ve nesilden nesillere aktarılır.

Pulaczewska (1999), “*Aspects of Metaphor in Physics*” adlı eserinde fizikte kullanılan bazı metaforlara yer vermiştir. “Bu metaforlar, bir kavramı açıklamak için başka kavram kullanılmasıyla oluşmuştur”. Bu kavramlar kendiliğinden dilin kendisinde vardır. Bunlardan elektrik konusunda yer verdiği bazı metaforlar Tablo 7’de olduğu gibi gibidir.

Tablo 7

Elektrik Konusunda Bulunan Bazı Metaforlar

Metaforun Adı
Elektron sıçraması
Voltaj yükselmesi
Elektron bulutu
Dalga paketi
Elektron dalgadır/ Elektron taneciktir ikilemi
Elektron kabuğu
Manyetik kabuk
Puls treni
Dalga parçacığı
Elektron kaçıışı
Elektrik alan çizgileri
Elektrostatik durum
Maxwell’ cini
Hayalet alan
Hayalet imajı
Spektrum
Spektral alan
Elektriksel iş
Elektron demeti
Radyo dalgaları
Elektriksel görüntü
Manyetik görüntü
Elektrostatik görüntü
Bağlı durum
Bağlı elektron
Elektron kabı
Elektron aynası
Manyetik ayna
Saçılma açısı
Elektron tabancası
Elektronun akışkan algılanması
Yansıma
Maxwell denklemleri
Elektrik akımı
Elektriksel potansiyel
Elektrik yükü
Elektriksel alan
Kırılma
Yoğunlaşma
Elektriksel yoğunluk
Manyetik alan çizgileri
Manyetik alan

Pulaczewska, H. (1999). *Aspects of metaphor in physics-examples and case studies*. Tübingen: Niemeyer kaynağından üretilmiştir.

Elektrik konusunda bulunan bu metaforlar (Tablo 7), kimi zaman öğrenci algılarını yaratıcı süreçler içine sürükleyerek poetik bir imaj sunar ve öğrenmeyi kolaylaştırır. Bazı durumlarda ise, bu metaforlar gerçeğin kendisinden sapmasına neden olarak öğrenme zorluğu olarak karşımıza çıkar. Bunun sebebi, bir metaforun çifte anlam taşıması, bazı durumlarda anlamı başka bir noktaya taşıması, bazı durumlarda yaratıcı süreçleri geliştirerek gerçekten uzaklaşması olarak kabul edilebilir. Araştırmada, Tablo 7’deki kavramların kendisi, Pulaczewska’ya göre (1999) metafordur.

1.5.Literatür Taraması

Metaforlar, birçok farklı ülkede, birçok açıdan araştırılmıştır. Bu araştırmalar, konudan konuya, alandan alana farklılık göstermektedir. Bu anlamda literatür taraması bölümünde ülkemizde yapılan bazı metafor araştırmalarına ve çeşitlerine, nelere odaklanıldığı gibi bazı bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda, uluslararası olarak gerçekleşen diğer metafor araştırmalarına da yer bazı karşılaştırmalar yapılmıştır.

a) Ülkemizde Metaforlar Konusunda Yapılan Bazı Araştırmalar

Türkiye’de fizik eğitiminde metaforları inceleyen araştırmalar neredeyse yok denilecek kadar azdır. Ülkemizdeki literatürde bulunan bazı metafor araştırmaları, aşağıdaki gibi sunulmuştur. Bu araştırmalar, multidispliner alandan seçilerek farklı bakış açılarını birleştirmektedir. Böylece, diğer alanlarla fizik eğitiminde yapılan metafor araştırmaları arasında bir bağ kurulmaya çalışılmıştır.

Eraslan (2011), yaptığı araştırmasında, “sosyoloji” kavramına ilişkin öğrencilerin sahip olduğu algıları, metaforlar yardımıyla açıklamaya çalışmıştır. Araştırmanın örneklemi, (2010-2011) öğretim yılında, Kırıkkale Üniversitesi’nde öğrenim görmekte olan 142 Sosyoloji Bölümü öğrencisi oluşturmuştur. Eraslan (2011), ülkemizde yapılan diğer bazı çalışmalara paralel olarak, nitel veri analizi tekniğinden faydalanmıştır. Araştırmanın sonucunda, “sosyoloji” kavramı ile ilgili 76 geçerli metafor üretilmiştir. Bu metaforlar “yaşamsal, önem, mekân-yer, obje, soyutluk, epistemik ve birleştiricilik” gibi yedi kategori altında sunulmuştur. Eraslan (2011) bu araştırmasıyla, metaforların, bir kavramın nasıl algılandığına dair güçlü ipuçları barındırdığını ifade etmiştir. Bu bakış açısıyla, metaforların bir öğretim aracı olarak da kullanılabileceğini açıklamaya çalışmıştır. Bu öğretim aracından bahsederken, bir metaforun anoloji ile kullanılması gerektiğinden bahsetmiştir. Örnek olarak ise, toplum- orman, apartman ve statü benzetmelerinden yararlanmıştır. Eraslan (2011), metafor çalışmalarında analogilerin

de incelenmesi gerektiğini ifade ederek fizik eğitimi araştırmalarına benzer bir sonuç elde etmiştir.

Ülkemizde metaforlar ile yapılan bir araştırma da Çalışkan (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, kavramsal metafor teorisinden yola çıkılarak, Cemil Meriç'in, *Bu Ülke* adlı eserindeki metaforlar incelenmiştir. Çalışkan (2009), yaptığı bu dil araştırması ile, metaforların sadece bir süs figürü olarak değil, bilgiyi farklı bakış ile ele alma ve bilgi üretme yolunda bir araç olduğunu ifade etmiştir. Çalışkan (2009) bu araştırmasında, kültürün metaforların oluşumunda önemli bir rol üstlendiğini ifade etmiştir. Metaforlar ile ilgili yapılan diğer araştırmalardan farklı bir yol çizerek, bir toplumun kültürünün o toplumdaki metaforların oluşumunda önemli rol oynadığını belirtmiştir. Çalışkan (2009)'ın, bu araştırması ile metaforların kültürden kültüre dolayısıyla ülkeden ülkeye farklı algılanabileceği ortaya çıkmıştır.

Bilişsel açıdan metafor, tek başına ele alınacak bir kavram olmaktan ziyade çeşitli bileşenlerin oluşturduğu bir bütün olarak düşünülmelidir. Bu parçalar ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır. (Kovecses'ten aktaran Çalışkan, 2009):

- "Tecrübe temeli (experiential basis)"
- "Hedef alan (target domain)"
- "Kaynak alan (source domain)"
- "Hedef ve kaynak alan arasındaki ilişki" (relationship between the target and the source)
- "Metaforik dilsel ifadeler" (metaphoric linguistic expressions)
- "Çakıştırmalar" (mappings)
- "Gerektirmeler" (entailments)
- "Dildışı gerçekleşme" (non- linguistic realization)
- "Kültürel modeller" (cultural models)"

Çalışkan'ın bu çalışması (2009), kültür- metafor ilişkisi açısından önem arz etmektedir. Literatürde bulunan diğer sınıflamalara ek olarak kültür ögesini vurgulaması diğer çalışmalara da ışık tutmuştur. Nitel araştırma tekniğinden faydalanılarak yürütülen bu araştırmada, öğrencilerde teknoloji kavramına ilişkin 95 metafor elde edilmiştir.

Metaforlar ile ilgili yapılan bir diğer araştırma, Mersin'de gerçekleştirilmiştir. Ergen ve Yelken (2015) çalışmasında, İlkokul 3. sınıf öğrencilerinin teknoloji kavramına ilişkin metaforik algılarını araştırmıştır. Araştırmada, "Teknolojigibidir. Çünkü....." ifadesi kullanılarak öğrencilerin sahip oldukları metaforlar açıklanmaya çalışılmıştır. Ergen ve Yelken (2015) araştırmalarında çünkü ifadesini kullanmalarının sebebini, öğrenci metaforları için, açıklayıcı

bir kanıt sunmalarını sağlamak olarak belirtmişlerdir. Bu araştırmada, öğrencilerden bir de resim çizmeleri beklenmiştir. Bu resimler daha sonra temel veri kaynağı olacak şekilde işlenmiştir. Nitel araştırma tekniğinden faydalanılarak yapılan bu araştırmada, 95 farklı öğrenci metaforuna ulaşılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda 3.sınıf öğrencilerin teknolojiyi en çok ‘‘oyun’’ kavramı olarak ifade ettikleri belirtilmiştir. Ergen ve Yelken (2015), metaforların tek yönlü kavrayış üretmesi açısından önemli ancak bir de kavramları çarpıtma özelliği açısından bir rolü olduğunu belirtmişlerdir. Metaforların, öğrencileri benzerlikleri fark etmeye teşvik ettiklerini aynı zamanda ise farklı yönleri görmeyi göz ardı etmeye davet ettiğini belirtmişlerdir. Ergen ve Yelken (2015)’in bu araştırmaları ile, metaforlar ve benzerlikler arasında bir bağ olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırma ile ayrıca, metaforlar ve görsel öğelerin birlikte kullanılabileceği fikri de ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde, metaforlar ile ilgili bir diğer araştırma Tortop tarafından 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Tortop (2013), üç farklı eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan üniversite öğrencilerinin, üniversite hocaları hakkındaki metaforları açığa çıkarmak istemiştir. Nitel ve nicel veri analizi tekniklerinden faydalanılarak yürütülen bu araştırmada, 183 farklı metafor tespit edilmiştir. Öğrencilerin, üniversite hocaları ile ilgili sahip oldukları metaforlar 16 kategoride toplanmıştır. Belirtilen bu metafor kategorileri ile, eğitim fakültesinde okuyan öğretmen adaylarının, üniversite hocaları hakkındaki görüşleri açıklanmış ve bu metaforlar araştırmada ortaya koyulmuştur. Ülkemizde gerçekleştirilen bu araştırma ışığında, oluşturulan bu kategoriler ile metaforların bir değerlendirme aracı olarak da ön görüldüğü ortaya çıkmıştır (Tortop, 2013).

Kalyoncu (2012), metaforlar ile ilgili başka bir araştırma yürütmüştür. Bu araştırmada, ‘‘Görsel Sanatlar Öğretmen Adaylarının Öğretmen Kavramına İlişkin Metaforları’’ başlıklı bir çalışma yapılmıştır. Bu araştırmada, öğretmen adaylarının, yine kendi alanlarındaki öğretmenler ile ilgili algıların, metaforlar yardımıyla ortaya çıkarılması sağlanmak istenmiştir. Araştırma, 266 öğretmen adayı ile Trabzon’da yürütülmüştür. Diğer metafor araştırmalarında da rastlayabildiğimiz üzere, ‘‘Görsel Sanatlar Öğretmeni ... gibidir; çünkü ...’’ cümlesi sunulmuş ve öğretmen adaylarından bu boşlukların doldurulması beklenmiştir. Araştırma sonucunda, 86 farklı metafor elde edilmiştir. Yapılan analiz çalışmalarından sonra, Kalyoncu (2012) metaforların güçlü bir araştırma aracı olduğunu ifade edilmiştir. Kalyoncu (2012), eğitimde yer alan metaforların rollerini aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

“Bir kavramı farklı bir kavramla tanımlama”

“Bir kavramı, farklı bir kavramın benzetme yönüyle betimleme”

“Bir kavramı farklı bir boyutta görme”

“Bir kavramı farklı bir kalıpla yorumlama”

Kalyoncu (2012), araştırmasında, Türkiye’de yapılan metafor çalışmalarının eğitsel yönünü vurgulamıştır. Ona göre metaforların, diğer çalışmalara paralel olarak, “öğrenmeyi teşvik etmede, yaratıcılığı geliştirmede ve planlamada, eğitimcilerin uyguladığı öğretim uygulamalarını, yönlendirmede ve eğitimcilerin modern eğitim anlayışındaki yerlerini belirlemede bir araç konumunda” kullanıldığını ifade etmiştir.

Ülkemizde yapılan metaforlar ile ilgili bir diğer araştırma müzik alanında gerçekleşmiştir. Uygun (2015) tarafından gerçekleştirilen bu araştırma başlığı “Öğretmen Adaylarının Geleneksel Müzik Türlerine İlişkin Algılarının Metaforlar Aracılığıyla İncelenmesi” şeklindedir. Uygun (2015), yaptığı bu araştırma ile, “Niğde Üniversitesi Eğitim Fakültesi’nde” öğrenim görmekte olan 432 öğretmen adayının, “Türk halk ve geleneksel Türk sanat müziklerine ilişkin algılarını metaforlar aracılığıyla ortaya çıkarmayı” hedeflemiştir. Araştırmada, “Türk halk müziği... gibidir. Çünkü ...” ve “Geleneksel Türk sanat müziği... gibidir. Çünkü ...” cümleleri sunularak öğrencilerden boşlukları doldurmaları istenmiştir. “Çalışma sonucunda katılımcıların Türk halk müziğine ilişkin 67 adet ve geleneksel Türk sanat müziğine ilişkin 78 adet metafor ürettikleri tespit edilmiştir.” (Uygun, 2015). Uygun (2015), metaforların, “Bir bireyin yüksek düzeyde soyut, karmaşık veya kuramsal bir olguyu anlamada ve açıklamada işe koşabileceği güçlü bir zihinsel araç” olduğunu ifade etmiştir. Uygun’un (2015) bu araştırmasında, soyut kavramlarla ilgili algıların metaforlar aracılığıyla somutlaştırılmış olarak yansıtacağını düşünmüştür. Bu oldukça önemli bir ifadedir ve fizik eğitimi araştırmaları ile paraleldir.

Uygun (2015), metaforların, soyut düşüncüyü somutlaştırma özelliğinden bahsetmiş ve bunun üzerinde durmuştur. Bu araştırmada da metaforların veri toplama aracı olarak kullanıldığı görülmektedir. Uygun (2015)’ün çalışmasında, müzik alanında bulunan metaforlar ile metafor-müzik ilişkisine de rastlamaktayız. Konuya açıklık getiren çalışmanın müzik-metafor ilişkisi tam olarak aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

“...Metafor, bahsedilen işlevleriyle müzik araştırmalarında da dikkat çekici bir unsur haline gelmiştir. Metafor, müzik alan yazınında yer alan çalışmalarda genel olarak üç farklı tipte karşımıza çıkmaktadır. Birinci tip çalışmalarda müzik eserlerindeki metaforik anlatım ele alınmıştır. Bu çalışmalar, müziğin bir iletişim şekli ve iletişim aracı olduğu hususlarında temellenmiştir. Buna göre, müzik eserlerinin kendine özgü bir dili vardır. Bu bakımdan tıpkı bir metin gibi algılanabilir...”

Ülkemizde metaforlar konusunda yapılan başka bir araştırma, işletme alanında, *kariyer* konusunda Otluoğlu (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Metaforun bir dil oyunu olduğunu iddia eden çalışmalara paralel olarak bu çalışmada, kariyer konusunda kullanılan metaforlar derinlemesine incelenmiştir. “Çalışmada, kariyer literatüründe önem teşkil eden on üç ayrı metafor ele alınmıştır. Bu metaforlar, yol-yolculuk, hikâye, dağa tırmanma-plato, merdiven-basamak, cam tavan, miras, çıpa, uyum, mevsim, bürokrasi, sınır, portföy ve sermaye metaforları olarak sıralanmaktadır” (Otluoğlu, 2014). Bu araştırmanın sonucunda ülkemizde *kariyer* konusunda birçok metaforun bulunduğu görülmektedir (Otluoğlu, 2014). Araştırmada Psikoloji, Felsefe ve Danışmanlık alanlarında metafor yönelimlerine de yer verilmiştir. İncelenen bu 13 metaforun, kariyer kavramını tam olarak yansıtmadığını, ülkemizde, kariyer denilince aklımıza merdiven, basamak metaforlarının çağrıştığını ancak bu geleneksel izlerin çoğunlukla kavram karmaşasına sebep olduğu belirtilmiştir. Bu araştırma ile, metaforların kavram karmaşasına sebep eden bir yönünün de olduğu ortaya çıkmaktadır.

“Ortaöğretim Öğrencilerinin İnternet Kavramına İlişkin Algılarının Değerlendirilmesi: Bir Metafor Analizi Çalışması” başlıklı araştırma ise, Şahin ve Baturay (2013) tarafından Konya’da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Ortaöğretim öğrencilerinin internete yönelik algıları irdelenmek istenmiş bu amaçla, ülkemizde yapılan diğer metafor araştırmalarına benzer olarak “İnternet ...gibidir/benzer, çünkü...” kalıbından faydalanılmıştır. Bu soru, 251 öğrenciye, Konya’nın Çumra ilçesinde sorulmuştur. Araştırmada, “metafor analizi” tekniklerine benzer olarak, açık uçlu sorularla öğrencilerin kavramsal yapılarına ulaşılmaya çalışıldığını görmekteyiz. Araştırmanın en ilgili çekici yanı, öğrencilerin interneti “su” gibi algılamaları olmuştur (Şahin ve Baturay, 2013). Öğrenciler, interneti bağımlılık yapması yönüyle *sigarayla*, zamanı kötü kullanması, yapılacak iyi niyetleri engellemesi açısından da *şeytanla* özdeşleştirmişlerdir. Bu araştırma ile, güncel bir kavram olan internetin, öğrencilerin metaforları yardımıyla nasıl algılandıklarını da öğrenmekteyiz. Bu ve benzer araştırmaların, araştırma örneklem sayısının arttırılarak, metaforun aynı zamanda sorunları ifade eden bir yanının olduğu da bu araştırma ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır (Şahin ve Baturay, 2013).

Metaforlar ile ilgili bir başka çalışma, Çapan (2010) tarafından, “*Üstün Yetenekli Öğrenciler*” konusuyla ilintili olarak gerçekleştirilmiştir. Eskişehir’de 2008- 2009 öğretim yılında, öğretmen adaylarının üstün yetenekli öğrencilere karşı algılarının ortaya çıkarılması üzerinde gerçekleştirilmiştir. Açık uçlu sorular ile, 211 öğretmen adayına aynı kalıp metafor sorusu yöneltilmiş ve “*çünkü...*”. Sorusu eklenerek dayanaklandırmaya çalışılmıştır. Araştırmanın sonucu, eğitsel alanda da önem arz etmektedir. Çalışmada, öğretmen adaylarının metaforik

algılarının daha sonraki süreçte, üstün yetenekli öğrencilere yönelik davranışlarında yöneltici bir özelliği olduğundan bahsedilmiştir. Bu bağlamda, metaforlar bu öğretmen adaylarının algıları hakkında ipucu elde etmek için bir araç olduğundan bahsedilmiştir. Bu araştırma ile, metaforların Eğitim sürecindeki işleyişi, yapılanması gibi konularda önleyici ve geliştirici noktaları tespit etmede kritik bir rol üstlendiği vurgulanmaktadır (Çapan, 2010).

Tarih alanında yapılan metafor araştırmalarına, Tuna ve Budak (2013)'ın çalışması örnek gösterilebilir. Araştırmanın örneklemini “Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Öğretmenliğine devam eden 100 öğretmen adayı oluşturmaktadır.” Bu araştırmada, sosyal bilgiler öğretmen adaylarına, “Tarihgibidir. Çünkü.....” ifadesi, literatürde benzer çalışmalara paralel olarak sorulmuş ve cevaplarla, öğrencilerin öz metaforları açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin metaforları, 11 kategori altında incelenmiştir. Bunlardan en fazla metafor oluşturulan alan, “Geleceği Aydınlatan ve Rehber Olan Tarih” kategorisinde olmuştur. “Tarih.....gibidir.” Sorusundaki boşluklara en fazla, “dede”, “ayna”, “ışık” ve “hayat” metaforları ile karşılık verilmiştir. Bu araştırmadan, bazı çarpıcı örnekler aşağıdaki gibidir (Tuna ve Budak, 2013):

“Tarih dedeye benzer. Çünkü, geçmişe dair çok tecrübeleri vardır.

“Tarih mürekkep lekesi gibidir. Çünkü tarih silinmez, silinemez.”

Araştırmada, metaforlara mecaz adlandırılması yüklenerek, “A olgusunu veya kavramını B olgusuna benzeterek” metafor analizinden faydalanılmıştır. Metafor bu çalışmaya göre, benzerlik ve bağlantı kurma yönlerinden bahsedilmiştir. Bireysel farklılıkların, bireylerin metafor üretme sürecinde önemli rol üstlendiği de ayrıca vurgulanmıştır (Tuna ve Budak, 2013).

Felsefe alanında gerçekleşen bir metafor araştırması, 2003 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde vücut bulmuştur (Çiçek, 2003). Bu araştırmanın adı, “Kadim Üç Felsefe Problemi Bağlamında Mevlâna'nın Mesnevi'sinde Metaforik Anlatım"dır. Çalışma, “*Mesnevi*” eseri çevresinde şekillenmiştir. Çiçek (2003), Mevlana'nın düşüncesindeki “metaforla anlatım” konusuna ağırlık vermiştir. Ülkemizde, metaforların aynı zamanda istiare olarak betimlenmesini değinen Çiçek (2003), istiarenin metaforları anlamak ve anlatmakta daha doğru bir kelime olduğunu açıklamıştır. Araştırmada, metaforların, bilinen somut kavramlardan bilinmeyen soyut kavramlara doğru bir yolculuk olduğundan bahsetmiştir. “Hikayeler, masallar, teşbihler”, bu kapsamda yer almaktadır. Çiçek (2003), bu felsefi araştırmasında, metaforların bir gizli mesaj iletme kanalı olduğunu da ele almıştır. Buradaki amacın “hem

anlayana bir tür örtülü mesaj vermiş olmak, hem de anlamayanlara karşı sırrın korunmasını” sağlamak olarak belirtmiştir. Çiçek (2003), bilinen ve bilinmeyen arasında varlık-yokluk konusunu betimlemede, metaforların önemli bir işlevi olduğunu, metaforlarla yapılan anlatımların, kişinin zihninde canlanarak kişiye ait kavramlar oluşturduğunu da vurgulamıştır. Varlık ve yokluk arasındaki ilişkiyi, metaforik anlatımla canlandıran bu bakış açısına yaptığı Mesnevi’den alıntı aşağıdaki gibidir (Çiçek, 2003):

“Demiştik ki her sanat sahibi, sanatını meydana getirmek için yokluk arar.”

Çiçek (2003), var olma gerçekleşmesi için, önce yokluğa ihtiyaç duyulduğunu, bundan dolayı metaforların bu bağlamda anlatımda ve kavramada önemli izler taşıdığını ifade etmiştir.

Çiçek (2003)’in çalışması ile, metaforların; benzeyen ve benzemeyen bağıni kurmaktan çok, verilen mesajın iletilip iletilmemesindeki rolü ortaya çıkarmıştır. Araştırmaya göre metaforlar, bir kavramın ilgi çekici yönünü açığa çıkarmaktadır. Ontoloji “(Varlık Bilimi/Felsefesi)” bu araştırmanın bel kemiği olmuştur. Çalışmada, diğer araştırmalardan farklı olarak varlıksal/ontolojik metaforlara yer verilmiştir. Bu anlamda, çalışma kendinden sonraki dönem araştırmaları için bir öncü niteliği de taşıdığını söylemek yanlış olmaz (Çiçek, 2003).

Edebiyat alanında gerçekleşen bir metafor araştırması, Akın (2015) tarafından, atasözleri ile ilgili olarak geliştirilmiştir. Bu bağlamda, “Dede Korkut”ta yer alan atasözlerinde metaforlar incelenmiştir. Lakoff ve Johnson’un tasnif tanımlamalarından yola çıkılarak atasözleri, yapısal, ontolojik ve yönelim metaforları olarak üç kategoride incelenmiştir. Bu araştırmada da ontolojik metaforların izahı, literatürümüzde değer kazanmıştır. Burada ontolojik metaforların işlevi, soyut kavramı somutlaştırmak için, “kaynak alan ve hedef alan” olarak iki alanda gerçekleşmektedir (Akın, 2015). Bu araştırmada örneğin “çivi çiviye söker” atasözünde, çivi kavramından anlatılmak istenen bir sorun ancak niteliği belirsiz bir zorluktur. Bu inceleme kapsamında, metaforların atasözlerindeki kullanımın akıl ile ilişkisi, metaforların keskin sınırlayışı olmayışı ancak yine de keyfi olmadıkları ifade edilmiştir (Akın, 2015). Yönelim ve yapı metaforlarına örnek araştırmada bulunmamaktadır.

Literatürde bulunan bazı metaforların, Türk ve yabancı uyruklu öğrenciler arasındaki algıları, Özdemir, Aras ve Özdemir (2016) tarafından, “Sakarya Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme” bölümünde gerçekleşmiştir. Araştırmada, diğer kariyer metaforlarından farklı olarak,

1. “Kariyer sizin için ne anlama gelmektedir? Neden?”
2. “Kariyeri bir bitkiye benzetecek olsanız hangi bitkiye benzetirsiniz? Neden?”

3. “Kariyeri bir hayvana benzetecek olsanız hangi hayvana benzetirsiniz? Neden?”

Açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin metafor oluşturma sürecinde, yabancı ve Türk öğrenciler arasında anlamlı bir fark gözlenmediği belirtilmiştir.

Ülkemizde yapılan metafor araştırmaları, genellikle nitel araştırmalar olarak incelenmiş, bazı durumlarda ise nicel araştırma tekniklerinden faydalanılarak gerçekleştirilmiştir. Genellikle Sosyal Bilimlerde incelenen bu metaforlar, bir ölçme aracı olarak kullanılmış, metafor analizi tekniği ile çoklu örneklem alınarak bir sınıflama yapılma yoluna gidilmiştir. Metaforlar ile birlikte incelenmesi gereken konuların, kültür, analogiler ve dil olduğu da ortaya çıkmıştır. Yapılan bu araştırmalar metafor ve benzetme arasında güçlü bir bağ kurulduğunu da ortaya çıkaracak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizdeki araştırmalarda metafor üzerine teorik çalışmalara çok yer verilmediği, metaforların bir ölçme aracı olarak kullanıldığı ve metafor çalışmalarının çoğunun metafor analizi olarak algılandığı gibi bir durum ortaya çıkmıştır. Bu anlamda bu çalışma, ülkemizdeki çalışmalara ek olarak, elektrik konusunda bulunan bazı metaforları ülkemize teorik olarak kazandırmayı hedefleyen, yalnızca elektrik konusunda değil fizik eğitiminde kullanılan diğer bazı metaforlar hakkında teorik çerçeve sunmayı amaçlayan, metaforlar ile bir algı envanterinin de kurulabileceğini ifade eden, aynı zamanda fizik eğitiminde kullanılan metaforların metafor yapılanmasına ve geliştirilmiş metafor sınıflamasına ışık tutmaya çalışan yönüyle de ülkemizdeki yapılan araştırmalardan oldukça farklı bir yön çizmektedir. Bu araştırmada görsel öğeler kullanılması ile birlikte aynı zamanda metaforlar ile oluşturulabilecek ölçme araçlarına dikkat çekilmek istenmiştir. Sosyal Bilimlerdeki çalışmalara benzer olarak, dil ve anlam belirsizliği, metaforların tanımı, sınıflaması ve kültürle ilişkisine de yer verilmiştir. Ülkemizdeki metafor araştırmalarında metaforların pedagojik yönüne, bilişsel kavramsal sistemimizdeki yerine yeteri kadar değinilmemiştir. Bu anlamda bu araştırma ile, ülkemizdeki çalışmalardan farklı olarak, bireylerin zihinlerindeki algılar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

b) Ülkemizde Fizik Eğitimi Alanında Yapılan Bazı Metafor Araştırmaları

Aykutlu (2009) “*Elektrik Akımı konusunun öğretiminde analogilerin kullanılması ve farklı değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırılmasını incelemiştir.*” Bu çalışmada, analogilerin öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermesindeki etkisine bakılarak kavramsal değişimi ne derece gerçekleştirdiği ve öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede alternatif değerlendirme aracı olarak fizik derslerinde kullanılıp kullanılamayacağı incelenmiştir. Bu araştırmada ayrıca analogi ve metafor ilişkisine kısmen yer verilmiştir.

Kurt (2010), Kuantum Fiziğinde kullanılan metaforların öğrencilerin fizik algısı üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırmada, metaforların dilbilgisel olarak betimleyici bir süreç olduğu örneklerle ortaya çıkmıştır. Metaforlar, fizikte bulunan bazı kavramların belirsizliğini ortadan kaldırabildiği gibi bazı durumlarda, öğrencileri kavram yanılgılarına sürükleyen bir süreçte öğrenme zorluğu olarak ortaya çıktığını ifade etmiştir. Bu araştırmada, metaforların kavramların öğrenilmesinde yaratıcı bir çerçeve sunduğu, soyut kavramları somutlaştırmada önemli bir rol üstlendiği gözlenmiştir. Araştırma, kuantum fiziğinden örnekler ile desteklenmiştir.

Kurt ve Sarı (2013), Chi'nin ontolojik ağacında bulunan nesneler ve süreçlerin, metafor oluşumundaki rolüne yer vermiş ve Lakoff ve Johnson (2005)'dan uyarlayarak yaptıkları araştırmalarında, kuantum fiziğinde kullanılan metaforların oluşumuna ve yapı sürecine yer vermiştir. Chi'nin ontolojik ağacına yerleşemeyen kavramların öğrencilerde bir gerilim ve zorluk yarattığı da gözlenmiştir.

Sadoğlu ve Uzun (2014), Fen ve Teknoloji öğretmen adaylarına “Fizik...benzer çünkü...” açık uçlu sorusunu yönlendirmişlerdir. Çeşitli cevaplar veren öğretmen adaylarından, fizik havadaki oksijen gibidir/hayatıdır/hayatın ta kendisidir gibi çeşitli cevaplar almıştır. Sadoğlu ve Uzun (2014) bu araştırmalarında metaforları ölçme aracı olarak kullanmışlardır.

Ağa, Bolat ve Sarı (2017), “fizik”, “fizik dersi” ve “fizik eğitimi” kavramlarına ilişkin öğrencilerin kendi metaforlarını ele almışlardır. Araştırmada, “Fizik.....dır. Çünkü...” kalıbı kullanılarak, metaforlar bir araştırma aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, bulunan metaforlar, “yol gösterici olarak fizik”, “açıklayıcı olarak fizik”, “sınırlayıcı olarak fizik”, “yaratıcı olarak fizik” ve “kapsayıcı olarak fizik” kategorilerine ayrılmıştır.

Kurt ve Sarı (2017), analogiler ve metaforlar arasında farklar üzerine bir meta-analiz çalışması yaparak ayrıntılı bir şekilde, metafor ve analogi arasındaki farkları betimleyerek bir teorik çerçeve sunmuşlardır.

Ağa (2017), Öğretmen adaylarının modern fizikte kullanılan metaforlara ilişkin algıları üzerine yüksek lisans araştırması yapmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının kullanılan metaforik kavramlar sayesinde soyut ve bilinmeyen kavramları daha kolay anladıkları ancak hedef kavramla tam olarak örtüşmeyen metaforların, öğrencilerde tam algılanmadığını gözlemlemiştir.

Bolat (2018), Ortaöğretim Fizik ders kitaplarında kullanılan metaforik kavramların tespiti ve sınıflandırılması üzerine yüksek lisans araştırması yapmıştır. Araştırma sonucunda, en çok metaforların 12.sınıf ders kitabında en az ise 9.sınıf ders kitabında olduğu gözlenmiştir. Bu araştırmada, Lakoff ve Johnson ile Nietzsche arasındaki sınıflandırmalar üzerine yoğunlaşarak, farklar ve benzerlikler tartışılmıştır.

Kurt ve Sarı (2018), Fizik öğretmeni adaylarının elektrik konusunda bazı kavramalara ait metaforik algılarını incelemiştir. Bu kavramlar, “elektron”, “proton”, “elektrik alanı”, “yük”, “iletken”, “yalıtkan”, “yarı iletken”, “akı” ve “kondansatör” kavramlarıdır. Öğrencilere, “Kavram...’dir. Çünkü...” soru kalıbı açık uçlu olarak sunularak kendi metaforik algıları ortaya çıkarmak istenmiş, çünkü ifadesi ile oluşturdukları bu metaforları dayanaklandırmaları beklenmiştir. Araştırmanın sonucunda bulunan metaforlar, “nesneye ait özellikleri çağrıştırmak”, “kişiye ait özellikleri çağrıştırmak” ve “soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırmak” özellikleri açısından 3 gruba ayrılmıştır.

Ülkemizdeki Fizik Eğitimi araştırmalarında metaforlar oldukça sınırlı olarak incelenmiştir. Bu bağlamda bu araştırma, kapsam olarak diğer metafor araştırmalardan oldukça geniş olarak gerçekleşmiştir. Fizik Eğitiminde kullanılan birçok metaforun kökenine yer verilerek, fizik derslerinde metaforların kullanımı hakkında detaylı bilgi vermek hedeflenmiştir. Sadece metaforlar değil aynı zamanda metafor ve analogi arasındaki bağları da geniş kapsamlı olarak sunmayı hedefleyen öncül bir araştırma olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde bulunan metafor sınıflamalarına ek olarak güncellenen metafor sınıflaması hakkında bilgi vererek ülkemiz literatürüne kazandırmak da amaçlanmıştır. Ülkemizdeki Fizik Eğitimi alanındaki metafor araştırmalarında, elektrik konusunu içeren metafor araştırması bulunmamaktadır. Bu araştırma elektrik konusundaki metaforları inceleyen ve teorik çerçevesini sunmayı öncül olarak hedefleyen bir araştırmadır.

c) Uluslararası Literatürde Yapılan Bazı Metafor Araştırmaları

Uluslararası düzeyde gerçekleşen ve Fizik Eğitimi araştırmaları içinde bulunan metafor araştırmaları genellikle teorik çalışmalar olarak ifade edilebilmektedir. Bu çalışmalar, daha çok metaforların ne olduğu, metaforun kökeni, fizik derslerini öğrenmede bir zorluk yaratıp yaratmadığı; kavramsal sistemimiz içinde öğrenci veya öğretmen adaylarında nasıl algılandığı ile ilgili çalışmalar etrafında yoğunlaşmıştır. Bu araştırmaların birçoğu nitel araştırmalar ile desteklenmiştir. Fizik eğitiminde bulunan bu araştırmalar, soyut fizik kavramlarını somutlaştırma yönü açısından ve eğitimsel olarak metaforları kullanıp kullanmamız çevresinde

araştırmalar yaparak gelişmiştir. Bu bağlamda, metafor ve analogi ilişkisi, metafor ve model ilişkisi de incelenmesi gereken bir olgu olarak ortaya çıkmıştır. Uluslararası gerçekleşen bu çalışmalarda, fizik için metaforların önemi, fizik kavramları içerisinde metaforların yeri, kavramsal sistemimiz içinde dil ile bağlantısı, fizik kavramlarını algılamada geliştirdiği belirsizliği açısından, geniş bir yelpazede incelenmiştir. Bu araştırmalardan bazıları bu bölümde sunulmuştur.

Hoffman (1980), bilimde metaforları incelemiştir. İlk kez şiirsel anlam kökeninden çıkararak; fizikten örnekler ile metafor açıklamaları yapmıştır. Atom ile ilgili güneş gezegen arasındaki metafor örneğini vererek, kuvvet konusunda bazı metaforları ele almıştır. Bu araştırma, diğer araştırmalara ışık tutacak şekilde gerçekleşen ve birçok bakımdan orijin kabul edilebilecek bir yöne sahiptir.

Max Black (1962), metaforlar üzerine yoğunlaşarak; elektrik konusunda bulunan bazı metaforların kökenini Faraday’dan verdiği bazı örneklerle desteklemiştir. Bunlardan en önemlileri alan (fields) metaforları ve parçacık metaforlarıdır. Bu çalışmada, fizik teorilerinin çoğunun oluşturulmasında metaforlardan faydalanıldığı, çoğu kavramın metaforik olduğu, bu kavramların dile yerleşerek zamanla kalıplamış örüntüler olduğu da ortaya çıkmıştır. Bu alışma ile gerçek ve metafor arasındaki bağların bir belirsizlik ile birbirine bağlı olduğu da görülmektedir.

Lakoff ve Johnson (1980), metaforların dilsel süreçlerini incelemiş, ontolojik ve epistemolojik açıklamalar yaparak, metaforların sınıflandırılması ve anlamlandırılması konusunda bir dönüm noktası olmuştur. Lakoff ve Johnson (1980)’ın bu araştırmaları birçok araştırmacı için odak noktası olmuştur. Kavramsal sistemimizde bulunan ve dilde çoğu kez belirsizliğe sebep olan bu metaforların incelenmesi açısından birçok ülkede metaforların tanımlanması açısından bir nc araştırma olmuştur. Bu araştırma eğitsel anlamda da oldukça önem taşımaktadır zira kavramlar ve metafor arasındaki ilişkiler geniş çapta incelenmiştir.

Jones (1982) “*Phyiscis as Metaphor*” adlı kitabında, fizikte bulunan metaforlara, metaforların kökenine ve işlevine yer vermiştir. İncelenen bu metaforlar, modern fizik konularında ağırlık göstermektedir. Yeni bir alanın izahında metaforlara duyulan ihtiyaın arttığını ifade etmektedir. Bu ifade ediş şekli, hikyeseldir ve süslü bir dil izahıdır. Jones (1982) bu araştırması ile modern fizikte bulunan çoğu kavramın metaforik olduğunu, soyut kavramların somutlaştırması açısından metaforların bir izah temsili olduğunu ifade etmiştir.

Hoover (1991), “*Mirowski’s Screed*”, adlı incelemesinde; enerjinin korunumu üzerine yer alan metaforlardan ve modern fizik konusundaki bazı metaforlardan yola çıkarak fizikten metafor örnekleri vermiştir.

Mashadi (1997), fizik konusundaki kavramları gözlenebilen veya gözlenemeyen olgular olarak ikiye ayırmıştır. Gözlenemeyen olguların ifadesinde, figüratif bir dil kullanıldığını, bu figüratif dilin analoji ve metaforlardan oluştuğunu ifade etmiştir. Ona göre metaforlar olmasa fizik olmayacaktır. Öyle ki metaforlar bilimin kalbinde yer alır. Mashadi (1997), yaptığı araştırma ile fizik kavramlarının çoğunun gözlenemeyen kavramlardan oluştuğunu bu durumda metaforların gözlenemeyen olguların izahında önemli tasvir araçları olduğunu teorik olarak ifade etmiştir.

Pulaczewska (1999) “*Aspects of Metaphor in Physics*” adlı teorik araştırmasında, fizikte var olan bazı metaforları dilbilimsel olarak incelemiş, fiziğe katkıları üzerine tartışmıştır. Bu araştırmasında öncelikli olarak metaforun tanımına, kökenine, fonksiyonlarına, model ve metafor arasındaki fark ve benzerliklere yer vermiştir. Fizikte “zaman” kavramına bağlı fonksiyonların zaman ile ilişkisine, mekanik, elektrik ve modern fizikten metafor örneklerinin kökenine ve tarihsel gelişimine de ayrıntılı olarak yer vermiştir. Pulaczewska (1999), bu araştırması ile fizik ve metaforlar arasındaki bağı açıkça ortaya koyan en önemli araştırmalardan birisi olmuştur. Bu çalışmada, ontolojik metaforlara da odaklanılmıştır. Araştırmada verilen örnekler fizikte sıklıkla karşılaşılan metaforlar olmasının yanında, kuantum fiziği, elektrik ve dalgalar konusundaki metaforlar hakkında derinlemesine teorik araştırmalar sunulmuştur. Pulaczewska (1999), metaforları fizikte bulunan dil süreçleri olarak betimlemiş, bir teorinin ortaya konulmasında metaforların kaçınılmaz olduğunu ancak yanlış anlaşılmalara sürüklenmemek için kelime-dil ailesi ilişkisinin iyi anlaşılması gerektiğini de ifade etmiştir. Ona göre metaforların tam olarak algılanmaması öğrenme zorluğu olarak ortaya çıkmaktadır.

Ritchie (2005) “*Sharing stories of the classroom use of metaphors and analogies for sustaining science teacher learning*” adlı araştırmasında, metafor ve analogileri incelemiştir. Bu yapıları kullanmanın, sınıf içi aktivitelerinde verimli olduğu ve yansıtıcı özelliklerinin yüksek olduğunu ifade etmiştir. Ritchie (2005), bu araştırması ile metafor ve analogilerinin sınıf içi aktivitelerinde benzer işlevlere sahip olduğunu ifade etmiştir. Ritchie (2005), metafor ve analoji yakınlığına da değinmiştir ancak metaforlar ve analogiler arasında keskin sınırlar çizmemiştir.

Rojo (1999) “*Physics and Poetry*” adlı araştırmasında favori metaforların hep fizikten geldiğini ifade etmiştir. Galileo Galilei’nin araştırmalarında matematiğin fiziği anlamlandırmak amacıyla metafor olarak kullanıldığını, kuantum fiziğinde karşılaşılan çoğu kavramın metaforlardan ibaret olduğunu ve bunu fark etmesinin kendi araştırmalarında bir dönüm noktası olduğunu ifade etmiştir. Araştırmasında, bilimin dünyayı anlamlandırmak için önemli olduğunu ve bu çerçevede metaforların anlam ve önemi Heisenberg’den verdiği örneklerle desteklemiştir. Rojo (1999)’a göre matematiksel kavramlar da metaforiktir.

Carroll ve Mack (1999) “*Metaphor, computing systems and active learning*” adlı araştırmalarında, metaforların yapısını, model ile ayırım noktalarını bilişsel olarak incelemiştir. Bu araştırmaya göre, metaforlar bir model canlandırır ancak modellerden metafora geçiş yoktur. Bu araştırmada, metaforların açık uçlu ve öznel bilişsel yapıları incelenmiştir. Carroll ve Mack (1999) metaforları bilişsel süreçler içinde incelemiştir.

Leane (2001) “*Knowing quanta: The ambiguous metaphors of popular physics*” adlı araştırmasında, Feynman’dan örnekler vererek, Feynman’ın açıklamalarının çoğunda analogiler kullandığını, bu analogilerin pedagojik olarak anlamlı öğrenmeyi sağlamasının yanında, bazı durumlarda gerçeklerden ve bilimsel anlamından saparak farklı anlamlara çıktığını ifade etmiştir. Bugün, fizikte kullanılan dilin metaforik olduğunu, modern fizikte bulunan “elektron bulutu”, “minyatür güneş sistemi” gibi kullanılan metaforların, öğretmen eğitiminde veya sınıf içi aktivitelerde öğrenmeyi anlamlı kılacak özelliklerinin bulunmasının yanı sıra, bu kavramların gerçeklerle ne kadar uyumlu olduğunun araştırılması gerektiğini ifade etmiştir. Kendi bakış açısıyla, metafor ve analogilerin anlatılanı anlamlandırmak için önemli olduğunu ancak bilimsel gerçeklerden bazı durumlarda sapıldığını bunun da elektrik ve mühendislik konusunda son derece tehlikeli olduğunu ifade etmiştir. Leane (2001)’in bu araştırması ile elektrik konusunda metafor ve analogilerin belirsizliğe sebep olduğu da ifade edilmiştir.

Carroll (2005) “*From Experience to Metaphor by way of Imagination*” adlı araştırmasında, modern bilimin, günlük deneyimin bilinen alanından çok daha fazlasına ulaşan kavramlar ve tekniklerle ilgilendiğini, evrenin uzay ve zaman hakkındaki fikirlerini sunarken, metaforik kaynaklara tutunduğunu ifade etmiştir. Aynı araştırmada, entropi kavramına odaklanılarak, kuantum fiziğinin gözlemlerden ziyade metafor bütünü olduğunu örneklerle açıklamıştır. Carroll (2005), metaforların bir belirsizlik içerdiğini de ele alarak, düşünsel öğeler olduğunu ifade etmiştir.

Brookes (2006) yaptığı teorik doktora araştırması ile metaforlar hakkında oldukça kapsamlı bir araştırma yaparak, fizik eğitiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Daha önceki araştırmaların bir sentezi olarak gerçekleştiği ve kendi teorik çerçevesini de sunduğu bu araştırmada, teorik çalışmanın yanında bazı nitel araştırmaları da birlikte sunmuştur. Bu çalışmalar tartışmalar olarak gerçekleşmiştir. Araştırmada, dil, düşünce ve kavram sisteminin öğretime, analogilere, metaforlara, analogi ve metaforlar arasındaki ilişkiye, dil ve fizik arasındaki ilişkiye, fizikte bulunan yaygın kavram yanlışlarına, bu kavram yanlışlarının dil ile ilişkisine de yer vermiştir. Aynı zamanda, öğrenme zorlukları ve kavram yanlışlarında, metaforların rolünü incelemiş, kuvvet ve kuantum fiziği konularında araştırmalar yapmıştır. Bu araştırma ve bu araştırmalardan doğan diğer araştırmalar, fizik eğitiminde oldukça önem arz etmektedir. Metaforlar ve analogilere, aynı zamanda modellere değinirken, fizikteki kavramların temsilleri konusunda metaforların önemini de açıklamaktadır. Brookes (2006)'un araştırmasında elektrik konusundaki metaforlar incelenmemiştir.

Herrmann vd. (2006) “*Analogies: A key to understanding physics*” adlı araştırmalarında; fizikte elektrik konusunda bazı analogilerden yola çıkarak, metafor ve analogi arasındaki farklara ve benzerliklere yer vermiştir. Aynı araştırmada, kuvvet ve elektrik konusunda, metafor ve analogi kullanmanın bazı avantajlarından ve bazı durumlarda olası dezavantajlarından bahsedilmiştir. Zihnimizdeki şemaların, nasıl analogiye veya metafora dönüştüğü de şematize edilmiştir. Isı konusunda metaforlara da yer verilmiştir.

Aubusson vd. (2006) “*Metaphor and Analogy*” adlı araştırmalarında, metafor ve analogilerin ciddi düşünme araçları olduğunu ifade etmişlerdir. Bilişsel öğrenme araçları olarak fen eğitimindeki önemini ele almışlardır.

Dalouka (2007) “*Metaphorical Uses of an Electric Power Network*” adlı araştırmasında, elektrik konusunda çoğu kavramın metaforik olduğunu ve aynı zamanda alan problemlerinin de metaforik olduğunu ifade etmektedir. Elektrik konusunun modellerden de oluştuğunu belirterek, bu modellerin elektrik konusunda kurulan analogilerin bir açıklaması olduğunu, bu açıklamaların aktarımında ise bu benzetmelerin bir metafora dönüştüğünü ifade etmiştir. Dalouka (2007)'ın araştırmasında, elektrik konusunda çoğu kavramın analogi ve metafor bütünü olduğu görülmektedir.

Brookes ve Etkina (2007), “*Using conceptual metaphor and functional grammar to explore how language used in physics affects student learning*” adlı araştırmalarında, fizikte yazma ve konuşma dilinin öğrencilerin fizik algılarındaki etkilerini araştırmışlardır. Kuantum fiziğinden

örneklerle, analogilerin kodlanarak nasıl metafor şekline dönüştüğünü, kimi zaman olumlu kimi zaman ise olumsuz aktarımının nasıl gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

Haitos ve Strahle (2010) “*Metaphor and Science*” adlı araştırmalarında, son 30 yılda metaforların öneminin arttığını, ancak yapılan araştırmaların yetersiz olduğunu ifade ederek bazı fizikten mekanik örnekleriyle linguistik çalışma yapmışlardır. Metaforların önemli kavramlar olduğunu ancak yeterince incelenmediği için belirsizlik içerdiğini ifade etmişlerdir.

Siek-Piskozub ve Strugielska (2010), “*Capturing Educational Change in Conceptual Metaphors. Implications for Teacher Education*” adlı araştırmalarında, Polonya’da, 1990’lı yıllardan sonra, kavramsal değişiklik adına öğretmen eğitiminde metaforlarla eğitimin önemli yol kaydettiğini ifade etmişlerdir. Araştırmalarında, metaforların kavramsal değişiminde anlamlı fark yaratacak kadar öğrenmeyi kolaylaştırdığını araştırma gruplarında ispatlamışlardır.

Scherr, Close ve McKagan (2011), “*Intuitive ontologies for energy in physics*” adlı araştırmalarında, enerjinin doğasını incelemişlerdir. Enerji konusundaki bazı kavramların metaforik olduğunu ifade ederek, üç metafor sınıflaması yapmışlardır. Bunlar, (substance) madde metaforları, (Stimulus) teşvik edici ve (location) konum metaforlarıdır. Ontolojik bazı araştırmaların özünü oluşturan bu çalışmada, potansiyel enerji kavramına da değinilmiştir.

Lancor (2012), fizik, kimya ve biyoloji konularında yer alan enerji konusunu metaforik olarak ele almıştır. Enerji üzerine yapılan çalışmaların artırılması gerektiğini ifade etmiştir. Yaptığı metafor araştırmalarında, “enerji” kavramı üzerine odaklanmaktadır. Metafor teorisinin, bilimsel ve bilimsel pedagojik söylemleri analiz etmek için yararlı bir teorik çerçeve olduğunu ve araştırmacılara enerjinin nasıl kavramsallaştırıldığına dair fikir verebildiğini ifade etmiştir. Ona göre, tek bir kavramsal metafor, bütünüyle enerji gibi karmaşık ve soyut bir kavramı açıklayamaz. Lancor (2012), fen bilimlerinde metaforların iyi bir şekilde incelenip araştırılması gerektiğini, enerji hakkındaki çalışmaların net anlaşılabilmesi ve aktarılabilmesi için önce metaforların neler olduğunun bilinmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Uluslararası literatür incelendiğinde, fizik ve metaforlar arasında sıkı bir bağ bulunduğu ve inceleme alanının ülkemize göre çok daha geniş kapsamlı olduğu görülmüştür. Bu araştırmalarda, elektrik konusunu araştıran metafor çalışmaları ise oldukça sınırlıdır. Bu araştırmada yapılan sentezle, uluslararası literatüre de bir katkı sağlanmak istenmiştir. Bu bağlamda araştırma ile uluslararası literatür açısından da öncül olmak hedeflenmiştir. Uluslararası çalışmalarda, ülkemizden farklı çalışmalar yürütülmektedir. Fizik eğitiminde yapılan metafor çalışmaları, öğrenme zorluğu ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı yapılar olarak

metaforları tanımlamaktadır. Böylece, metaforların ikili doğasına da değinilmiştir. Bu araştırma ile, uluslararası düzeyde gerçekleşen çalışmalara benzer çalışmalar yapılarak, paralel sonuçlar elde edilmiştir.

1.6.Problem Durumu

Metaforlar, düşünce biçimimizi, bazen bilinçli bazen de bilinçsiz olarak etkilemektedir. Fizik, soyut kavramlar, süreçler ve ilişkiler, bütünüdür. Fizik eğitiminde metaforların, soyut kavramları somutlaştırma özelliği, bir teoriyi sunma, teorinin anlaşılabilirliğini pekiştirme gibi son derece önemli işlevlere sahiptir. Aynı zamanda bu özellikler, bilinmeyen ve bilinen arasında kurulan köprüde, ya da kurulacak köprüde önemlidir. Bu açıdan fizik eğitiminde kullanılan metaforların, sınıf deneyimlerinde, işlevlerini öğrenmek son derece önemli olmaktadır. Son yıllarda fizik kavramlarını, daha kalıcı, kavram yanılgılarına sebep vermeden, yaratıcı süreçleri işe koyarak, nasıl anlatılması gerektiği önem kazanmıştır.

Fizik eğitiminde bulunan bu metaforların öğrenme zorluğuna sebep olup olmaması, oluyorsa hangi tekniklerle önlenilebileceği, anlamlı öğrenmenin nasıl sağlanması gerektiği de başka bir problem durumunu teşkil etmektedir.

Bu çalışmada, öğrencilerin metaforları nasıl algıladıkları, kavramların öğretilmesinde öğrenmeyi zorlaştıran mı yoksa kolaylaştıran bir yapısının mı olduğu sorularına cevap aranmıştır.

1.6.1. Problem Cümlesi

“Elektrik konusundaki bazı metaforlara yönelik öğretmen adaylarının algıları nelerdir?” sorusu, bu araştırmanın temel problem cümlesidir.

1.6.2. Alt Problemler

1. Elektrik konusunda öğretmen adaylarının metaforik algıları nelerdir?
2. Elektrik konusunda fizikte kullanılan dilin, öğretmen adaylarının algıları üzerine etkileri var mıdır?
3. Fizikte kullanılan dilin, öğretmen adaylarının fizik konularında öğrenme zorluğu üzerinde etkisi var mıdır?

1.7.Sayıtlar

1. Öğretmen adayları, elektrik konusunu öğrenmişlerdir.
2. Öğretmen adaylarının ölçme aracına verdikleri cevaplar samimi ve kendilerini yansıtır durumdadır.

1.8.Araştırmanın Sınırlılıkları

Mülakata katılan öğretmen adaylarının sesleri, ses kayıt cihazıyla kaydedildiği için, öğretöen adayları tedirgin olup yeterince doğal davranamamışlardır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları, elektrik dersini bir önceki dönem aldıkları için, elektrikle ilgili bazı kavramları hatırlamakta zorluk çektikleri gözlenmiştir.

1.9.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, fizik eğitiminde kullanılan metaforlar hakkında derinlemesine teorik bir çerçeve sunarak, elektrik konusunda bulunan bazı metaforik temsillerin öğretmen adaylarındaki algılarını incelemek ve fizikte kullanılan dilin fizik algısı üzerine etkilerini araştırmaktır.

1.10.Araştırmanın Önemi

Fizik derslerinde öğrenci başarısının düşük olması, öğrenme zorlukları ve kavram yanlışları, bu alanda çalışan uzmanlar, daha iyi nasıl öğretebiliriz, sorusunu gündeme getirmiştir. Bu alanda ülkemizde yürütölen çok sayıda fizik eğitimi araştırması bulunmaktadır. Bu araştırmaların bir bölümü, fen eğitiminde ve fizik eğitiminde kavramların temsilleri üzerine odaklanmıştır. Bu temsiller, tablolar, grafikler, matematiksel modeller, şemalar, haritalar, kelimeler gibi soyut kavramların somutlaştırılmasında başvuruolan teknikleri içermektedir. Bu yapılar, modeller konusunda ele alınarak incelenmiş, daha sonraki araştırmalara kaynaklık etmesi açısından belirli sınırlarla sunulmuştur. Ülkemizde, bu modeller arasında bulunan analogiler hakkında araştırmalar yürütölse de aynı aile grubundan olan metaforlar hakkında yeterli araştırma yapılmamıştır. Bu araştırma ile bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

Fizik derslerinde elde edilen başarı oranının düşük olması, bazı araştırmacıları, fizikte kullanılan dilin öğrenci başarısını etkileyip etkilemediği üzerine düşünmeye sevk etmiştir. Bu araştırmada ayrıca fizikte kullanılan dilin, öğrenme başarısında rolü olup olmadığı incelenmiş, nitel verilerle

açığa çıkarılmış, fizikte kullanılan dilin, epistemolojik ve anlam bilimsel açıklamaları da yer almıştır.

Öğrencilerin, fizik kavramlarını öğrenme ve inşa etme sürecinde, öğrenme zorluklarını bilmek, kavramların nasıl daha iyi algılandığı açısından önemlidir. Metaforlar, zihnin, karşılaştığı ilk öğeler olan, kelimelerde vücut bulur. Fizik dilinde bulunan bu sembolik öğelerin kökenini araştırmak, nasıl öğrenme zorluğu meydana getirdiğini tespit etmek de büyük bir önem taşımaktadır.

Fizikte bulunan bir kavramın gerçekliğinin algılanması, bu metaforların gerçekliğinin algılanmasında gizlidir. Ülkemizde, metaforların sadece “benzerlikle” temellendiği üzerine bir yanlış vardır. Bu araştırmada, metaforların sadece benzerlikle temellenmediği belirtilerek, kavramsal sistemimizde bulunan metaforların hangi zeminde oluştuğuna da yer verilmiştir. Metaforların, soyut düşünce üzerindeki merkezi rolü, vurgulanarak örneklendirilmiştir.

Fizik kavramlarının gerçeğe uygun olarak öğrenilebilmesi, metaforların ontolojik, epistemolojik ve linguistik yapısında gizlidir. Bu araştırmada, bu yapıların temellerine, sınıflarına; hangi durumlarda kavram yanlışlığı haline gelebileceğine, hangi durumlarda yaratıcı süreçleri işe koyacağına; hangi durumda öğrenmeyi kolaylaştırıp, hangi durumda zorlaştırdığına yer verilmiştir. Bu da literatürümüzde son derece sınırlı bulunan metaforlar araştırmalarına ışık tutabilecek, sonraki araştırmalara kaynak olabilecek bir teorik çerçeve sunulmuştur.

Ülkemizde, fizik eğitiminde, analogiler ve metaforlar, çoğu zaman birbiri yerine kullanılmakta, bazen de eş anlamlı olarak sunulmaktadır. Bu araştırmada, analogiler ve metaforlar arasındaki farklar, meta- analiz şeklinde incelenerek bir genellemeye varılmış, literatüre katkıda bulunulmuştur.

Bugün, sınıf ortamında bireysel farklılıkların önemi son derece önemlidir. Bu gerçek, bilgilerin inşasında ve kendi içinde aktarımında, öznel yapıların önemini sorgulatmaktadır. Bu amaçla kavramların temsilleri olan metaforlar, öznel yapısıyla, yaratıcılığı desteklemektedir. Bu yaratıcılık, öğrencilerin sınırsız hayal dünyasını zorlayarak, imgeleme, kavrama, kalıcılık sağlama gibi bir avantaj sunmaktadır. Bu alanda yapılan araştırmalar neredeyse yoktur, bu araştırma ile literatürde bulunan bu boşluk kapatılmaya çalışılmıştır.

Bilimsel teoriler, bilim insanları tarafından, bilim insanlarının metaforik yapısını temsil eder şekilde oluşturulmaktadır. Nesilden nesile aktarılan bu kavramsal metaforlar, bazı durumlarda

bilim insanının işaret ettiği durumdan uzaklaşarak zamanla, öğrenci zihinlerinde, kendi ön bilgileri ile iletişimi sonunda yeni ve bambaşka hale bürünmektedir. Bu gibi durumlarda, insan zihninin inatçı kavram yanılgılarına düşmemesi zordur. Bu araştırmada, fizikte yer alan bu durumlar kuvvet, elektrik, kuantum fiziği gibi farklı konu alanlarında, farklı örnekler verilerek incelenmiştir.

Fizik eğitiminde, sınıf içi aktivitelerde, temsillerden faydalanılır. Bu coğrafi özellikleri olan bir harita, sayısal bilgileri yorumlayan bir grafik, nesneleri canlandıran küçük bir şekil, bir ilişkiyi tanımlayan matematiksel bir formül, bir teoriyi ortaya koyan bir kelime, sözcük ailesi olabilir. Öğrenciler kavramları yapılandırırken, bu temsillerden kendi öznel dünyasına bir yolculuk kuracaktır.

Metaforların, modeller ile ilişkisi üzerine son derece sınırlı araştırma yapılmıştır. Bu araştırma ile, model ve metafor ilişkisine de yer verilmiştir. Bu bağlamda bu araştırmada, analogi, metafor ve model gibi temsillere ve birbiri arasındaki ilişkilere de yer verilmiştir. Aynı zamanda, öğrenme ortamlarını nasıl daha sağlıklı hale getirebiliriz gibi sorulara da cevap aranmıştır. Metafor ailesinin, birçok sınıfı detaylandırılarak anlatılmış, fizikte verilen örneklerle sıkıca desteklenmiş ve bu alanda gerçek bir örüntü elde edilmeye çalışılmıştır. Bu araştırmada, birçok alanda metafor örneklerine yer verilmiş ve dünyadan geniş bir literatüre ulaşılmıştır. Kuantum fiziği, mekanik, elektrik gibi birçok alanda örneklerle fizikte kullanılan metaforlar örneklendirilmiş, daha sonraki araştırmalar adına bir havuz oluşturulmuştur. Bu da ülkemizde fizik eğitimi araştırmaları açısından önem taşımaktadır.

Mason (2002), nitel araştırmalarda görsel ögeler kullanımının “gözün görebileceği şey” konusuna odaklandığını, böylece, insan doğasından dolayı olağanüstü bir biçimde, hayallerimizi harekete geçiren bir unsur olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırmada, görsel ögelere yer verilerek, metaforlar hakkındaki elde edilmek istenen gerçekliğe daha yakın olunmaya çalışılmıştır. Böylece, çok duyulu bir 'gerçeklik' kavramına ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu araştırma, bu anlamda örnek bir çalışmadır.

Araştırmada konu alanı olarak elektrik konusu seçilmiştir. Bu tercihin sebebi, elektrik alanında yapılan metafor araştırmalarının neredeyse hiç olmamasıdır. Elbette bu araştırma, metaforlar konusunda akla gelebilecek her sorunun cevabı olmayacaktır ancak her soruya cevap verebilecek zeminde sağlam bir ışık kaynağı olacaktır.

BÖLÜM II

YÖNTEM

Bu araştırma, fizik eğitiminde bulunan metaforların teorik çerçevesini inceleyen ve elektrik konusunda bulunan bazı metaforların, öğretmen adaylarındaki algılarını araştıran nitel bir çalışmadır.

Nitel araştırmaları diğer araştırmalardan ayıran bir özelliği, belki de basit ve kuralcı ilkeler setine indirgenememesinden kaynaklanır ve bu özelliği ile birçok farklı disiplinlere hitap eder. Nitel araştırmalar “yorumcu” olarak da adlandırılabilir felsefi temellere dayanır. Detay ve bağlam anlayışlarını içeren; analiz, açıklama ve argüman oluşturma yöntemlerine dayanır. Nitel araştırmalarda “bütünsel” analiz biçimlerine daha fazla vurgu vardır (Mason, 2002).

Nitel araştırmaların, istatistiksel çalışmalar içerse de tamamen istatistiksel analize odaklanmadığı ifade edilebilir. Nitel araştırmalarda önemli olan, yöntemin seçimi değil araştırmacının kendisidir (Mason, 2002). Araştırmanın bulguları ve yorumları; seçilen yöntemden daha önemlidir. Böylece araştırmacının penceresinden ne yaptığı ile ilgili bir gerçekliğe odaklanılır.

Nitel araştırmalarda, bir dizi gerilimler, çelişkiler ve tereddütlerle karşılaşılır ancak bu bilimin postmodernist “şüpheli” doğasına aykırı değildir. Bir nitel araştırma, başka bir nitel araştırma ile yanlıştır (Mason, 2002). Her nitel araştırma kendi gerçekliğinden sorumludur.

Bu araştırma boyunca, araştırmayı en iyi temsil edebilecek yöntem seçimi araştırmasına gidilmiştir. Mason (2002), nitel araştırmaları düşünsel bir yapıya (intellectual puzzle) benzetmektedir. Bu yöntem seçiminde, bizim penceremizden sunacağımız varsayımlar ve yorumların kalitesi, gerçekliğimizin ölçüsünü yansıtacak güce ulaşıncaya kadar, tıpkı bir

yapboz gibi; yaşadığımız gerilimler, şüphecî süreçler, tereddütler yapıp bozularak uzman eşliğinde bir doyuma ulaşıncaya kadar süreç devam etmiştir. En iyi ifade edilebilirlik, en iyi kıyaslanabilirlik, en iyi varsayımlara ulaşıncaya kadar, literatür taramaları, kuramsal çerçeve arayışları, argümanlar, nüanslar, görüşmeler, uzmanlar ve katılımcı- araştırmacı yakınlığı devam etmiştir.

Araştırmayı formüle ederken, ontolojik ve epistemolojik varsayımlar ve reçeteler ortaya çıkmıştır. Kendi düşünsel bulmacamızı formüle ederken, araştırma ontolojik olarak anlamlı ve epistemolojik olarak açıklanabilir veya uygulanabilir mi sorusu sürekli doğrulanmaya çalışılmıştır. Bu süreç, ardışık birkaç yöntemle gerçekleşmiştir. Mason'un (2002) da öngördüğü çoklu (multiple) yöntemler ile, bütünsel bir analiz ve yoruma ulaşılmıştır. Süreç içerisinde araştırma doğru büyüyerek gelişimsel bir süreç tamamlanmış ve tutarlılık sağlanmıştır.

2.1. Araştırma Yöntemi

Genel olarak araştırmanın nasıl yapılacağının desenlendiği bu aşama, yöntem belirleme aşaması olarak adlandırılmaktadır (Ural ve Kılıç, 2006).

Araştırma yöntemi, olgubilim (phenomenology) çalışmasıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013 s.20). Olgubilim çalışmaları, farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır. Olgubilim araştırmalarında veri kaynakları, bu olguyu dışı vurabilecek veya yansıtabilecek bireyler veya gruplardır. Bu amaçla görüşmeler yapılır. Olgubilim araştırmaları kesin ve genellenebilir sonuçlar ortaya koymayabilir ancak bir olguyu daha iyi tanımamıza ve anlamamıza yardımcı olacak şekilde örnekler, açıklamalar ve yaşantılar ortaya koyabilir. Araştırma, düzey olarak betimseldir. Betimsel çalışmalarda, taramaya yer verilebilir. 4. Soruda tarama tekniğinden de faydalanılmıştır.

Araştırmanın, başlangıç noktası olarak, fizik eğitiminde bulunan metaforların hangileri olduğu, metaforların işlevi, fizik eğitimindeki rolü, sınırlılıkları ve dezavantajları araştırılmıştır. Daha sonraki aşamada, elektrik ünitesinde yer alan metaforlar araştırılıp bulunarak havuz oluşturulmuştur. Oluşturulan bu havuzdan, 14 soruluk açık uçlu bir envanter geliştirilmiştir. Envanterde bulunan sorular, metaforlardan oluşmuş ve öğretmen adaylarındaki algıları

çağırışım yolu ile bulunmaya çalışılmıştır. Bu envanterin 4. sorusunu ise, boşluk doldurma tipinde soru oluşturulmuştur.

Envanter oluşturulurken, aşağıdaki ölçütler dikkate alınmıştır (Bekiroğlu, 2004, s.6):

1. *Ölçümü hazırlamak için yeterli zaman harcamak:* Ölçüm hazırlanırken, ölçme yöntemi, madde/soru tipleri, ölçümün uzunluğu ve süresi, puanlandırmanın nasıl yapılacağı, ölçüm sonuçlarının hangi amaçları karşılayabileceği konusunda, uzman görüşleri ile birlikte gerekli zaman ayrılmıştır.
2. *Ölçümün içeriğini öğretilenle örtüştürmek:* Uygulama yapılacak grubun, ön bilgileri ve hazırbulunuşluk düzeylerine dikkat edilmiştir.
3. *Ölçümü geçerli ve güvenilir yapmak:* Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları kontrol edilerek, ölçümün geçerli ve güvenilir olmasına çalışılmıştır.
4. *Hatırlama yerine bilginin kullanılmasını gerektiren ölçümler hazırlamak:* Bilişsel seviyede, mümkün olduğunca yüksek seviyede beceri ölçen ölçüm kullanılmasına çalışılmıştır.

Oluşturulan envanter, iki aşamada uygulanmıştır. Birinci aşamada, kavramsal ağırlıklı olan envanter, daha önce elektrik dersini almış, hazırbulunuşluk seviyesi uygun, 3. sınıfta okumakta olan 10 fizik öğretmeni adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının metaforlara verdikleri cevaplar, doğruluğuna ya da yanlışlığına bakılmaksızın metaforları ne kadar yansıtır yansıtmadığına göre puanlanmıştır.

Envantere verilen cevaplara, 5’li likert ölçeğine benzer şekilde puanlama yapılmıştır. 5’li Likert ölçeğinde, (1)-Çok Zayıf/Kabul Edilemez, (2) -Zayıf, (3)-Orta, (4)-İyi, (5)- Çok İyi şeklinde beş seçenek yer aldı. Sorulara verilen cevapların değerlendirilmesinde Tablo 9’daki aralıklar kullanılmıştır. Aralıkların eşit olduğu varsayılmış, aritmetik ortalamalar için puan aralığı 0,80 olarak hesaplanmıştır ($\text{Puan Aralığı} = (\text{En Yüksek Değer} - \text{En Düşük Değer}) / 5 = (5 - 4) / 5 = 4/5 = 0,80$). Bu hesaplama göre aritmetik ortalamaların değerlendirme aralığı Tablo 8’de verilmiştir. Envanterden alınan verilerin ortalama hesaplarında Tablo 8’den faydalanılmıştır.

Tablo 8

5'li Likert Ölçeğine Göre Aritmetik Ortalamaların Değerlendirme Aralığı

Aralık	Seçenek
4,21-5,00	Çok İyi
3,41-4,20	İyi
2,61-3,40	Orta
1,81-2,60	Zayıf
1,00-1,80	Çok Zayıf/Kabul Edilemez

Sıralama ölçeklerinde, değişkenlerin aldığı değerler birbirlerine üstünlüklerine göre ya da önem derecesine göre sıralanır. Sıralama ölçeğindeki değişkenlerin değişik düzeyleri arasındaki farklılıkların boyutu tam anlamıyla belirlenemez (Ural ve Kılıç, 2006).

Birinci uygulama sonucunda, metaforların etkisinin en iyi gözlenebildiği ve verdiği cevapların tutarlığı açısından belirlenen gönüllü 4 öğretmen adayı ikinci bölüme katılmıştır. Araştırmanın ikinci aşaması, 4 hafta süren görüşmeden meydana gelmiştir. Araştırmanın ikinci aşamasında mülakat, ses kaydı cihazı ile kaydedilmiştir. Böylece öğretmen adaylarının sesli düşüncelerine de yer verilmiştir.

Öğrenci ile yapılan birebir görüşmeler, formal ölçüm olarak kullanılabilir. Yalnızca ölçümde cevaplardan değil, yüz ifadesinden ve mimiklerden, ses tonundan da faydalanılır. Mülakat ile öğrencilerin, tüm bilişsel, duyuşsal ve devinişsel becerileri ölçülebilmektedir (Bekiroğlu, 2004). Mülakatta aşağıdaki yapılara benzer nitelikte sorular yer almıştır:

“Havaya atılmış bir topun üzerine etkiyen bir kuvvet var mıdır?”

“Neden böyle söyledin?”

“Biraz daha açık olabilir misin?”

“Biraz daha bilgi verebilir misin?”

Bu sorulardan alınan bilgiler çerçevesinde, tüm becerileri yoklayan sorular oluşturulmaya çalışılmıştır. Katılımcıların cevapları istedikleri gibi vermesi konusunda cesaretlendirilmiştir. Mülakat yarı yapılandırılmış şekilde gerçekleşmiştir.

Araştırma boyunca bilimsel bir araştırma yöntemi için izlenecek yollar, aşağıdaki sıralandığı gibi izlenerek uzman görüşleri ile birlikte, sürecin sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir ve bunun için gerekli koşullar ve her basamak için gereken yeterli zaman dilimi sağlanmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 eğitim öğretim döneminde Ankara ilindeki bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 20-22 yaş aralığında elektrik dersini almış 10 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

2.3. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanmasından ziyade verilerin üretilmesi kavramına odaklanılması gerektiği dikkate alınmıştır (Mason, 2002). Bu bağlamda, en iyi verilerin nasıl üretileceği fikrine odaklanılmıştır. Başlangıç noktasında, araştırma tasarımına en uygun, araştırmayı en iyi şekilde temsil edebilecek bir küme seçilmiştir.

Veri kaynakları hakkında düşünme biçimlerini temsil eden bir kategori kümesi sağlamak, bu aşamada izlenen yol olmuştur. Bu araştırmada verilerin üretilmesinde en büyük amaç, daha çok zihinsel ögeye ulaşmak, daha çok betimlemek, daha çok ilişki kurabilmek ve daha çok bütünsel bir analize ulaşma kaynağı üretebilmek olmuştur. Başlangıçta bulanık bulunan veriler, derinleştikçe netleşmiştir.

Araştırmada verilerin toplanması basamağında, ardışık iki aşama izlenmiştir. Araştırmanın kuramsal çerçevesi belirlenerek öncelikle literatüründe ulaşılabilen metaforlar, tek tek taranarak, fizik eğitiminde ve örnek alan uygulaması olan elektrik konusunda, metafor listesi (Tablo 8) oluşturulmuştur.

Uzman görüşleri ile birlikte metafor envanteri, 12 hafta içinde şekillenerek, geçerlik ve güvenirlik analizi yapıldıktan sonra (toplamda 5 haftada) uygulama yapılmıştır. 10 öğretmen adayına, açık uçlu metafor envanteri sunulmuştur. Bu metafor envanterinin 1., 3., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 12. ve 14. sorularında görsel ögeler ve çizimler bulunmaktadır. Görsel ögeler, bir grafiker yardımıyla Adobe Illustrator programında çizilmiştir. 11.soruda ise kelime temsillerinden görsel ögelere geçişlere ulaşılmaya çalışılmıştır. (Tablo 9)'da her sorunun konusuna, sınıflamasına ve hangi alt probleme kaynaklık ettiği belirtilmiştir.

Tablo 9

EMA Envanterinde (Elektrik Metaforları Algı Envanteri) Yer Alan Soruların Konusu, Sınıflaması ve Alt Problemlerle ilişkisi

Sorular	Konusu	Sınıflama	İlgili Olduğu Alt Problem
Soru 1	Yalıtkan	Analojik/Benzeşimci metafor	1 ve 3
Soru 2	Yarıiletken	Analojik/Benzeşimci metafor	1,2 ve 3
Soru 3	Elektrik alanı	Analojik/Benzeşimci metafor	1,2 ve 3
Soru 4	Elektrik konusunda öğrencilerin kendi metaforları	-	1 ve 2
Soru 5	Elektron	Ontolojik metafor	1, 2 ve 3
Soru 6	Coulomb Kuvveti	Yönelim metaforu	1 ve 2
Soru 7	Elektrik alan çizgileri	Ontolojik metafor	1, 2 ve 3
Soru 8	Kondansatör	Analojik/Benzeşimci metafor	1, 2 ve 3
Soru 9	Yük Taşıyıcıları	Ontolojik metafor	2 ve 3
Soru 10	Elektron Demeti	Ontolojik metafor	2 ve 3
Soru 11	Elektrik Akısı	Ontolojik metafor	2 ve 3
Soru 12	Milikan Deneyi	Ontolojik metafor	1, 2 ve 3
Soru 13	Gauss Yasası	Karma metaforlar	1, 2 ve 3
Soru 14	Elektiriksel alan	Analojik/Benzeşimci metafor	1, 2 ve 3

4. soruda, öğretmen adaylarına, “Kavram...’dir. Çünkü...” soru kalıbı açık uçlu olarak sunulmuştur. Açık uçlu sorular, katılımcıların serbestçe cevap vermelerinin istenmesi durumunda tercih edilir. Yapılandırılmamış sorular olarak da bilinen açık uçlu sorularda, katılımcılar cevaplama serbest bırakılır. Açık uçlu sorular, yorumlama, listeleme ve boşluk doldurma soruları olmak üzere 3 ana başlıkta incelenir (Büyüköztürk, vd., 2013). Araştırmada, 4. soruda boşluk doldurma, diğer sorularda ise yorumlama tekniğine başvurulmuştur.

Yaklaşık bir ders saati boyunca, öğrencilerden bu boşlukları doldururken zihinlerinde beliren ilk çağrışımları yazmaları beklenmiştir. Araştırmada, çünkü ifadesi ile oluşturdukları bu metaforları kendi fikirlerine dayandırmaları beklenmiştir. Aynı zamanda araştırmada “gibi” kavramına yer verilmiştir. Metaforların çağrışım özelliklerinden yararlanılarak yürütülen araştırmalarda Saban (2009), “gibi” kavramını aşağıdaki gibi açıklamıştır (s.285):

“Metaforun bir araştırma aracı olarak kullanıldığı çalışmalarda “gibi” kavramı genellikle “metaforun konusu” ile “metaforun kaynağı” arasındaki bağı daha açık bir şekilde çağrıştırmak için kullanılır. Araştırmada “çünkü” kavramına da yer verilerek katılımcıların kendi metaforları için bir “gerekçe” (veya “mantıksal dayanak”) sunmaları da istenir.”

4.soruda yer alan kavramlar, “elektron”, “proton”, “elektrik alanı”, “yük”, “iletken”, “yalıtkan”, “yarı iletken”, “akı” ve “kondansatör” kavramlarıdır.

Birinci aşama sonunda, metaforların açıklamasının en iyi gözlenebildiği ve sıralama envanterinden yüksek puan alan 4 öğretmen adayı gönüllü olarak katılmıştır. İkinci aşamada öğretmen adaylarına, her bir soru için oluşturulan alt sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır. İkinci aşama, 4 hafta süren görüşmeden meydana gelmiştir. Yapılan mülakat, ses kaydı cihazı ile kaydedilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde, karşımıza çıkacak en önemli sorunlar, objektiflik, doğruluk, analiz teknikleri ve analizin en uygun yol olup olmadığının belirlenmesidir. Bu önemli soruların cevaplarından emin olabilmek için aşağıda verilen yollar, araştırma boyunca izlenmiştir.

Verilerin nasıl analiz edileceği konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. “Walcott (1993), veri analiz yöntemlerini betimleme, analiz ve yorumlama olarak üçlü bir kategori içerisinde tartışmaktadır. Ancak, analiz türlerini oluşturan bu üç yöntem arasında kesin sınırlar olmadığı konusuna da vurgu yapmaktadır” (aktaran Özdemir, 2010).

Araştırmanın veri analizinde, Walcott (1993)’in veri analizi yöntemine paralel olarak veri analiz tekniğine başvurulmuştur. Bu bağlamda araştırmanın veri analizinin, “betimleme”, “ilişkilendirme” ve “yorumlama” ekseninde gerçekleştiğini ifade etmek yanlış olmaz. İlk olarak literatürden toplanmış veriler listelenmiştir. Araştırmada gerçekleşen görüşme kayıtları, alan notları ve metinler üzerinde yapılmış araştırmalar sonunda elde edilen veriler olduğu rapora olduğu gibi yansıtılmıştır.

İkinci veri analiz yöntemi ise ağırlıklı olarak birinci yöntem üzerine inşa edilmiştir. Bu aşamada veriler sistematik yeri geldiğinde nicel bir analize tabi tutulmuştur. Böylece veriler içerisinde yer alan anlamlar çıkartılmaya ve veriler arasındaki ilişki yapıları tanımlanmaya çalışılmıştır. Daha sonra ise verilerin yorumlanması süreci gerçekleşmiştir. Öznel ve nesnel yorumlar işe koşulmuştur.

Araştırmanın birinci bölümünde öğretmen adaylarına 14 soruluk envanter uygulanmıştır ve uygulama 60 dakika boyunca sürmüştür. Uygulama sonucunda elde edilen veriler, tüm hatlarıyla tek tek irdelenmiş, öğretmen adaylarının çizimleri, yorumları, fikirleri ve kâğıda aktardıkları veriler değerlendirilmiştir. Birinci bölümde bulunan aynı sorular, ikinci bölümde de yer almış, mülakat ile birlikte öğrencilerin kendi kavramsal dünyalarına erişilmeye

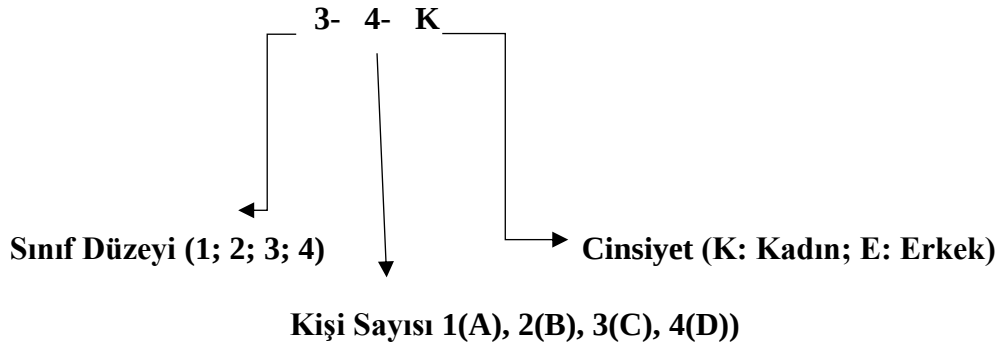
alışılmıştır. Böylece elektrik konusunda bulunan bazı metaforların incelenmesi için geniş bir hacim oluşmuştur.

Envanterde bulunan, 4. soru, retmen adaylarının karşılaştıkları elektrik kavramlarına ait kendi metaforlarını oluşturmasından meydana gelmektedir. Araştırmada, her kavrama ait öğrencilerin kendi metaforlarının dağılımı, frekans analiziyle gösterilmiştir. Bu frekans analizleri ile oluşturulan grafikler, 9 temel kavram için ayrı ayrı çizilmiştir. Bu metaforlar, nesneye ait özellikleri, kişiye ait özellikleri ve soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma özellikleri açısından; 2 ayrı uzman görüşü alınarak, 3 gruba ayrılmıştır. Gruplara ait frekans tabloları ile durum betimlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda 86 adet metaforik algı (metafor) bulunmuştur. Bu metaforlar için yapılan sınıflandırmalar sonucunda, dünya ve ülkemizde yapılan araştırmalara göre farklar ve benzerlikler tartışılmıştır.

Envanterin 1, 2., 3., 8. ve 14. sorularında analogik metaforlar, 5., 7., 9., 10., 11. ve 12. sorularında ontolojik metaforlar, 6. sorusunda yönelim metaforu ve 13. sorusunda karma metafor yer almaktadır. Bu metaforları içeren sorular retmen adaylarına sunulmuştur. Her soruya ait ikinci aşamadan elde edilen veriler mülakat analizi tekniğine göre kodlanarak, 1 ve 2. aşamadan elde edilen veriler birlikte analiz edilerek, her sorunun kendine ait bir değerlendirmesine ulaşılmıştır. Değerlendirme yapılırken betimsel analiz ve içerik analizi tekniklerinden faydalanılmıştır. Analizler yapılırken nesnellik ve orijinallik esas alınmıştır. Betimlenen sonuçlar literatür ile karşılaştırılmış, benzerlikler ve farklılıklar sunularak yorumlanmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünde, birinci aşamaya verdikleri cevapların tutarlılığı ve sıralama envanterinden aldıkları puanlar bazında değerlendirilmiş ve değerlendirilmeye uygun olan 4 katılımcı çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. İkinci aşamada retmen adaylarına, her bir soru için oluşturulan alt sorulardan oluşan yarı yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır. Mülakat, araştırma sonucunda ulaşılacak verilerin daha geniş bir yelpazede değerlendirilmesi, alternatif yorumlara ulaşılabilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ulaşılan sonuçlar, bir dış müdahale olmaksızın yalın bir şekilde sunulmuştur.

Böylece metaforların bir araştırma içerisinde yaptığı çağrışımların nasıl oluştuğu da gözlenmek istenmiştir. 3. sınıfa devam etmekte olan bu 4 retmen adayının mülakat sonuçları, (şekil 14)'teki kodlama sitiline göre, A, B, C, D olarak kodlanmıştır.



Şekil 14. Kodlama örneği

2.4.1. Geçerlik ve Güvenirlik

Şüphesiz ki bilimde, mutlak gerçek yoktur. Bilim insanlarına göre bilimsel bilgi “şüpheli”, “muhtemel”, “mümkün” bilgi olarak ifade edilir (Kaptan, 1998). Bu anlamda araştırmada, en güvenilir ve en geçerli bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Nitel araştırmalarda en önemli hususlardan birisi, “inandırıcılık” kavramıdır. Lincoln ve Guba (1985), nitel araştırmalarda inandırıcılık ve derinliğin önemini vurgulayarak bunun sağlanabilmesi için bazı stratejilerden bahsetmiştir. Bunlardan bazıları, araştırma ve araştırmacının yakınlığı, araştırmacının kendi sürecini tamamlaması için gereken sürenin sağlanması ve araştırmacının özgünlüğüdür.

Bir araştırmada, derinliğin sağlanmasında ilk basamak, şüphesiz araştırma ve araştırmacı etkileşimidir. Bu amaçla araştırmacı ve araştırma etkileşimi başlangıçtan sonuna kadar devam etmiştir. Araştırmacının derinliğin sağlanması için öncelikle araştırmayı diğer araştırmalardan ayıran ve araştırmayı araştırma yapan, “özgünlük” ve “esneklik” kavramları göz önünde bulundurulmuş ve bu amaçla EMA (Elektrik Metaforları Algı Envanteri) geliştirilmiştir. Her etkileşim için gereken süre, uzman tarafından sağlanmıştır. Bu araştırmada öncelikli olarak, gerçekleştirme kaygısı ön planda yer almıştır. Derinlik için geliştirilen stratejiler verilerin çeşitlenmesi çerçevesinde ilerlemiştir. Bu araştırmada geçerlik ve güvenilirlik önlemleri için yapılan bazı çalışmalar aşağıdaki gibidir:

2.4.1.1. Ölçme Aracına İlişkin Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri

Nitel araştırmalarda, uzman görüşü büyük bir önem taşımaktadır (Büyüköztürk vd., 2013). Bu araştırma kapsamında, 2 ayrı Devlet Üniversitesi öğretim üyelerinden oluşan 5 uzmanın görüşüne başvurulmuş ve uygulama, uzman görüşleri arasında güvenilirlik önlemi için yapılan ortak çalışma kararından sonra yapılmıştır. Bu ortak karar, %91 uzlaşma ile gerçekleştirilmiştir.

Uzman görüşü ile birlikte, geçerlik sağlanmıştır. Envanterde yer alan maddelerin hedeflere uygunluğu, yapısı ve uzunluğu uzman görüşü ile birlikte belirlenmiş ve son halini almıştır.

Envanterin, güvenirlik ölçümü için araştırmacı ve 2 Fizik Öğretmeninden oluşan toplam 3 puanlayıcının değerlendirmesinden faydalanılmıştır. Puanlayıcılar verileri sıralı envantere göre değerlendirmiş ve değerlendirme sonuçları (Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12) sunulmuştur.

Tabloda koyu renkli belirtilen öğretmen adayları, 2. aşama olan mülakata katılmışlardır.

Tablo 10

Araştırmacıya ait Puan Dağılımı

Adı Öğrenci															
f(10)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	Toplam
A	5	5	5	5	2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	61
B	4	1	4	4	4	2	3	2	4	4	3	3	3	1	42
C	4	1	2	5	3	4	4	4	1	3	1	2	4	5	44
D	4	1	3	4	1	4	4	4	1	3	2	4	4	4	43
E	5	2	3	5	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	46
F	5	5	5	5	4	4	4	3	2	3	5	4	3	4	56
G	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	4	3	5	5	59
H	5	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	60
I	4	2	1	4	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	30
J	5	5	5	5	2	4	4	5	1	4	3	4	4	1	52
Toplam	46	32	36	47	27	32	37	36	26	34	31	35	38	35	492

Tablo 11

Birinci Fizik Öğretmenine ait Puan Dağılımı

Adı Öğrenci	Puan Dağılımı														
f(10)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	Toplam
A	5	5	5	5	2	3	4	4	4	4	5	4	5	5	60
B	4	1	5	4	2	3	3	2	3	3	2	4	3	1	40
C	4	1	2	5	4	5	3	5	1	3	1	2	4	5	45
D	4	1	4	4	1	5	3	4	1	3	5	4	4	4	47
E	5	2	3	5	3	4	4	3	2	3	4	4	4	4	50
F	2	5	4	5	4	5	2	4	2	3	3	4	4	4	51
G	5	5	4	5	3	5	4	5	3	4	4	4	5	5	61
H	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	63
I	5	2	2	4	2	2	3	2	2	3	1	2	2	2	34
J	5	5	3	5	3	5	4	5	1	4	3	4	3	1	51
Toplam	44	32	36	47	28	42	34	39	23	34	33	36	38	36	502

Tablo 12

İkinci Fizik Öğretmenine ait Puan Dağılımı

Adı Öğrenci	Puan Dağılımı														
f(10)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	Toplam
A	5	5	5	5	2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	61
B	4	1	5	4	4	2	3	2	4	4	3	3	3	1	42
C	4	1	2	5	3	4	5	4	1	3	1	2	4	5	43
D	5	1	3	4	1	4	4	4	1	3	1	4	4	3	41
E	5	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	2	4	3	45
F	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	5	4	4	5	56
G	5	5	4	5	4	3	4	4	4	3	4	3	5	5	59
H	5	5	3	4	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	60
I	4	2	1	4	1	2	4	2	2	2	2	2	2	2	31
J	5	5	5	5	2	4	4	5	1	4	3	4	4	1	52
Toplam	47	33	36	45	28	31	39	38	27	33	31	34	39	34	490

Uzman öğretmenler teyidi, birden çok gözlemcinin, birbirinden bağımsız olarak, aynı durumu, aynı ölçüm aracı ile ölçmeye çalıştığı zaman uygulanan bir güvenilirlik ölçütüdür. %70 ve daha yüksek tutarlılık, güvenilirlik sınaması için uygundur. Araştırmada, Pearson Korelasyon Katsayısı, $(r) \geq 0.80$ değeri bulunmuştur. Envanterin güvenilirliği “*iyi*” sınıfında tespit edilmiştir.

Envanter dağıtılmadan önce, metaforların ne olduğu, fizik eğitiminde işlevi ve özelliklerini içeren kısa bir bilgi verilmiştir. Verilen bilgilerin öğrenciler tarafından anlaşıldığından emin olunduktan sonra envanter uygulamaya başlanılmıştır. Envanterdeki maddeleri öğrencilerin cevaplaması için yönergeler sunulmuştur. Bu yönergeler zaman, boşluk doldurma, çizim gibi özelliklerden meydana gelmiştir. Envanter, içerik bakımından tutarlı 14 sorudan oluşmuştur. Uygulama sonucunda elde edilen verilerin analizinde tamamen nesnellikten yararlanılmıştır. Envantere ait nicel veriler de analiz edilerek ranj, maddeler arasında tutarlılık, oluşan envanterin ölçmek istediği niteliği ölçme başarısı ölçülmüştür.

2.4.1.2. Envanteri Alan Birey ve Gruba Bağlı Güvenirlik Önlemleri

Envanteri alan öğrenciler tamamen gönüllü olarak seçilmiştir. Öğrencilerin kaygılarını artırıcı ve motivasyonlarını düşürecek durumlardan uzak bir ortam sağlanmıştır. Kurguların yanlış anlaşılması, yanlış nakledilmesi olasılığına karşı ek soru ve ek yönergelerle bu durumdan doğacak zarar, en aza indirgenmeye çalışılmıştır.

2.4.1.3. Uygulama Koşulları ve Zamana Dair Güvenlik Önlemleri

Nitel araştırmalarda, araştırmacı ve katılımcılar karşılıklı olarak birbirini etkileyebilirler ve bu nitel araştırmalarda göz önünde bulundurulmuş bir durumdur. Araştırmada, birbirini etkileyecek zıt fikirler de kendi iradeleri ile ifade edebileceği söylenerek, olumsuz etkileşim en aza indirilmiştir.

Farklı algılar ve yaşantılar araştırmaya kaynaklık ederek çoklu örüntülere ulaşılmıştır. Aynı şekilde benzer fikirlerin de birbirini etkilememesi için güvenlik önlemleri alınmıştır.

Değerlendirmenin güvenilirliği açısından verilen yaklaşık 60 dakikalık süreye sadık kalınmış ve her öğrenciye eşit imkânlar sağlanmış, sürenin uzatılması ve kısaltılması ile olabilecek tehditler ortadan kaldırılmıştır.

Uygulanan envanter için pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmaya 10 öğretmen adayı katılmıştır. Geçerlik ve güvenirlik sınırını aşağıda tutan maddeler yeniden düzenlenmiştir. Envanterde bulunan elektrik alan metaforları geliştirilmiş ve yapılandırılmıştır. Soru sayısının arttırılmasına karar verilip yeniden görsel öğeler kullanımına ağırlık verilmiştir. 5 ana soru geliştirilerek 14 ana soruya dönüşmüştür. Öğretmen adaylarına verilecek süre 45 dakikadan 60 dakikaya uzatılmış, dil ve anlam yönünden eksik ifadeler düzenlenerek yeniden yapılandırılmıştır. Uzman görüşleri ile birlikte yeni envanter yeniden okunarak geçerlik ve güvenirlik sınırları sağlanmıştır.

Geçerlik konusunda bilimsel araştırmalarda birçok boyuttan bahsedilmektedir. “Envanterin bireyin ölçülmek istenen özelliğini diğer özelliklerle karıştırmadan ne derece doğru ölçtüğü ile ilgili kavram geçerliliğidir (Büyüköztürk vd., 2013)”. Araştırmanın geçerliliğini sağlayabilmek için, her kavram tek tek analiz edilmiş ve gerektiğinde, frekans tabloları ile gösterilmiştir. Envanterin kullanım amacına uygun maddeler analiz edilirken tamamen objektif davranılmıştır. Geçerlilik için gerekli aşağıda belirtilen 4 maddeye de uyularak araştırmanın geçerli olması sağlanmıştır (Büyüköztürk vd., 2013, s.120):

1. “Ölçme sonuçlarının güvenirliği,”
2. “Ölçme yöntemi ve madde sayısı,”
3. “Puanlayıcı yanlılığı,”
4. “Uygulama koşulları.”

Bu konularda uzman görüşü alınarak ortak bir uygulama ile gerekli nitelikler sağlanmıştır. Uzman görüşü ile birlikte, çalışma grubu ve araştırmacı birbirine yakın bağlar kurmuş,

diyaloglardan elde edilen veriler sunulmuş, geçerliliği engelleyecek tehditler araştırmacı tarafından engellenmiştir.

2.4.2. Betimsel Analiz

“Bilimsel etkinlikler olayların betimlenmesiyle başlar (Kaptan, 1998, s.59)”. Araştırmada, ilişkilerin saptanması amacıyla betimleme analizlerinden faydalanılmıştır. Betimsel analiz sürecini Yıldırım ve Şimşek (1999) aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

Bu analiz türünde araştırmacı, görüştüğü ya da gözlemiş olduğu bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtabilmek amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verebilmektedir. Bu analiz türünde temel amaç elde edilmiş olan bulguların okuyucuya özetlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde sunulmasıdır.

Araştırmada gerek teorik çerçevenin sunulmasında gerek verilerin açıklamasında betimleme tekniğinden faydalanılmıştır. Bulunan ilişkilerin neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesinde de elbette betimleme analizi yapılmıştır.

2.4.3. İçerik Analizi

“İçerik analizi ağırlıklı olarak yazılı ve görsel verilerin analiz edilmesinde kullanılan bir yöntemdir ve bu yöntemde tümdengelimci bir yol takip edilir (Özdemir, 2010).” Araştırmada, ilişkilerin belirlenmesi ve organizasyon konularında içerik analizi tekniğinden faydalanılmıştır. Sadece metinler ve kodlamalar üzerinde değil, görsellerin ve kayıtların da içerik analizi yapılmıştır. “İçerik analizi genellikle diğer tekniklerle birlikte kullanılır (Büyüköztürk, vd, 2013, s. 241).” Bu araştırmanın sadece içerik analizinden oluştuğunu ifade etmek doğru olmaz çünkü ardışık olarak birkaç analiz tekniği ile birlikte devam ederek oluşmuştur.

İçerik analizi geliştirme süreçlerini (Büyüköztürk vd., 2013, s. 241-245) aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- “Amaçların belirlenmesi,”
- “Analiz birimlerinin belirlenmesi,”
- “Konu ile ilgili verilerin yerini belirleme,”
- “Mantıksal bir yapının geliştirilmesi,”
- “Kodlama kategorilerin belirlenmesi,”
- “Sayma/sayısallaştırma,”
- “Yorumlama.”

Araştırmada öncelikle, elektrik konusu araştırma konusu olarak belirlenmiştir. Mantıksal yapının geliştirilmesi, çizilen teorik çerçeve ile desteklenmiştir. Kodlama kategorileri hem ilk aşamada hem de ikinci aşamada kodlama sitiline uygun şekilde yapılmıştır. Nicel analizlerde, sayma ve sayısallaştırma işlemleri yapılmıştır. Yorumlar kısmında, yine içerik analizden faydalanılmıştır.

BÖLÜM III

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, bulgulara yer verilmiştir. Bulgularda sadece nitel verilerin değil aynı zamanda nicel verilerin de araştırmayı beslemesi gerektiği, her değişkene ait amaç ve sonucun yorumlanması bulgular içinde yansıtılmaya çalışılmıştır.

Bir araştırmanın içini görmek, parçalar bütünü bütünsel olarak organize etmeye bağlıdır. Bu amaçla araştırmanın bilgi kaynaklarına ulaşma ve bilgi toplama hususunda, gerekli çalışmalar yapılmıştır.

3.1. Birinci ve İkinci Aşamaya Ait Bulgular

Birinci aşama, 3. sınıfta okumakta olan 10 öğretmen adayına uygulanmış, gizlilik esasına göre kodlanan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar, bir sıralama ölçeğine göre puanlandırılmıştır. Kullanılan sıralı ölçeğin derecelerine Tablo 13'te, öğretmen adaylarının envanterten aldığı puan dağılımına ise Tablo 14'te yer verilmiştir.

Tablo 13

Puanlandırma Ölçeği

(5)	Çok iyi
(4)	İyi
(3)	Orta
(2)	Zayıf
(1)	Çok Zayıf/Kabul Edilemez

Tablo 14

Birinci Aşama Sonunda Elde Edilen Puanlama

Adı Öğrenci															
f(10)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	Toplam
A	5	5	5	5	2	3	4	4	4	4	5	5	5	5	61
B	4	1	4	4	4	2	3	2	4	4	3	3	3	1	42
C	4	1	2	5	3	4	4	4	1	3	1	2	4	5	44
D	4	1	3	4	1	4	4	4	1	3	2	4	4	4	43
E	5	2	3	5	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	46
F	5	5	5	5	4	4	4	3	2	3	5	4	3	4	56
G	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	4	3	5	5	59
H	5	5	4	5	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	60
I	4	2	1	4	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2	30
J	5	5	5	5	2	4	4	5	1	4	3	4	4	1	52
Toplam	46	32	36	47	27	32	37	36	26	34	31	35	38	35	492

Birinci aşamanın analizinde, sıralama ölçeğinden faydalanılmıştır. Sıralama ölçeği, “bir değişkenin özelliklerinin göreceli durumu veya yoğunluğu üzerinde durur. Bu durum, değişkenin özellikleriyle ilgili verileri bir sıralama olasılığı verir. Verilen değerler kademeli bir şekilde azdan çoğa, iyiden kötüye, kısıdan uzuna doğru sıralanabilir” (Sütütemiz, 2016). Sıralama envanterlerinden elde edilen verilerle parametrik işlemler yapılamaz. Veri incelemesi non-parametrik olarak gerçekleşir.

Sıralama envanterinde önemli olan ayrıntılar, frekans dağılımları ve yüzdelik dilimleridir. Bu bölümde, aynı zamanda ranj ve maddeler hakkında sıralamayı sunan bilgilere yer verilmiştir.

3.1.1. Envanterde Yer Alan Maddelerin İstatistiksel Analizi

Envanterde uygulanan 14 soru, 1.soru M1, ikinci soru M2 ...On dördüncü soru M14 olarak belirtilmiştir. Bu maddelerden elde edilen puanların ortalama analizi Tablo 15’teki gibidir. Maddelerin ortalama değerlendirmesi ise Tablo 16’ya göre yapılmıştır.

Tablo 15

Envanterde Yer Alan Maddelerin Ortalama Puanları

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
4,6	3,2	3,6	4,7	2,7	3,2	3,7	3,6	2,6	3,4	3,1	3,5	3,8	3,5

Tablo 16

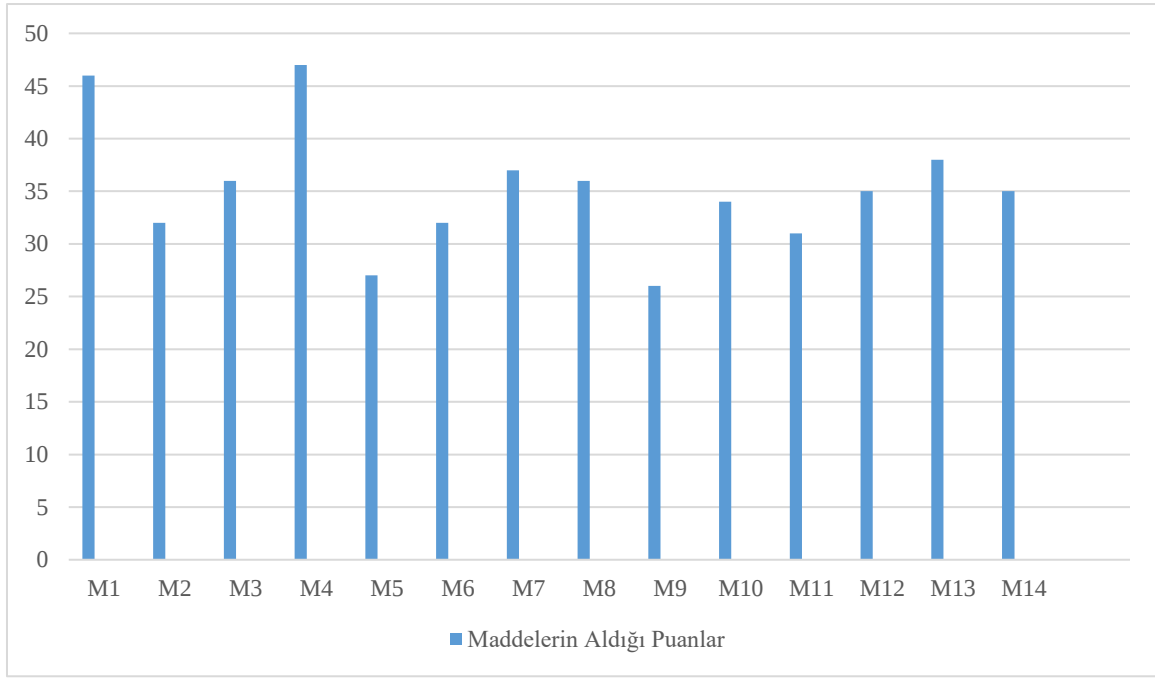
Envanterde Yer Alan Maddelerin Ortalama Değerlendirme Aralığı

Aralık	Seçenek
4,21-5,00	Çok İyi
3,41-4,20	İyi
2,61-3,40	Orta
1,81-2,60	Zayıf
1,00-1,80	Çok Zayıf/Kabul Edilemez

Tablo 16’ya göre, M1 ve M4 “çok iyi” üst sınıfında, M3, M7, M8, M12, M13 ve M14 “iyi” üst sınıfında, M2, M5, M6, M10, M11 “orta” sınıfındadır. M9 “zayıf” alt sınıfındadır. Envanterde bulunan soruların değerlendirilmesi sonucunda, çok zayıf/kabul edilemez madde bulunmamıştır. Bu nedenle envanterden hiçbir soru çıkarılmamıştır.

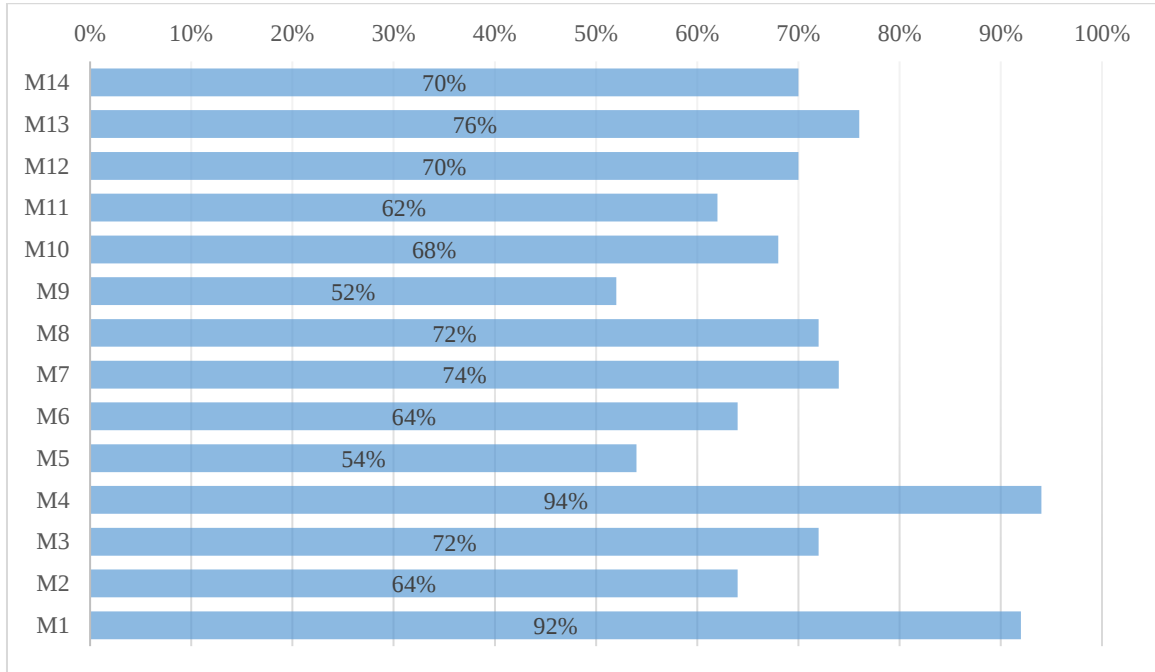
Maddelerin öğretmen adaylarına göre başarı puanları incelendiğinde envanterden en çok puan alınan sorunun, 4. soru olduğu görülmektedir. 4. soru öğrencilerin 9 temel kavrama ait kendi metaforlarını oluşturmak için kurulmuş bir yapıdır. Bu yapı sonucunda, sunulan metafordan çok öğrencilerin kendi metaforlarına ulaşmak daha kolay olduğu fikrine varılmıştır.

Envanterden en az puan alan madde 9. sorudur. Bu soru, “yük taşıyıcıları” metaforunu içermektedir. Elde edilen bulgular ışığında, yük taşıyıcıları metaforunun öğretmen adaylarında yeterli çağrışım yapmadığı gözlenmiştir. Şekil 15’te envanterde yer alan maddelerin (soruların) puan dağılımına yer verilmiştir. Envanterde, her maddenin alabileceği maksimum puan 50, minimum puan ise 10’dır.



Şekil 15. Envanterde yer alan maddelerin (soruların) puan dağılımı

Şekil 15’te görüldüğü gibi, envanterdeki maddelerden alınan en düşük puan 26, en yüksek puan ise 47 olmuştur. Yüzdelik hesaplamalara göre ise, en düşük %52 başarı elde edilirken, en fazla %94 başarı elde edilmiştir. Verilere ait yüzdelik dağılımına Şekil 16’da yer verilmiştir.



Şekil 16. Maddelerin yüzdelik dağılımları

Şekil 16’da 4. soruya ait yüzdeliğin %94 değer aldığı, en düşük değer ise %52 değerini alan 9. soruya ait veri olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevapların dağılımı, %52 ve %94 arasında sorudan soruya değişiklik göstermektedir.

3.1.2. Çalışma Grubuna Ait İstatistiksel Analizler

Her madde için alınabilecek maksimum puan $5 \times 10 = 50$ puandır. Minimum puan ise $1 \times 10 = 10$ puandır. Tekli örneklem grubunun alabileceği maksimum puan ise, $50 \times 14 = 700$ puan ve minimum puan ise; $14 \times 10 = 140$ puandır. Sıralama ölçeğinden elde edilen toplam grup puanı, 492’dir. 5’li likert ölçeğine göre aralıklar = (En yüksek puan- En düşük puan) /5 hesabına göre yapılmaktadır. Likert ölçeği aralığına göre envanter aralığı $(700-140) /5 = 112$ puandır. Bu durumda, grubun toplam aldığı puan, envanterden alınabilecek puanlara göre (Tablo 17) iyi sınıfındadır. Tablo 17’de gruptan elde edilen puanın yine aynı sıralama ölçeğinde durumuna yer verilmiştir. Bu bulgulara göre gruptan elde edilen veriler, ölçümü iyi derecede yansıtmaktadır.

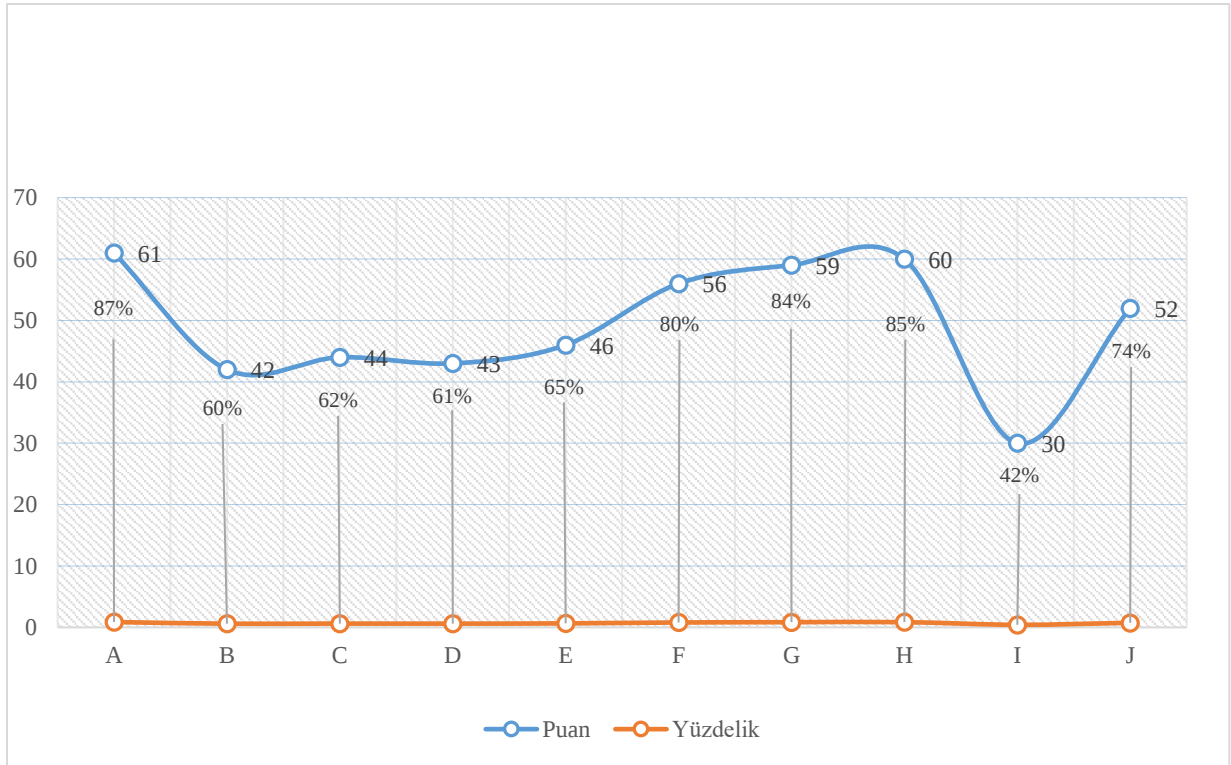
Tablo 17

Envanterden Elde Edilen Toplam Verilerin Sınıflandırılması

(5)	Çok iyi (588-700 puan)
(4)	İyi (476-588 puan)
(3)	Orta (364-476 puan)
(2)	Zayıf (252-364 puan)
(1)	Çok Zayıf/ Kabul edilemez (140-252 puan)

3.1.3. Çalışma Grubundaki Öğretmen Adaylarına Ait İstatiksel Analizler

Uygulanan envanterden alınan puanlar incelendiğinde, en düşük öğretmen adayının aldığı puan, 30 (%42) en yüksek puan alan öğretmen adayının ise puanı 61 (%87) bulunmuştur. Her öğretmen adayının alabileceği maksimum puan $14 \times 5 = 70$ puan, alabileceği minimum puan ise $14 \times 1 = 14$ puandır. Gruptaki öğretmen adaylarına ait puanlar ve puanlara denk gelen yüzdeler dilimlerin dağılımı Şekil 17’deki gibidir.



Şekil 17. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının envanterden aldığı puanlar ve yüzdelik dilimleri

Bu bilgiler doğrultusunda, A, H, G ve F öğretmen adayları mülakata davet edilmiş, söz konusu öğretmen adayları da gönüllü olarak katılmayı kabul etmişlerdir. Grubun metafor envanterinden aldığı puana göre, alınan veriler iyi grubundadır. Öğretmen adayları, ÖA, ÖB.... Şeklinde gizlilik esasına göre kodlanmıştır.

Mülakata katılan öğretmen adaylarından (A, H, G, F) yeniden ÖA, ÖB, ÖC ve ÖD olarak kodlanmışlardır. Öğretmen adaylarının envanterdeki durumları %42- %87 aralığını kapsamaktadır.

3.1.4. EMA (Elektrik Metaforları Algı) Envanterinde Yer Alan Maddelerin Bütünsel Analizi

3.1.4.1. Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

1. Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

1. “Yalıtıkandaki bir elektron, ağaca bağlı koruyucu bir köpektir.”



Şekil 18. Birinci soruya ait görsel öge

Yukarıdaki cümlelerin size neler çağrıştırdığını anlatınız.

Bu soruda, analogik bir metafor kullanılmıştır. Literatürde kullanılan bu metafor ile öğrencilerin, yalıtkan maddelerdeki elektronlarla ilgili algıları incelenmek istenmektedir. Bu amaçla öğrencilerden, kullanılan metaforla akıllarına gelen ilk çağrışımları belirtmeleri istenmiştir. Öncelikle, kullanılan dil, fiziksel fikir ve süreçlerin meşru bir temsili olarak ele alınmıştır.

Literatürde bulunan incelemeler bazı öğrenci zorluklarının kafa karıştırıcı dilden kaynaklanabileceğini ifade etmektedir. Russel ve Hrycenko (2006, s.132) öğretmen adayları ile metaforlar konusunda araştırmalar yapmıştır. Öğretmeyi öğrenme konusundaki literatüründe, metaforları sıklıkla dile getirmekte ve sıklıkla yansıtıcı rolünün pratikliğini bir unsur olarak görmektedir. Bu unsuru aşağıdaki gibi açıklamıştır:

...Martinez, Saulea ve Huber (2001) “eğitim düşüncesinde metaforların hayati rolünü açıklığa kavuşturmak için çalışmışlardır (s.966)... “öğretme ve öğrenmeyle ilgili düşünmenin metaforik temellerini açıklayarak, öğretmenlere, örtük ve açık bilgi arasındaki boşluğu doldurmada yardımcı olmaları gerektiğini bilmelerini umuyoruz.

Soruda bulunan metafor örtük, yapı bakımından analogik, işlev bakımından didaktiktir. İletkenler, elektrik yüklerinin oldukça serbest hareket ettikleri, yalıtkan ise elektrik yüklerinin kolayca taşınmadığı maddelerdir (Serway ve Beichner, 1999 s.629). Metaforda yalıtkanların doğası ile verilmek istenenler örtük bir şekilde bu anlamda minyatürleştirilmiştir.

Soruya ait öğretmen adaylarının verdiği cevaplar ve analizler aşağıdaki gibidir:

A: Aklına gelen ilk gelen şeyin, yalıtkanlardaki en dış elektronun bile koparılmasının zor olduğunu ifade etmiştir. Yalıtkanlardaki elektronların hareket ettirmek için çok yüksek gerilim verilmesi gerekmekte olduğunu ifade etmiştir. En dış elektronları en serbest elektronlar ve koparılması en kolay olduğunu ifade etmiştir. Köpeğin ağaca bağlı ve koruyucu olmasını yalıtkanlardaki elektronların hareketinin zorluğundan dolayı her biri sık bir şekilde o düzeni korumaları olarak açıklamıştır. Elektrik akımının iletilip iletilmediğinden bahsetmiştir. A,’nın bu metafor ile ilgili algıları, köpeğin ipe bağlı olduğundan yalıtkanlık sınıflaması çevresinde yoğunlaşmıştır.

B: Ağaca bağlı olan bir köpeğin bahçeyi korumasını beklemek ne kadar anlamsızsa, yalıtkanlardaki sayısız elektron da o kadar anlamsız olduğunu ifade etmiştir. *“Yani istediğim yalıtkan cisimler elektriği iletmediği için ne kadar elektrona sahip olduğu da bence çok fazla değer taşımaz.”* B, köpeğin ipe bağlı olmasından yalıtkanlık kavramı ile ilişki kurmuştur.

C: Yalıtkan içerisindeki elektronun hareketinin kısıtlı olduğunu ifade etmiş, serbest hareket edemeyeceğinden bahsetmiştir. Ayrıca yalıtkindan elektron koparmanın zorluğundan bahsetmiştir. Köpeğin ağaca bağlı olmasından yalıtkan kavramına ulaşmıştır.

D: Yalıtkan cisimlerde, elektronlar rahatça hareket edemeyeceğini belirtmiştir. Yalıtkan cisimler iletken olmadığına değinmiş, *“elektron hareket eder fakat kopamaz.”* yargısına ulaşmıştır.

E: Yalıtkanlardan elektron koparmanın kolay olmadığına değinmiştir. Elektronlar hareketlidir fakat titreşim hareketi yapar. Bunu; *“Yörüngesinden kopamaz ise bağlı köpek de bunu anlatır. Hareket eder fakat ipini koparıp uzaklaşamaz.”* Fikriyle desteklemiştir. E, köpeğin ağaca bağlı olmasıyla, yalıtkan arasında bir ilişki kurmuştur.

F: Yalıtkanların elektrik akımını iletmeyen maddeler olduğunu ifade etmiştir. Bu metafor onda Benjamin Franklin'i anımsatmıştır. F'de bu durumda, bir metafordan başka bir metafora geçişler gözlenmiştir. *Benjamin Franklin'in yardımcısıyla yaptığı deney yağmurlu bir havada şemsiyeye tutunarak bulutlardaki elektronların toprağa aktarılmasını gözlemliyordu. Şimşek olayı.*"

G: Yalıtkanlardaki elektronların hareketli olmadığını ifade etmiştir. Ona göre, bir insanı veya başka bir cismi çarpmaz. Aynı bu köpek de bağlı ve tehlikesizdir. Hareket edemez. Köpek bağlı olduğu için insanlar rahatça dolaşabilir köpek onlara zarar vermez, ısırılmaz aynı şekilde yalıtkan cisimler de insanlara veya hayvanlara zarar vermez, çarpmaz. Hayvan ve yalıtkindaki elektron hareketsizdir. G'de bu metafor, iletken yalıtkan sınıflamasına götürmüştür.

H: Maddelerin ısıyı iletip iletmediğine göre iki gruba ayırdığını ifade etmiştir. Elektronlar madde içerisinde rahatça hareket edemediği ve elektronların serbestçe hareket edemedikleri bu maddeler yalıtkan olarak isimlendirdiği şekliyle bağlantı kurmuştur. Aşağıda H'ye ait bir düşünce alıntılanmıştır. H'nin bu metafor ile algıları incelendiğinde, açıkça yalıtkan ve iletken ayrımı yaptığı gözlenmektedir:

"Yukarıdaki resmi inceleyecek olursa, ağaç bizim için yalıtkan bir maddedir. Ağacın kökleri ise toprağa bağlıdır. Toprağı sonsuz bir gider olarak düşünebiliriz. Köpek ise elektron. Yalıtkan maddelerde elektronların rahat hareket edemediklerini söylemiştik. Köpeğin ağaca bağlı olması bunu gösteriyor."

I: I, bazı soruları kendine yönlendirmiştir. I'nın bu sorularından bazıları, aşağıda alıntılanmıştır.

"Sadece köpek demiş olsaydınız "bağlı köpek" tanımıyla kaçmaması gerektiğini, hareketsizlikten bahsedirdim -ki elektron serbest hareket edebiliyorsa iletken, edemiyorsa yalıtkan olarak tanımlıyoruz. "Koruyucu köpek" deyince başka çağrışımlar da yapıyor. Neyi koruyor? Kendini mi?" Yoksa ağacın arkasında koca bir bahçede başka bir şeyi mi koruyor" Giriş- Çıkış" olmamasını mı? Ya da koruduğu "şey" kendinden farklı bir şey mi..." I, nın kendine yönelttiği bu sorular ile, bu metaforun onda açıkça merak uyandırdığı ve yaratıcı düşünceyi işe koyduğu gözlenmiştir.

J: J, bu metafor ile açıkça yalıtkan ve iletken sınıflaması yapmıştır.

J, aynı zamanda köpeğin ağaca bağlı olmasıyla, elektronun hareketinin sınırlı olmasıyla ilgili bir bağlantı kurmuştur. Aşağıda düşüncesini yansıtan bir alıntıya yer verilmiştir:

“Ağaca ulaşmak için nasıl ki önce köpeği uzaklaştırmak gerekiyorsa ve bu zor ve zahmetli bir işse, yalıtkanlardan elektron koparmak da zordur. Burada elektronu ağaçtaki bir meyveye benzetebiliriz. Elektronu koparmak için bağları kopararak büyük kuvvet uygulanmalıdır.”

Cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının cevapları arasında bir boşluk olduğunu görmek zor değildir. Machamer ve Silberstein (2002), *Phiosophy of Science* adlı eserlerinde, bilimsel teorilerin dilbilimsel oluşumlar olduğunu ifade eder. Fizikte kullanılan dilin üzerinde yapılan araştırmalar, bilimsel bilginin orijinine, o döneme, o bilim insanına kadar uzanır. Aslında denilen, demek istenen midir? Bu soruda olduğu gibi denilen ve demek istenen arasındaki bağ, kişiden kişiye farklılık göstermiştir. Bu alan metaforiktir.

3.1.4.1.1. Birinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakata katılan öğrencilerden, A, B, C, D öğretmen adayları yeniden 3-4-K-ÖA, 3-4-K-ÖB, 3-4-K-ÖC ve 3-4-K-ÖD, mülakat kodlama analizine göre (Şekil 14) yeniden kodlanmıştır. A ile kodlanan ise araştırmacıdır.

A: 1. Soruda metaforu vermiştik. En dış elektronun bile koparılmasının zor olduğunu söylemişsin. Burada köpeği neye benzettin, ipi neye benzettin, ağacı neye benzettin?

3-4-K-ÖA, yazılı olarak, köpeği elektrona benzettiğini ifade etmiştir. Mülakatta bu görüşü yenilemiştir. Yapılan derinlemesine incelemede, köpeği elektrona benzettiğinin altını çizmiş, elektrik akımının birçok köpeğin yan yana dizilişi olduğunu ifade etmiştir. 3-4-K-ÖA, bir metafordan başka bir metafora ulaşmıştır.

3-4-K-ÖA: “Yalıtkindaki bir tane atomu düşündüm. Ağacı atomun çekirdeği olarak düşündüm. Bağlı olduğu da, elektronun yörüngesi, köpeği de bir elektrona benzettim.”

A: İpin kopması sende neyi ifade etti?

3-4-K-ÖA: “İpin kopması, yalıtkindan bir elektron koparmayla alakalı olarak düşündüm. Enerji verdiğimiz zaman bir hol bir enerji açığa çıkıyordu. Sıcaklığa bağlı olarak da yapılabilir bu. Gerilim verseydim eğer, o elektronu koparabilirdim diye düşündüm. Havanın iletken hale dönüşmesi gibi. Yıldırımlar, şimşekler gibi.” Bu açıklamalardan da görüldüğü gibi, 3-4-K-ÖA, yalıtkan ve iletken sınıflaması yaptığı konusunda ısrarcıdır. Mülakat analizinde verdiği cevapları tekrar etmektedir.

A: Koruyucu kelimesi ne çağrıştırdı?

3-4-K-ÖA: “Yalıtıkandaki elektronun diziliş i olarak algıladım, diziliş in. Elektronlar belli yörüngelerde dönüyorlar ve koparmak çok zor. Yalıtıkandaki elektronlar belli yörüngelerde dolanıyorlar. Elektronların diziliş ini düş ündüm. Elektrik akımı, birçok köpeğ inin yan yana gelmesidir.” Bu açıklamalardan da göz lendiğ i gibi, 3-4-K-ÖA, yalıtık ve iletken sınıflaması yaptığ ı konusunda ısrarcıdır. Mülakat analizinde verd iğ i cevapları tekrar etmektedir.

A: Köpeğ in bağ lı olması ile elektronların hareketli olmamasını düş ünmiş sün.

3-4-K-ÖB: “Yalıtıkandaki elektronlar hareket etmiyorlar. Koruyuculuktan, köpek sadık, yalıtık da çarpmaz. Nasıl düş ündüğ ümü hatırlayamadım.” 3-4-K-ÖB, yazılı olarak ifade ettiğ i metafor açıklamasını yapamamıştır. Yaptığ ı ilk çağ rışım ile yeniden çağ rışım yapamamıştır.

A: Köpek bağ lı olduğ u için, insanlara zarar vermez benzeri bir ş eyler yazmış sın.

3-4-K-ÖC: “İp koparsa elektronlar hareket edebilir. Köpek elektron, ip de bağ dır bence. Valans bandı. İple ağ aç neredeyse aynı, ikisi de bence aynı ş ey. Köpeğ i bir insanın tutması, sadece ip oradaki araç .”

Ağ aç: Bağ ,

İp: Bağ ,

Köpek: Elektron olarak düş ündüm.

3-4-K-ÖC, yaptığ ı açıklamalar ile ilk bölümde yazdıkları örtüş mektedir, bir metafordan çıkan yeni süreçler göz lenmiştir. Bu süreçler yaratıcı düş ünmeyi iş e koş muştur.

A: Önce iletkenlikten, sonra yalıtıktan bahsetmiş sın. Yarı iletken bahsetmiş sın.

3-4-K-ÖC: “Önce bir iletkenlikten, yalıtıktan bahsettim. Bu soruda kullanılan metaforu, yarı iletken madde gibi düş ündüm. Elektronlar yarıiletken de rahatça hareket edemezler, burada da köpek rahatça hareket edemediğ i için böyle düş ündüm. İp kopsaydı mesela.”

“Ağ aç: Çekirdek”

“Köpek: Elektron”

“Bana göre bu madde, katı bir yalıtık maddedir. İpin kopması demek bence, yalıtık bir maddenin iletken maddeye geç iş i demek.”

A: Ağ acın köklerinden bahsetmiş sın burada neyi vurguladın?

3-4-K-ÖC: “Onu da sanki yalıtkan maddelerin içindeki, elektronların rahat hareket edememesini köke bağlı gibi düşündüm.”

A: Bu metafor maddelerin başka hali için kullanılabilir mi?

3-4-K-ÖC: “Bence olabilirdi. Başka bir anlamı da olabilirdi.” 3-4-K-ÖC’ ye yeni bir metafora nasıl geçtiği sorulmuştur.

A: Köpek ve Benjamin Franklin olayını nasıl bağdaştırdın?

Deneyde, şimşek olayında, elektronların geçişi gibi düşündüm.

A: Koriyuculuktan ne anladık?

Onu iletkenliğe, yarı iletkenliğe doğru gidiyor. Etki uygulayarak başka faktöre dönüşmesi.

A: Sence bu metafor tüm maddeler için geçerli mi? İpten bahsetmedin?

3-4-K-ÖB: “Evet uçurtma aklıma geldi. İp aklımda Benjamin Franklin olayında uçurtmanın ipini çağrıştırdı. Ağaç şimşegi kendine çekecek ve köpek bundan etkilenebilir.”

A: Ağaçtaki meyvelere benzetilmiş.

3-4-K-ÖA: “Her madde için uygulanabilir mi? İletken hale getirebildiğimiz olaylar var. Anlattıklarından yola çıkılarak, saf su için kullanabilir miydik mesela?”

Ağaç: Elektronun bulunduğu katman,

İp: Isı ya da başka niceliklerle değişken,

Köpek: Elektron,

İpe kopardığımızda elektronlar salınıyor. Dış çeper, direk atom diyelim.

A: Maddeden bahsettik, bu neresinde?

3-4-K-ÖA: “Madde olarak düşünmedim.”

3-4-K-ÖC: “Bütün dedim, katı dedim, sonra ağaç ve kök arasında bağ kurdum. Köklerin çekirdeğe bağlı olduğunu. Atomun çekirdeği aklıma geldi. Ben aslında köpeği, yalıtkan olarak düşündüm.”

Yapılan mülakat sonucu, yazılı ifadeler ile örtüşmektedir. Sadece, 3-4-K-ÖB, ilk bölümde yazılı olarak verdiği ifadeyi açıklamakta zorluk çekmiştir.

3.1.4.1.2. Birinci Sorunun Sonuçları

1. Kullanılan bu didaktik metafor, yalıtkanın yapısını minyatürleştirmektedir. İlk bakışta, bu metafor öğrencilerin B hariç, %90'ında benzer çağrışımı oluştursa da (Bakınız. Mülakat) ile yapılan incelemede, metaforun her öğrencide farklı bağdaşım kurduğu gözlenmiştir. Bu metaforun kendi doğasındaki anlam çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Ve burada, metaforun içerdiği anlam derinliği doğrulanmaktadır.
2. Öğretmen adayları bu metaforu açıklarken, kendince kurduğu ifadelerini açığa vururken, yeniden bir metafora başvurmaktadır. Arada geçen diyaloglar ve görüşler sonucunda, metaforların öğretmen adaylarının hayal dünyalarının kapısını açtığını, düşünmeye zorladıkları ve yeni bir metaforik dünyanın kapısını zorladığı betimlenmiştir. Mülakattan alınan bir örnekle bu durum özetlenebilir:

“3-4-K-ÖB: “Evet uçurtma aklıma geldi. İp aklımda Benjamin Franklin olayında uçurtmanın ipini çağrıştırdı. Ağaç şimşegi kendine çekecek ve köpek bundan etkilenebilir.”

3. Yalıtkan içerisindeki elektronun durumunu betimleyen bu metaforunda, öğrencilerin iletken ve yarıiletken kavramından da bahsettiği gözlenmiştir. Böylece, bir metaforun odaklandığı kadar, odaklanmadığını da çağrıştırdığı gözlenmiştir. Öğretmen adayları, mülakatta metaforu ellerinde envanteri hatırlatacak bir öge olmamasına rağmen doğru hatırlamışlardır. Bu ayrıntı, metaforların akılda kalıcılığı özelliğini doğrulamaktadır. Volkmann ve Anderson (1998), öğretmen adaylarının eğitiminde, metafor geliştirmenin, kavramları akılda tutma, karmaşıklıktan çıkma ve belirsizliği açıklığa kavuşturmadaki rolünün üstünlüğünü savunmaktadır. Mülakattan çarpıcı bir örnek aşağıdaki gibi alıntılanmıştır.

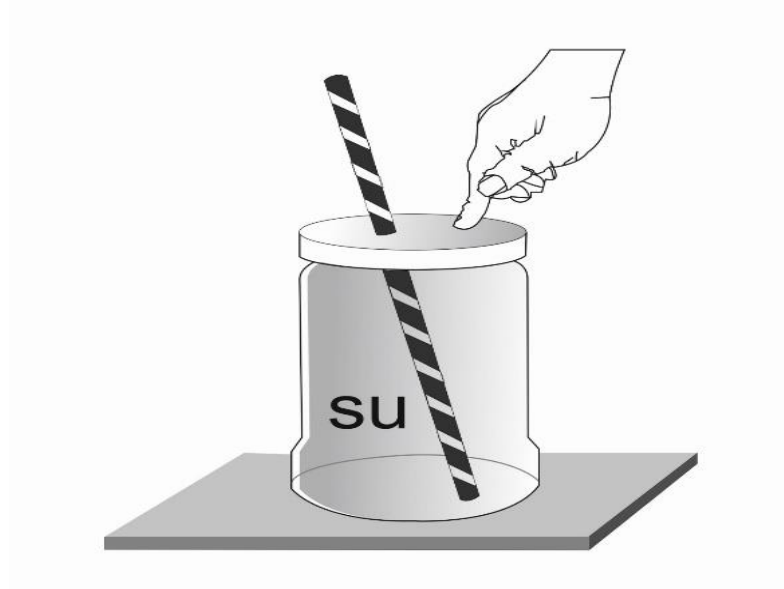
3-4-K-ÖC: “Bana göre bu madde, katı bir yalıtkan maddedir. İpin kopması demek bence, yalıtkan bir maddenin iletken maddeye geçişi demek.”

4. Ritchie, Bellocchi, Poltl ve Wearmouth (2006), metaforların “storytelling” hikâye anlatımı olarak, öğretmen eğitiminde kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Çünkü kavramların yansıtılması bu şekilde çok daha anlamlıdır. Öğretmen adaylarına metafor oluşturmaları öğretilerek, fizik eğitimindeki kavramların öğrencilere kavratılması esnasında hikâye kullanması sağlanmalıdır. Sorudan elde edilen sonuç, bu bilgi ile paraleldir.

3.1.4.2. İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

2. Soru aşağıdaki gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

Bir yarıiletken içerisinde 0^0 (su+buz) dolu soğuk bir pipettir. Bu cümlenin sizde oluşturduğu çağrışımlar nelerdir?



Şekil 19. İkinci soruya ait görsel öge.

Bu soruda, Analogik bir metafor kullanılmıştır. Literatürde kullanılan bu metaforun, öğrencilerin yarıiletkenler hakkındaki algıları üzerindeki etkileri araştırılmak istenmiştir. Burada, pipetteki soğuk suyun donma durumuna göre, pipetten su akıp akmama durumu ile yarıiletkenlerin elektriksel özellikleri arasında bağ kurulması beklenmektedir.

Yarıiletkenler düşük sıcaklıklarda, zayıf iletkenlerdir. İletim bandında, birbirine yakın çok sayıda boş seviye olduğundan, uygulanan küçük bir potansiyel, elektronların enerjilerini kolayca iletim bandına çıkarabilir ve orta büyüklükte bir akım meydana gelir. Yarıiletkenlerin iletkenliği sıcaklığa sıkıca bağlıdır ve sıcaklık ile hızlı bir şekilde artar (Serway ve Beichner, 2011, s.1419). Soruda verilen metaforunun öğretmen adaylarının %50 oranında, “değişken” kavramını çağrıştırdığı gözlenmiştir.

Soruya ait öğretmen adaylarının verdiği cevaplar ve analizler aşağıdaki gibidir:

A: Yarıiletkenlerin 0 Kelvin’de yalıtkan olarak davrandığını ifade etmiştir. 0 Kelvin’in üstünde iletken haline gelmektedirler. Bu metafordan, çıkarttığı sonucu da buna benzetmiştir. İçerisinde

hem su (elektron) hem de buz (holler) vardır. Eğer 0^0 (0 Kelvin)'in üzerine çıkılırsa buzlar eriyerek suya dönüşecektir (Yani elektron ve holler açığa çıkacak) Böylelikle pipetin içinden sular rahat hareket edecektir (İletkenlik artacak, elektronlar daha rahat hareket edecekler.)” A öğretmen adayı, bu metafordan yarıiletkenin doğasına ulaşmıştır. A'nın yarıiletkenlerin iletkenlik özelliklerine değindiği gözlenmiştir.

B: Soruyu yanıtlamamıştır.

C: Soruyu yanıtlamamıştır.

D: Soruyu yanıtlamamıştır.

E: Sudan dolayı pipetin soğuk olduğunu ifade etmiştir.

F: Yarı iletkenlerde sıcaklığın bir faktör olduğunu ifade etmiştir. Sıcaklığın ortalama kinetik enerjisinin değişiminin bir ölçüsüdür diye eklemiştir. Su + buz denilince, sıvıların kaldırma kuvveti konusu aklına gelmiştir. ÖF öğrencisinde bu durum, yeni soruları aklına getirmiştir.

Buzun suyun üzerinde mi kalır ya da batar mı? Askıda mı kalır? Buz eridiği zaman suyun seviyesi artar mı? Çağrışımları geliyor.”

G: Bu öğretmen adayı, bu metaforun ısı özellikler ile bağlantısını sorgulamıştır. Kurduğu bağlantı aşağıdaki gibidir:

“Çok fazla çağrışım yapamadım ama aklıma şu geldi. Pipet soğuk suya ısı vererek soğuduğu gibi yarıiletkendeki parçacıklar da ısı alıp verdiğinde, iletkenlik seviyesine geçer yani elektriği iletir. Pipet başta suya göre daha sıcak olduğu için daldırıldığında ısı denge olur bu da pipetten suya ısı geçerek olur. Aynı yarıiletkenlerde ısı alarak yarı iletkendeki elektron çiftleri iletkenlik katmanına çıkar. İkisinde de ısıyla bir hareket bir geçiş vardır.”

H: “Yarı iletkenler 0^0 dereceden farklı bir sıcaklıkta iletken hale geçebileceğini ifade etmiştir. Burada su + buz karışımı dolu olan pipetteki buz erimeye başladıkça maddenin iletken hale geçtiğini belirtmiştir. H, yarıiletkenlerin elektriksel özelliklerine çağrışım yapmıştır.

I: Su soğuk mu gelecek? Soğuk olmasına rağmen tam hissetmeyecek miyim? Soruları yönelterek, bu metaforu bir bedensel özellik ile bağdaştırmıştır.

J: Bu öğretmen adayı, dışarıdan bir kuvvet ile yarıiletkenin yapısında bir değişiklik olacağını ifade etmektedir. “Burada, pipet içindeki sıvı kısmı dışarı kolay bir şekilde aktarırken katı kısımları aktaramayacak ve şişeyi tam olarak boşaltamayacaktır. Bunu boşaltabilmek için ya

pipetin çapı büyütülmeli ya da içerisindeki madde tamamen sıvılaşmalıdır. Yarı iletkenlerde de bir dışardan müdahale edip istediğimiz özelliği oluşturmaya çalışırız.”

A, F, G, H ve J öğretmen adayları, bu metafor ile yarıiletkenlerin elektriksel iletkenlik özellikleri arasında bir bağ kurmuştur. Bu oran %50’dir.

3.1.4.2.1. İkinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Öğretmen adayları bu soruda, çeşitli çelişkilere düşmüşlerdir. Mülakat esnasında yer alan ek sorularda, öncelikle bir çağrışım oluşmadığı daha sonra düşündükçe bazı bilgilere ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Diyalogdan alınan aşağıdaki cümle bu karmaşıklığı temsil eder:

3-4-K-ÖC: *“Başta bu pipet ve suyu, yarıiletken olarak bağdaştıramadım. Su buz karışımı var eridikçe tamam o zaman. Bir geçiş söz konusu. Fermi fonksiyonu aklımdan geçti, ancak ifade edemedim. Yarı iletkenlerdeki sıcaklık önemli.”*

Mülakatta öğretmen adaylarına aynı sorunun derinlemesine incelenmesi amacıyla aşağıdaki sorular yöneltilmiştir:

Hem su soğuk hem pipetteki su soğuk, yarı iletken için bu kavramları kullandık. Soğuk bir pipettir deyince aklınıza neler geliyor?

3-4-K-ÖA: *“Yarıiletkende, 0 Kelvin olarak düşündüm. 0 Kelvinde su ve buz var. Suyu elektrona, buzu hollere benzettim. Uyarı iletkenlerde, elektron rahat edemiyorlar. Ben bu buzlu suyu, ısıtırsam eğer, bir elektron bir hol açığa çıkacak. Elektronlar pipet içinde daha rahat hareket edebilecekler.”* 3-4-K-ÖA mülakat sonuçları, yazılı cevabı ile uyumludur. Yarıiletkenlerin elektriksel özellikleri ile çağrışım yaptığı gözlenmiştir.

A: *Su donarsa, yalıtkan olacak, ısıtırsa şöyle olacak gibi mi?*

3-4-K-ÖA: *“Yarıiletkenlerde sıcaklığın etkisi var. Burada sıcaklığa benzettim. Sıcaklığı arttırırsam iletkenliğe doğru çıkıyor. Daha da fazla arttırırsak yapısı bozuluyor.”*

3-4-K-ÖB, mülakatta araya girerek aşağıdaki cevabı vererek, pipet içindeki buzun erimesi ile yarıiletkenin özelliklerini çağrıştırdığını ancak emin olamadığını betimlemiştir.

3-4-K-ÖB: *“Pipet sudan daha sıcak. Pipet dışardayken daha sıcak, daldırıldığında, bir ısı geçişi olacak. Yarıiletkenlerde de öyle, yalıtkan bir madde ısı aldığı anda, elektronlar üst seviyeye çıkacaklar ancak ikisini benzetemedim.”*

A: *Katmandan bahsetmişsin bu neydi?*

3-4-K-ÖB: *Tam tersi, buz soğuyor, yarı iletkenler ısı aldığında üst katmana çıkıyor. Çok da bağdaştırmadım aslında.*

A: *Ne su gibi ne buz gibi? Fermi seviyesi vardı. Pipetin soğuduğu zaman, içinden su akmaması gibi.*

A: *Geçicilikten bahsetmiştik, yarıiletkenlerden iletken veya yalıtkana geçmesi, orada kalmıştık.*

Öğretmen adaylarına derinlemesine sorular yönlendirdikçe ilk başta ifade ettikleri çağrışımın giderek karmaşıklaştığı gözlenmiştir. 3-4-K-ÖB, bu metaforu çok beğendiğini, düşündükçe farklı şeylerin aklına geldiğini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

3-4-K-ÖB: *“Bence gayet güzel bir metafordu. Valans elektronları serbest hale geçer.”*

3-4-K-ÖC, metaforu kendinde merak uyandırdığını, ilk başta anlamsız gelen bilgi bütünlüğünün giderek anlamlı bir hal aldığını aşağıdaki gibi vurgulamıştır:

3-4-K-ÖC: *“Başta bu pipet ve suyu, yarıiletken olarak bağdaştıramadım. Su buz karışımı var eridikçe tamam o zaman. Bir geçiş söz konusu. Fermi fonksiyonu aklımdan geçti, ancak ifade edemedim. Yarı iletkenlerdeki sıcaklık önemli.”*

A: *Bileşik bir madde miydi?*

3-4-K-ÖC: *“Su ile, buz arasında bir etkileşim söz konusuydu.”*

A: *Normal hali, için ne düşünüyorsun?*

3-4-K-ÖB: *Pipetten su akıyor bence yarıiletken var. Fermi, enerji seviyesidir. Malzeme iletken değil, belirli bir sıcaklık seviyesinde iletken hale dönüşüyor.*

3-4-K-ÖD: *“O sistemi tam anlamadım. Bir de mekanik konusu aklıma geldi. Sıvıların kaldırma kuvveti aklıma geldi. Bir miktar buz var. Su seviyesinden bahsediyoruz. Enerji seviyesinden bahsediyor.”*

Kaptaki su seviyesi metaforunda belirtilmediği halde, Fermi seviyesini çağrıştırmıştır. Öğretmen adayları, böyle bir metaforu çok beğendiklerini, ilk defa karşılaştıklarını, düşündükten sonra “buldum” gibi bir heyecana kapıldıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu heyecanı, metaforlara atfedilen “yaratıcı süreçlerdir” ifadesini besler. Bunu “keşfetmek” kavramıyla da ilişkilendirmek yanlış olmaz. Ersoy ve Başer (2009), yaratıcılığı tıpkı şöyle ifade eder (s.129):

Yaratıcılık, eleştirel bakmak, yeni önermelerde bulunmaktır. Daha önce aralarında ilişki kurulmamış nesneler ya da düşünceler arasında ilişki kurulmasıdır. Alışılmışın, bilinenin dışında, farklı, yeni,

özgün olmak, problemi görmek, farklı çözüm yollarından giderek yeni sonuçlar çıkartmaktır. Öznelin nesnelle diyalektik buluşmasında yeni ilişkilerin bulunması, keşfedilmesidir.

3.1.4.2.2. İkinci Sorunun Sonuçları

1. Verilen analogik metaforda, bir anlam derinliği sağlanmıştır. Yarıiletken ve suyun bağı örtüktür. Bu derinlik bazı metaforların, bir analogiyi kendi içinde barındırmasından kaynaklanır. Nitekim bu bilgi, “kavramsal metaforlar analogileri kodlar. Metaforlar, tamamen detaylandırılmış analogiden daha derin ve daha karmaşık bir bilgi parçasını kodlar (Brookes ve Etkina, 2007)” bakış açısıyla paralel bulunmuştur. A, F, G, H ve J öğretmen adaylarında bu durum apaçık gözlenmektedir.
2. Soru, öğretmen adaylarda yaratıcı süreçleri işe koymuştur. Bu tepkiler, “heyecan verici”, “düşünme gerektiren” “uçsuz bucaksız” olarak sözlü ifade edilmiştir.
3. Öğretmen adaylarının %50’sinde herhangi bir çağrışım oluşturmamıştır. Piaget (1952), öğrenme sürecini özümleme ve zihne yerleştirme kavramları ile açıklar. Bu süreçte ön bilgilerin rolü yadsınamazdır. Öğretmen adaylarına, neden çağrışım yapılmadığına dair fikirleri sorulduğunda, “bilgim yok” diye özetlemişlerdir. Metaforlar, yapılandırmacılığın (konstruktivizm) bir parçasıdır (Willison ve Taylor, 2006 s.28). Bu sorunun cevapları, literatüre benzer nitelikte bulgu üretmiştir. Fizikçiler bu metaforik sistemleri belirli bir durum ya da problem konusunda verimli bir şekilde kullanmak için kullanabilirler.

3.1.4.3. Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

1. *Elektrik Alanının kayak pisti, yüklerin ise kayakçı olduğunu düşünelim. Kayakçının yapacağı hareketle ilgili olarak, aklınıza ilk gelen çağrışımları yazınız.*



Şekil 20. Üçüncü soruya ait görsel öge

Analojik metafordan yola çıkılarak hazırlanan bu soru, literatürde yer alan “Field” metaforlarının Türkçe uyarlaması olarak düzenlenmiştir. Bu metafor ile, öğrencilerin çağrışımlarından yola çıkılarak, aynı zamanda kullanılan metaforun dilsel ağırlığı da incelemek istenmiştir.

Maxwell, imgeleme, matematiksel formüller kullanma, çizim yapma, modeller ve metaforlar gibi çeşitli düşünce biçimlerinin kullanımını teşvik etmiş, çoğu zaman da kullanımına öncülük etmiştir. Maxwell metaforları oldukça açık bir ifadeyle, “sadece bilimin meşru ürünleri değil, aynı zamanda bilimi üretme yeteneğine de sahip” olarak tanımlamıştır (Hoffman, 1980, s.397). Bir başka metaforları kullanan teorisyen, Michael Faraday’dır ve metafora sıklıkla başvurur (Hoffman, 1980).

“Fields” metaforları alan kavramlarına ait metaforları tanımlar (Hoffman, 1980; Pulaczewska, 1999). Elektrik alanı, manyetik alan gibi. Faraday, demir parçacıklarının bir mıknatıs etrafında oluşturduğu şekilden, “line” (çizgi) metaforlarına ulaşmıştır. Çizgi metaforları Hoffman (1980)’e göre, ilk önce Maxwell’de gözlenmiştir.

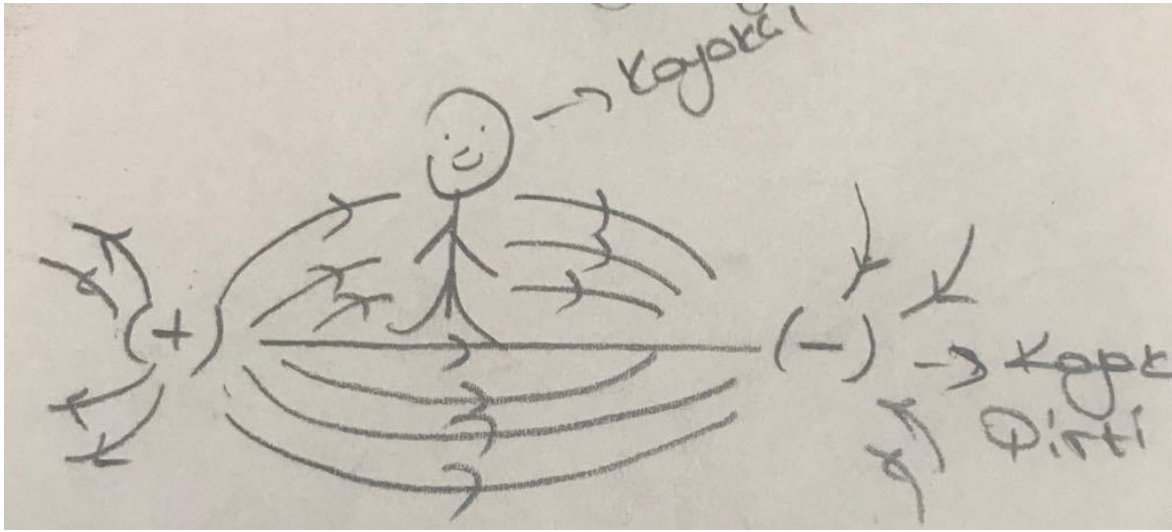
Bunlar: *Elektrik alan çizgileri metaforu* ve *Manyetik alan çizgileri metaforu* olarak vurgulanmaktadır (Hoffman, 1980). Soruda öğretmen adaylarının literatüre paralel şekilde elektrik alan metaforundan elektrik alan çizgileri metaforuna geçişleri gözlenmiştir.

Soruya ait analizler aşağıdaki gibidir:

A, B, C, F, G, H ve J öğretmen adaylarında, kayak alanı ile elektrik alanı, yükler ile de kayakçı arasında bir bağ kurulduğu gözlenmiştir.

A: Elektrik alanının oluşumunda pozitiften (+) negatife (-) doğru olduğunu bildiğini, kayakçının sırtını döndüğü yeri (+), önünü (-) yönler olarak düşünürsek, kayakçı ileri doğru gittiğinde pozitif yüklenmiş olduğunu ifade etmiştir. Geriye doğru giderse negatif yüküdür diyebileceğini düşündüğünü ifade etmiştir. Elektrik alanının yönünü bilmemek kayakçının yük durumunu söylememek olurdu, gibi kendi açıklamasını yapmıştır. A, aslında elektrik alana bir elektrik yüklü cisim girdiğinde, bir elektrik kuvvet etkimesi ve yükün hareketinin buna bağlı olarak değişmesini ifade etmeye çalışmıştır. A, bu analogik metafordan güçlü çağrışımlar yapmıştır.

B: Elektrik alanın pist, kayakçıyı da yükler olarak düşünerek aşağıdaki çizime yer vermiştir.



Şekil 21. B öğretmen adayına ait çizim.

Ona göre, kayarken altındaki buz parçalarına basınç uygulayarak katı maddenin titreşim hareketi yapmasını ve uyguladığı basınçla hareket etmesini sağlamıştır. Elektrik alanındaki elektronların hareketine benzetmiştir.

C: Yüklerin elektrik alan içerisinde hareketi ile bağdaşım kurmuştur.

D: “Kayakçı hareketini sadece kayak pistinde yapabilir. Eğer kayak pistinin dışına çıkıyorsa farklı bir hareket yapar. Pistte hareketi doğrusal ise pistin dışında daha farklıdır.” Diyerek, kayakçının yaptığı harekete odaklanmıştır. Bu ifade, diğer öğretmen adaylarından farklıdır.

E: Kayakçının kayak pistinde ilerlediğini ve bu pistin dışarı çıktığında yönünün bozulduğunu ifade etmiştir. E’de bu metafor farklı çağrışımlara sebep olmuştur.

Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, bir deneme yüküne ve bir elektrik alana ait çağrışımlar olduğu gözlenmiştir. Kayakçının yapacağı hareket konusunda, yükün durumuna

göre, aşağı-yukarı veya ileri-geri gibi zıt yön kavramlarından bahsetmişlerdir. Bu durum aşağıdaki gibi alıntılanmıştır:

F: “Kayak pisti elektrik alan ise kayakçıların yükü pozitif ve bir hızı var ise aşağı yönlü sapar. Yük negatif ise yukarı yönlü sapar.”

G: “Kayakçı ilk hızını aldıktan sonra zemin az sürtünmeli olduğu için tekrar hız vermesine gerek kalmadan kayarak yol alır aynı sanki elektrik alan içerisindeki yüklerin hiç hız verilmeden alandan kaynaklı hareket etmeleri gibidir.”

H: “Elektrik alan = kayak pisti

Kayakçı= Yük

Elektrik alana zıt yönde bir hareket olur. Negatif yükler elektrik alana zıt yönde hareket ederler. Kayakçı ters yönde döner ve hareket eder.”

I: “- Hareket etmek”

- “Ait olmak”
- “İlişkili olmak”

J: “Kayakçının pistte oluşturduğu hareketle, elektronun hareketi birbirine benzer. Sürtünme ihmal edilecek kadar azdır. Hareket daha kolaydır. Az kişi varsa daha kolay, çok kişi varsa çarpa çarpa hareket gerçekleşir.”

3.1.4.3.1. Üçüncü Soruya ait Mülakat Analizleri

Derinlemesine bilgi edinmek için yapılan mülakatta, *kayakçının karda oluşturduğu ayak izlerinin*, “elektrik alan çizgileri” veya kayakçının “yörüngesi” olabilir mi tartışması devam etmiştir. Alan (“*fields*”) metaforundan çizgi (“*line*”) metaforlarına geçiş gözlenmiştir. Faraday’ın bu metaforları oluştururken izlediği yol da alan (fields) metaforlarından, çizgi (line) metaforlarını üretmek olmuştur (Hoffman, 1980). Bu durum, mülakatta doğrudan gözlenmiştir. Bu; araştırma için de oldukça önem taşımaktadır.

Metaforun imgeleme gücü öğretmen adaylarında gözlenmiştir. Öğretmen adayları, bu soruda görsel bir imgenin birçok kavramı daha iyi anladıklarına aracı olduğunu da ifade etmişler ve mülakata ara verilip, yeniden öğrendikleri konuyu tekrar okumak istediklerini vurgulamışlardır. Bu metafor öğretmen adaylarında “merak” duygusunu geliştirmiştir.

A: Kayakçının yapabileceği ile ilgili ilk çağrışımlar nelerdir biraz bunun üzerinden konuşalım.

3-4-K-ÖA: “Yön tayini yaptım. Elektrik alandaki yükleri, aşağıdaki gibi düşündüm.”

“Kayakçı: Elektik yükü”

“Pist: Elektrik alanı”

“Pozitiften negatife doğru düşündüm. Eğer kayakçının sırtı pozitif, tersi ise.”

3-4-K-ÖA, yazılı ifadesi ile mülakatta benzer cevaplar vermiştir. Bu metafor, yer yön oluşumları ile ilgili çağrışım yapmıştır.

A: Kuvvet neydi sence? Hareket ettiren neydi?

3-4-K-ÖA: “Elektirsel kuvvet, aynı yüklerin birbirini itmesi gibi. Elektrik alanına karşı yüklerin hareketini aldım ben.”

3-4-K-ÖB: “Burada kayakçı elektron, pistte de elektrik alan, kayakçının bıraktığı izler elektrik alan çizgileri gibi düşünmedim. İlk hız verildiği zaman sürtünme çok az kendisi akıp gidecek yağ gibi. Elektrik alanda da aynı, elektronlar da pozitiften negatife doğru ilerliyor. Kuvvet kaynağı kayakçının kendisi. Elektirsel alanda da gerilim altında.”.

3-4-K-ÖC: “Kayak pisti bende, elektrik alan, kayakçıya da yük yazdım ama elektron olarak düşündüm. $F = ma$ ile düşünürsek ivmeli hareket edecek. Elektrik alanda, elektron ters dönecek diye düşündüm. Mevcut bir yön olduğunu düşündüm. Elektrik alanı hesaba kattığımız zaman kayakçı ters gitmesi gerekiyor.”

A: Kayakçının bıraktığı iz, elektrik alan çizgileri olarak düşünebilir miyiz?

Bu ek soru ile, mülakatta elektrik alan ve elektirsel alan çizgileri arasındaki bağ tekrar sınanmıştır. 3-4-K-ÖA, öğretmen adayında bu durum aşağıdaki gibi açıkça gözlenmiştir. 3-4-K-ÖB, 3-4-K-ÖC ve 3-4-K-ÖD Öğretmen adaylarında bu durum gözlenmemektedir.

3-4-K-ÖA: “Doğrusal hareket olarak düşünebiliriz. Elektron olarak düşünürsek, elektronun bıraktığı iz ve kayakçının bıraktığı iz, izlediği yörünge. Elektrik alan çizgisi değil de.”

3-4-K-ÖC: “Elektrik alan ile elektrik yüklerinin zıt olduğunu düşündüm. “

3-4-K-ÖA: “Yükten proton anlamıştım.”

Metafor çok yeterli. Bir şey uyandırmadı. Kuvvet neydi?

3-4-K-ÖA: “İtme kuvveti söz konusu. Ben 3-4-K-ÖC gibi düşündüm. Aktarmak aklıma gelmedi. Biraz daha düşündüm o örneği çok beğendim. Bu üçüncü soruda, çok açık metaforu. Bizi düşünceye sürükledi. Birçok kavramın daha kolay anlaşılmasını sağladı.”

Literatürü incelediğimizde, ülkemizde yapılan kavram yanlışları çalışmalarına paralel olarak bu konu ile 2 kavram yanlışlığına dair izler bu soruda gözlenmiştir (Güneş, vd., 2017):

“Yüklü bir taneciğe elektriksel alan çizgisi üzerinde değilse elektriksel kuvvet etki etmez.”

“Yüklü bir tanecik elektriksel alanın etkisiyle ivmelenirken her zaman alan çizgisi boyunca hareket eder.”

Mülakatta gerçekleşen tartışma, bu kavram yanlışlıklarına dair izler taşısa da öğretmen adaylarının bu konuda kavram yanlışlığına sahip olup olmadıkları, araştırma kapsamına girmediği, ayrıntılı olarak incelenip test edilmediği için ifade edilemez. Ancak kavram yanlışlığına dair izler, bu soruda görünüş itibarıyla gözlenmiştir.

3.1.4.3.2. Üçüncü Sorunun Sonuçları

1. Metaforda bulunan çifte anlam, öğretmen adaylarının fikirleri arasında da bir çatışma olarak kendini göstermiştir. Bu soruda, kayakçının hareketinin ileri-geri mi yukarı-aşağı mı olacağı konusunda tartışmanın olduğu gibi. Bu anlamda, Brookes (2006)’da olduğu gibi, bir metafor dil zorluğu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavram yanlışlıklarını çağrıştıran izlere rastlanmıştır. Bu karmaşa, F, G, H ve J öğretmen adaylarında %40 oranında gözlenmiştir.
2. Öğretmen adayları, metaforla karşılaştıktan sonra, bir merak duygusu içerisine girmiş, sıklıkla fizik kitaplarına yeniden bakmak ihtiyacı hissetmişlerdir. Bu durum mülakatta çok daha belirgin şekilde gözlenmiştir.
3. Elektrik alanı, elektrik alan çizgileri gibi kavramlar ve bunlara ait metaforlar arası geçiş, zamandan bağımsız olarak aynı sonucunu vermiş, literatürde olduğu gibi hatta “tıpkı” gözlenmiştir.
4. Öğretmen adaylarının, bu metafor ile soyut kavramları daha iyi anladıklarını ifade etmişler ve sıklıkla dile getirmişlerdir. Bu oran %70 oranında bulunmuştur.
5. Alanyazında olduğu gibi, Coulomb kuvveti ile çekim kuvveti arasında bir bağ kurmuşlardır.

3.1.4.4. Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Bu bölümde, Türkiye’de yapılan Fen araştırmalarına paralel olarak, Üniversitemizde okuyan öğrencilerin Elektrik konusunda belirtilen kavramlarla ilgili, metaforik algıları açığa çıkarılmak hedeflenmiştir. Bu amaçla, aynı zamanda envanterde mevcut olan bazı metaforların içerdiği kavramlar seçilerek, öğrencilerin kendi metaforlarını ifade etmesi beklenmektedir.

Öğretmen adaylarının, elektrik konusunda 9 temel kavrama ait metaforik algılarını ortaya çıkarmak istenmiştir. Bu kavramlar, “elektron”, “proton”, “elektrik alanı”, “yük”, “iletken”, “yalıtkan”, “yarı iletken”, “akı” ve “kondansatör” kavramlarıdır. Araştırmada verilerin toplanmasında iki aşama izlenmiştir. Birinci aşamada, Öğrencilere, “Kavram...’dir. Çünkü...” soru kalıbı açık uçlu olarak sunulmuştur. Yaklaşık bir ders saati boyunca, öğrencilerden bu boşlukları doldururken zihinlerinde beliren ilk çağrışımları yazmaları beklenmiştir. Soruda, çünkü ifadesi ile oluşturdukları bu metaforları dayanaklandırmaları beklenmiştir. Metaforların çağrışım özelliklerinden yararlanılarak yürütülen araştırmalarda Saban (2009), “gibi” kavramını aşağıdaki gibi açıklamıştır (s.285):

Metaforun bir araştırma aracı olarak kullanıldığı çalışmalarda “gibi” kavramı genellikle “metaforun konusu” ile “metaforun kaynağı” arasındaki bağı daha açık bir şekilde çağrıştırmak için kullanılır. Araştırmada “çünkü” kavramına da yer verilerek katılımcıların kendi metaforları için bir “gerekçe” (veya “mantıksal dayanak”) sunmaları da istenir.

Öğretmen adaylarının, elektrik konusunda bulunan 9 temel kavrama ait oluşturdukları metaforlara tek tek yer verilmiş olup, her kavrama ait oluşturulan cevaplara ait frekans analizleri yapılmış ve bu analize ait grafikler çizilmiştir. Bu frekans analizleri ile oluşturulan grafikler, 9 temel kavram için ayrı ayrı çizilmiştir. Araştırmanın sonucunda 85 adet metafor bulunmuştur. Bu metaforlar, nesneye ait özellikleri çağrıştırma, kişiye ait özellikleri çağrıştırma ve soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma özellikleri açısından 3 gruba ayrılmıştır. Araştırmanın sonuçları, ülkemizde ve dünyada yapılan araştırmalar ile karşılaştırılmış, farklar ve benzerlikler ortaya çıkarılmıştır.

4.Soru aşağıda verildiği gibidir (Tablo 18). Soruya cevap veren öğretmen adaylarının cevapları alıntılanmıştır.

Tablo 18

Dördüncü Soru

1. Elektron.....'dir.	Çünkü.....
2. Proton.....'dir.	Çünkü.....
3. Elektrik alan.....'dir.	Çünkü.....
4. Yük.....'dir.	Çünkü.....
5. İletken.....'dir.	Çünkü.....
6. Yalıtkan.....'dir.	Çünkü.....
7. Yarıiletken.....'dir.	Çünkü.....
8. Akı.....'dir..	Çünkü.....
9. Kondansatör.....'dir.	Çünkü.....

Tablo 19

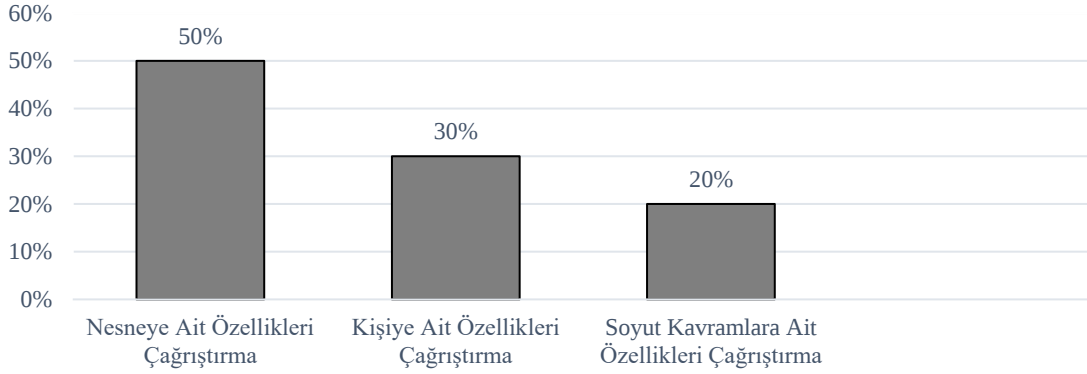
Elektron Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.1.Elektron.....dir.	Çünkü.....
Daha serbesttir.	Çekirdeğin dışındadır.
Kekin içindeki üzümdür.	Atomun içinde bulunur.
Ailenin yaramaz çocuğudur.	Çekirdeğin etrafında hareket eder.
Paradır.	Herkes kararlı olmak ister.
Yaş pastadaki akışkan pudingdir.	Hareket kabiliyeti vardır ve kekten bağımsızdır.
Semazendir.	Durmaz yerinde.
Yaramazdır.	Yerinde durmaz ve hareket etmek ister.
Çikolatanın içindeki fındıktır.	Thomson modelindeki gibi çikolatanın içinde yer alır.
Eksisi olan toptur.	Beynimde böyle canlanıyor.
İşçidir.	Bütün hareketle ilgili komutları o yerine getirir.

Tablo 20

Elektron Kavramına Ait Metaforların Dağılımı

Elektron kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	5	50
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	3	30
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 22. Elektron kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Elektron soyut bir kavramdır. Literatürde elektron ile ilgili, elektronlar, dalgadır veya parçacıktır ikilemi bulunmaktadır. Bu analiz ile, öğrenciler fizikte bulunan soyut bir kavramı, kendi zihinlerinde yer alan nesneye ait özellikleri, somut bir özelliğe bağlamışlardır. Bu oran %50 olarak elde edilmiştir. Bu sonuç, Brookes (2006)'ın metaforların, fiziksel çevre ve nitelik taşıdığı işlevi ile uyumludur.

Tablo 21

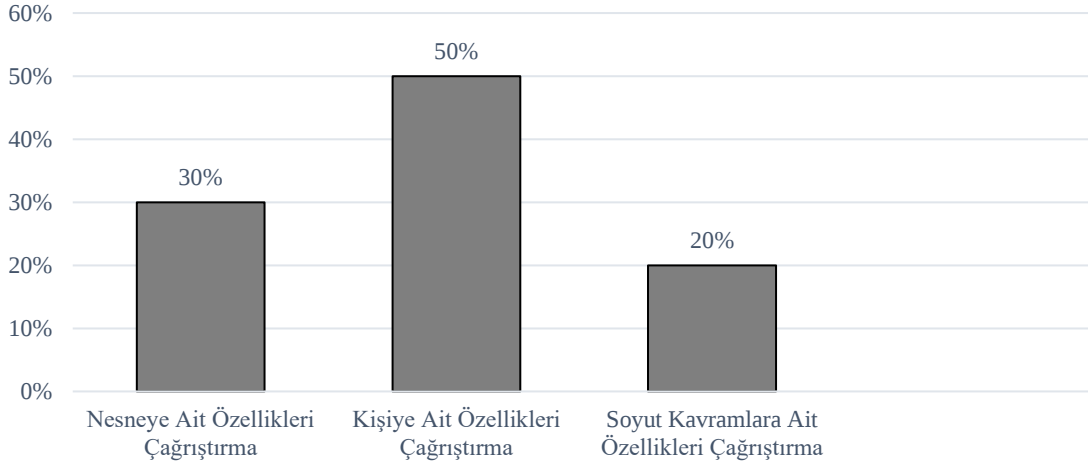
Proton Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.2. Proton.....'dir.	Çünkü.....
Pozitiftir.	Yükü pozitiftir.
Anne ve babadır.	Çekirdeğin olmazsa olmazıdır.
Futbol sahasındaki kalecidir.	
Anne karnındaki çocuktur.	
Yaş pastadaki keskin krokandır.	Kolay hareket edemez ve koparmak daha zordur.
Nazlıdır.	İyi işlerinde elektronlarla aynı yerdeyken kötü işlere onu gönderir.
Elektronun abisidir.	Aileye daha bağlıdır.
Çikolatadır.	Thomson modelindeki bütündür.
Artı işareti olan toptur.	Beynimde böyle canlanıyor.
İş yerinde müdürdür.	Hareket etmeden işçiler vasıtasıyla işlerini halledebilir.

Tablo 22

Proton Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Proton kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	3	30
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	5	50
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 23. Proton kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Öğretmen adayları, proton konusunda kişisel özellikleri betimlemişlerdir. Metaforlar burada, yakınlık bağı kurmuş, pozitif bir özelliğin insanlara ait olduğu çağrışımına ulaştırmıştır.

Tablo 23

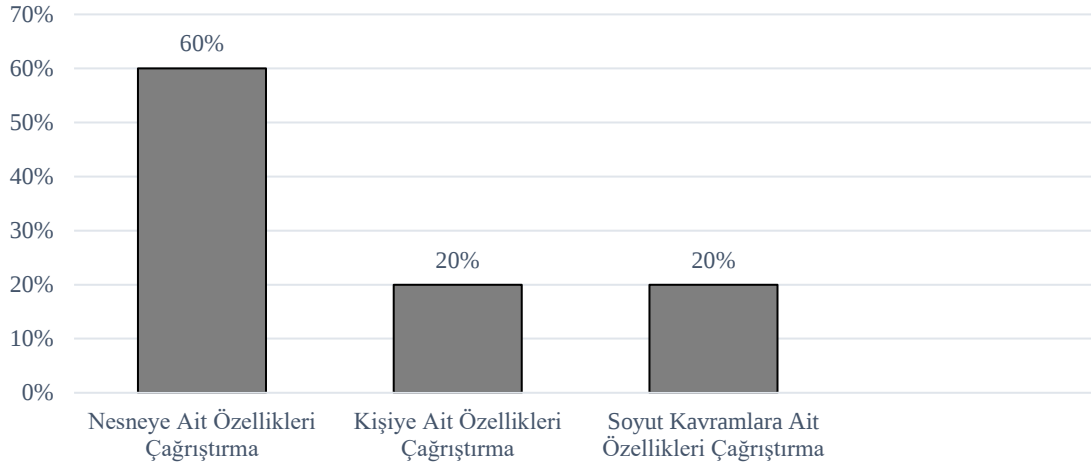
Elektrik Alanı Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.3.Elektrik alanı.....'dir.	Çünkü.....
Gerçek değildir.	Etki kabiliyeti açıklamak için insanlar yaratmıştır.
Yol şeritleridir.	Elektronun yoludur.
Kralın etrafını saran okçulardır.	Kral proton ya da elektron, okçular ise alan çizgileridir.
Kuşların göçü gibidir.	Soğuktan sığağa doğrudur.
Rüzgârdır.	Rüzgâr hissedilen bir basınç alanıdır.
Şekerin üstüne birikmiş karıncalardır.	Belirli bir alan ve buna neden olan bir şeyler vardır.
Yükleri korur.	Parçacıklar rahatça gezebilir.
X-ışınlarıdır.	Hastanelerde röntgen çekmek gibidir.
X- ray cihazıdır.	Elektrik alanda iki ayrı levha vardır.
İş verendir.	Zorlar işçiler de yapar.

Tablo 24

Elektrik Alanı Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Elektrik alanı kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	6	60
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 24. Elektrik alanı kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Elektrik alanı, literatürde kendisi metafor olan bir temel kavramdır. Bu soyut metafordan öğrencilerin oluşturdukları kendi metaforları, somut özellikler taşımaktadır. Brookes ve Etkina (2007) göre metaforlar fizikte aracı bir madde gibidir. Bu açıdan sonuçlar uyumludur.

Tablo 25

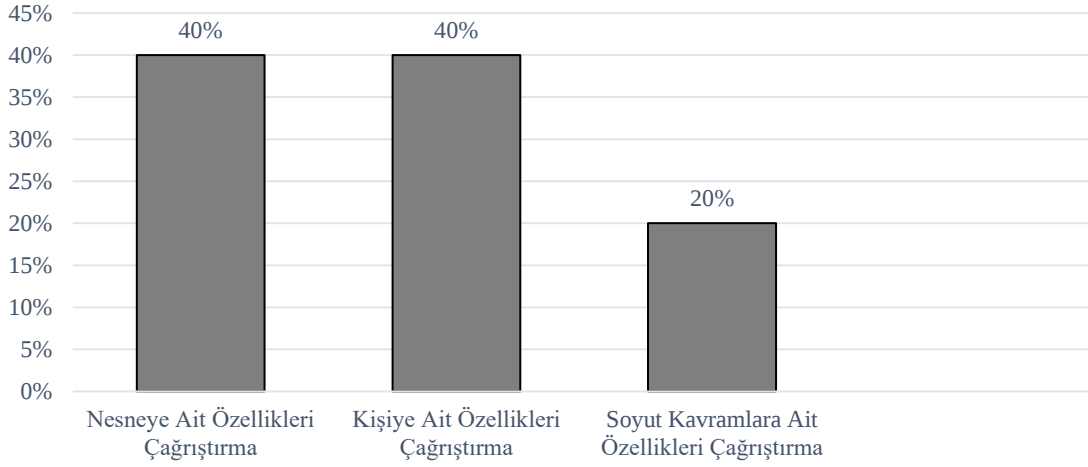
Yük Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.4. Yük.....'dir.	Çünkü.....
Çocuklar gibidir.	Varlığı ayrı, yokluğu ayrı derttir.
Ailenin fertleridir.	Atomun içinde bulunur.
Su ve havadır.	Elektron ve protondur.
Düşüncelerdir.	Herkes birbirine aktarır.
Rüzgârda savrulan poşettir.	Elektrik alan yönünde hareket eder.
Paradır.	Almak-vermek ilişkisi vardır.
Kızlar ve erkeklerdir.	İki türlü yük bulunur.
Deneme yüküdür.	Elektrik alanda noktasal yükü deneme yükü olarak adlandırıyoruz.
Hamalın sırtındaki eşyadır.	Fiziksel yük canlanıyor zihnimde.
Çocuktur.	Atom dünyasının en önemli elemanlarıdır.

Tablo 26

Yük Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Yük kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	4	40
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	4	40
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 25. Yük kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Yük kavramı metafordur. Bu metafora ait, öğrencilerin kendilerinin oluşturdukları metaforlar, taşınan bir madde gibi, nesneye ait özellikler olarak öğrencilerin zihinlerinde bir imaj oluşturmuştur.

Tablo 27

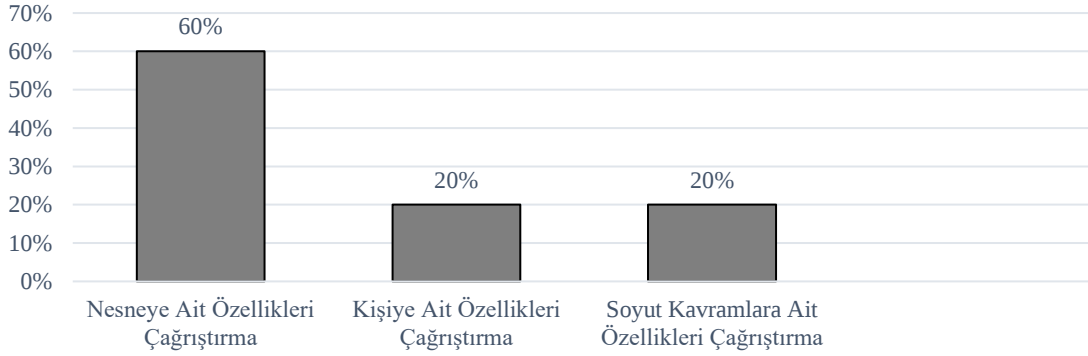
İletken Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.4. İletken.....'dir.	Çünkü
İşimizi kolaylaştırır.	En küçük kardeş gibi bazı durumlarda sorun yaratır.
Masanın bir ucundan arka ucuna dolanan imza kağıdıdır.	Elektron iletkende rahat hareket eder.
Mesajdır.	Elektron serbestçe hareket eder.
Baba ile çocuk arasında kalan annedir.	Babadan çocuğa, çocuktan babaya olan iletişimidir.
Pijamadır.	İçinde hareket etmek kolaydır.
İyi insandır.	Zorluk çıkarmaz.
Elektriği sever.	Çünkü elektriği iletir.
İnsan vücududur.	Elektrik akımını iletir.
Demir ince levhadır.	Bunu çağrıştırdı.
Sudur.	Şeffaftır ve içinden geçilebilir.

Tablo 28

İletken Kavramına ait Metaforların Dağılımı

İletken kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	6	60
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 26. İletken kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

İletken kavramı, kelimenin kendine has manası ile ileten anlamını taşımaktadır. Öğrencilerin zihninde, %60 oranında çevrelerinde oluşan nesneler hakkında bir çağrışım oluşturmuştur. Elektrik konusunda oluşan “akışkan” metaforu bir öğrenme zorluğudur. Zira öğrencileri kavram yanılgılarına sürüklediği literatürde belirtilmiştir (Pulaczewska, 1999). İletken kavramının yine metaforlarla öğrenci zihinlerinde nasıl algılandığı bulunurken, akışkan metaforlarına da yaklaşıldığı gözlenmiştir.

Tablo 29

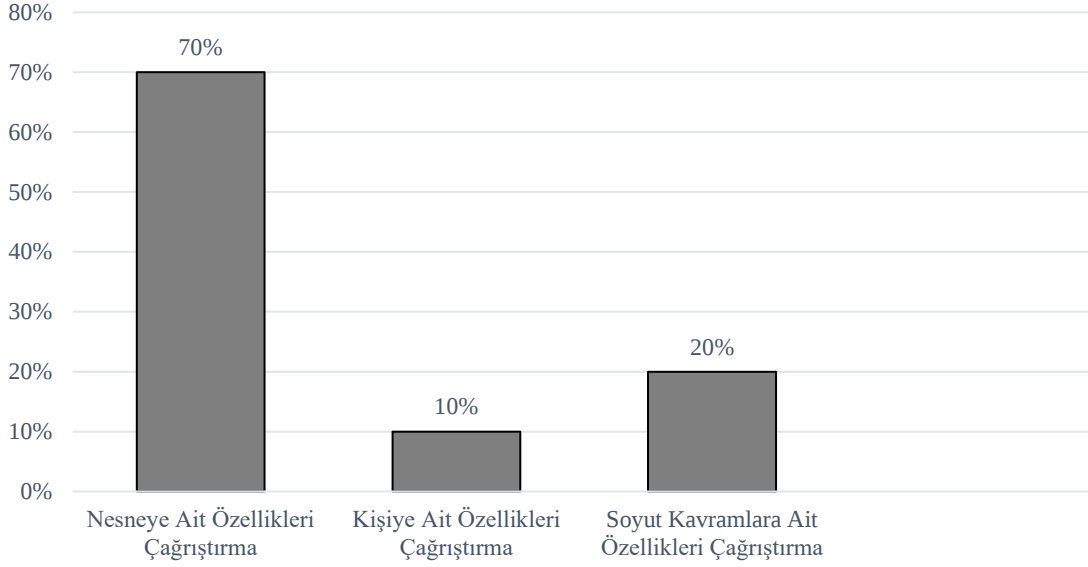
Yalıtkan Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.6.Yalıtkan..... 'dır.	Çünkü.....
Koruyucudur.	Ulaşmasını istemediğimiz şeylerden korunmamızı sağlar.
Arkaya ulaşmayan imza kağıdıdır.	Yalıtkan içinde elektron rahat hareket edemez.
Bataklıktır.	İçindeki hiçbir şeyin hareket etmesine izin vermez.
Kılıbık erkektir.	Sözünü geçiremez.
Takım elbisedir.	Hareketi kısıtlıdır.
Taş duvardır.	Tepki vermez.
Elektriği sevmeyendir.	Elektriği iletmez.
Tahtadır.	Elektrik akımını iletmez.
Dikdörtgen bir köpüktür.	Bu görüntüyü çağrıştırıyor.
Taştır.	Her istendiğinde içinden geçilmez.

Tablo 30

Yalıtkan Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Yalıtkan kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	7	70
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	1	10
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	20
Toplam	10	100



Şekil 27. Yalıtkan kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Yalıtkan kavramında öğrenciler, nesneye ait özellikleri zihinde oluştuklarını ifade etmişlerdir. Bu oran %70 oranında bulunmuştur. Brookes ve Etkina ‘nın (2009), açıklamalarında olduğu gibi metaforlar, bir kavramın sistemlerin fiziksel özellikleri ile açıklanmasında kaynaklık etmiştir.

Tablo 31

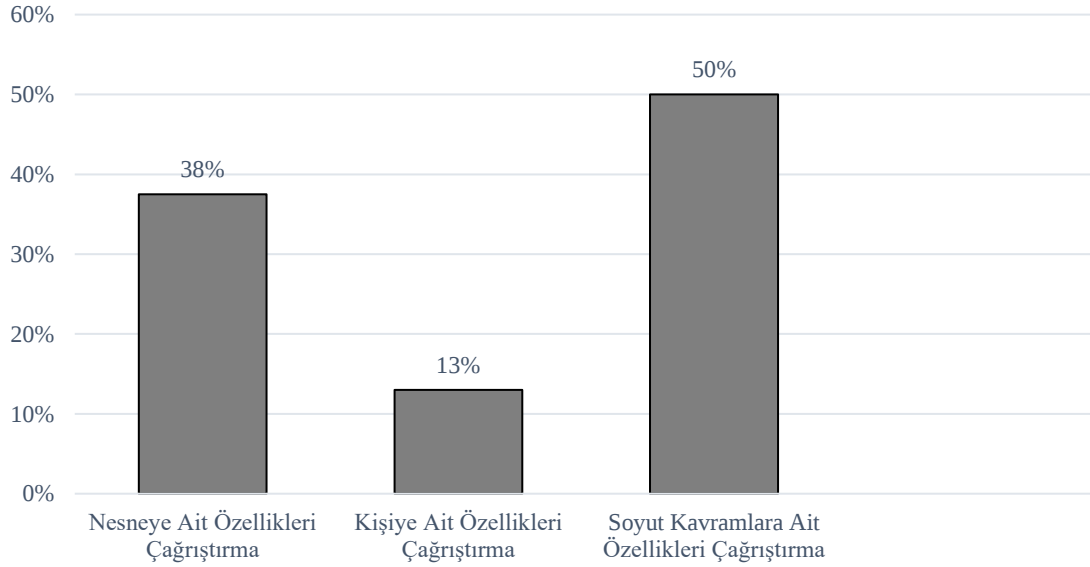
Yarı İletken Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.7. Yarı iletken..... 'dir.	Çünkü.....
Bağımlıdır.	İstenilen özellik oluşturur.
....	...
....	...
Şarjı %1 olan telefon gibidir.	Arayıp konuşulabilir ancak her an telefon kapanabilir.
Havuzdur.	Hareket edebilir ancak kısıtlıdır.
Kararsızdır.	Bir öyle bir böyledir.
Uyumludur.	Her iki koşulu da sağlayabilir. Duruma göre iletken ya da yalıtkan olabilir.
Bant teorisidir.	Elektronik dersinde bant teorisi ile özdeşleşiyor.
Hocamızdır.	Onu andırıyor.
Bal dır.	İçinden geçmek için çaba göstermek gerekir.

Tablo 32

Yarı iletken Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Yarı iletken kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	3	37,5
Kişiye ait özellikleri çağrıştırma	1	12,5
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	4	50
Toplam	8	100



Şekil 28. Yarı iletken kavramına ait fizik öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Yarı iletken kavramına ait öğrenci metaforları, diğer kavramlardan farklı olarak soyut kavramlar çerçevesinde yoğunlaşmıştır. 8 öğrencinin cevabına ulaşılmış, bu öğrencilerin %50'sinde bir soyut kavram özelliğine rastlanılmıştır. Burada, metaforlar, bilinen ve bilinmeyen kavram arasında geçiş rolü üstlenmiştir.

Tablo 33

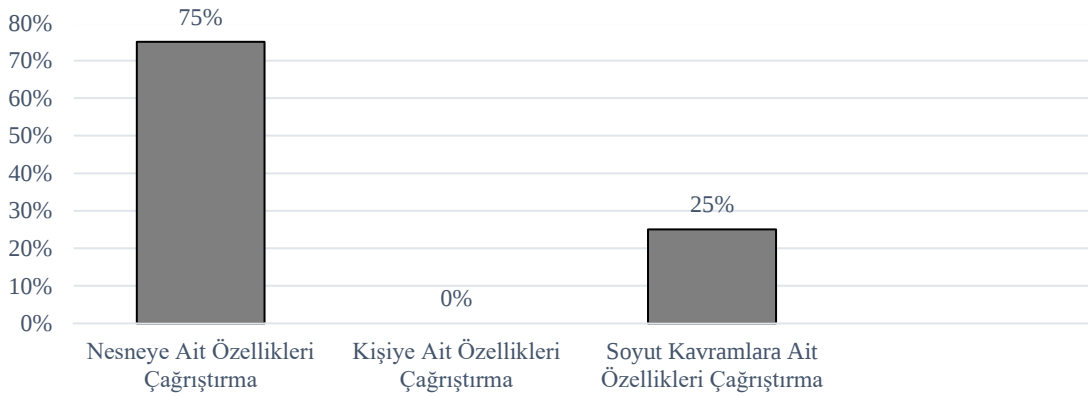
Akı Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforları

4.8. Akı..... 'dir.	Çünkü.....
Kavraması kolay kavramdır.	Zihinde canlanıyor.
Ne kadar ekmek o kadar köftedir.	Elektrik alan ile orantılıdır.
...	...
Ucu çok sivri uçaktır.	Yüzeyi delip geçebilir.
Arabadaki hız göstergesidir.	Büyükliktir.
...	...
Arılardır.	Çiçek tozlarının fazla olduğu yerde arılar çok olur. Elektrik alan çizgileri fazlaysa elektrik akı da o kadar fazla olur.
İnsan vücudundaki damarlardır.	Bir alan içerisindeki alan çizgi sayılarıdır.
Yumurthanın beyazıdır.	Yumurthanın bölümüdür.
Elektir.	İçinden bir şey geçirmediğimiz sürece bir etkisi yoktur.

Tablo 34

Akı Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Akı kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	6	75
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	-	0
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	2	25
Toplam	8	100



Şekil 29. Akı kavramına ait öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Akı kavramı, literatürde bulunan bir metafordur. Elektrik konusunda genellikle kavram yanılgısına sebep olan, akışkan metaforlarını çağrıştırmaktadır. Öğrencilerin cevapları doğrultusunda, metaforlar aracılığıyla %70 oranında, nesneye ait özellikler çağrışım yapıldığı bulunmuştur.

Tablo 35

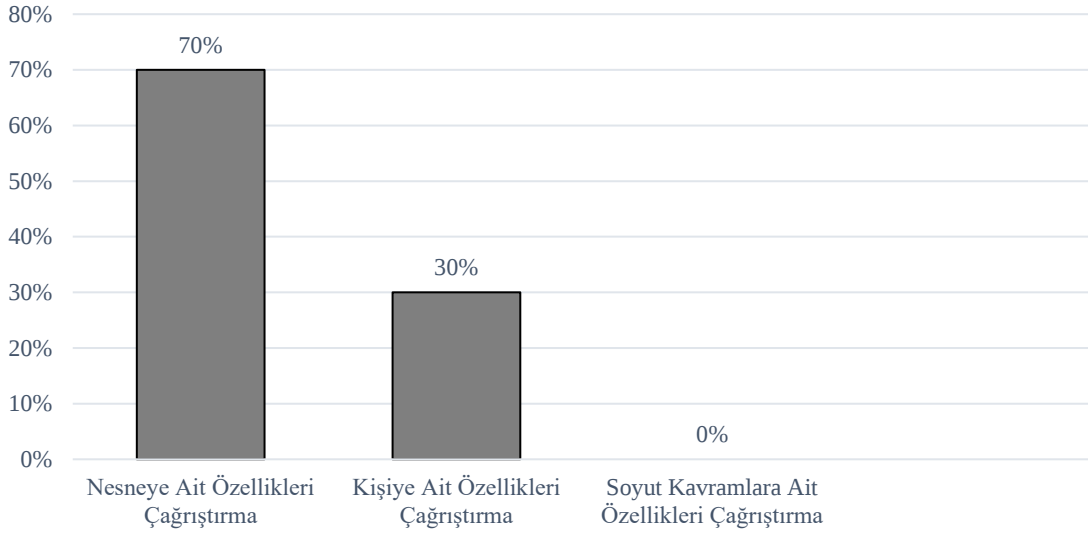
Kondansatör Kavramına ait Öğretmen Adaylarının Kendi Metaforlarının Dağılımı

4.9. Kondansatör.....'dir.	Çünkü.....
Annedir.	Devrede güç kaynağı olmadığı zaman güç kaynağı gibi davranır.
Depolanan peçetedir.	Gerektiğinde kullanılır.
ATM'dir.	Para depolama veya çekmedir.
Annedir.	Hayatın her kesimindedir. İsterse duygu durumunu kontrol edebilir.
Kumbaradır.	Zamanla dolar, zamanla boşalır.
Ara bulucudur.	Onsuz olmaz.
Depodur.	Yükleri saklar ve depolar.
İnsanın sinir sistemidir.	Kondansatör olduğu zaman üzerinden bir akım geçişi olmadığından insanın sinir sistemine benzer.
İki paralel demir levhadır.	Zihnimde görsel olarak canlanıyor.
Kilerdir.	İhtiyaç olduğunda kilere gidip ihtiyaç ne ise giderilebilir.

Tablo 36

Kondansatör Kavramına ait Metaforların Dağılımı

Kondansatör kavramına ait metaforların dağılımı	(f)	%
Nesneye ait özellikleri çağrıştırma	7	70
Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma	3	30
Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma	-	0
Toplam	10	100



Şekil 30. Kondansatör kavramına ait fizik öğretmen adaylarının kendi metaforlarının dağılımı

Kondansatör kavramına ilişkin elde edilen bulgular, %70 oranında nesneye ait özellikleri çağrıştırmıştır. Bu kavramlar genel hatlarıyla, kondansatör depodur metaforunu, literatüre paralel şekilde çıkarmaktadır (Pulaczweska, 1999).

Dördüncü soruya ait bulgular Tablo 37’de özetlenmiştir.

Tablo 37

Dördüncü Soruya Ait Kavramların Genel Dağılımı

Kavramın Adı	Nesneye ait özellikleri çağrıştırma yüzdesi	Kişiyeye ait özellikleri çağrıştırma yüzdesi	Soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırma yüzdesi	Toplam
Elektron	%50	%30	%20	%100
Proton	%30	%50	%20	%100
Elektrik Alanı	%60	%20	%20	%100
Yük	%40	%40	%20	%100
İletken	%60	%20	%20	%100
Yalıtkan	%70	%10	%20	%100
Yarı iletken	%37,5	%12,5	%50	%100
Akı	%75	-	%25	%100
Kondansatör	%70	%30	-	%100
Tüm Kavramlar	%52,2	%23,3	%20	100

Öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforik algıların yaklaşık olarak %52,2 oranında nesneye ait özellikler çağrıştırdığı, %23,3 oranında kişiye ait özellikleri çağrıştırdığı, %20 oranında ise soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırdığı bulunmuştur.

Elektrik konusundaki kavramlara ait, kendi metaforlarının yarısından çoğunun nesneye ait özellikler taşıdığı elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, Brookes (2006)'ın araştırmasına paralel olarak metaforların soyut kavramlar ile somut kavramlar arasında bir köprü vazifesi kurduğunu destekler şekilde elde edilmiştir.

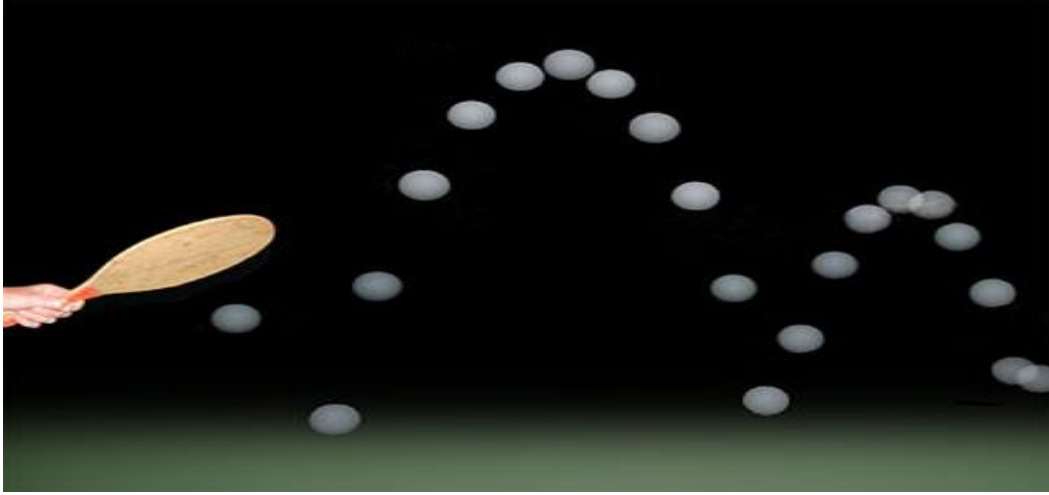
Metaforlar, bilinen ile bilinmeyen arasında yaratıcı süreçlerdir. Burada metaforlar, öğrencilerin kendi algılarını betimlemek amacıyla kullanılmış, sonuçlar metafor tanımına uygun olarak, bilinmeyen kavramların bilinen kavram ile açıklamasıyla gerçekleşmiştir. Böylece, fizik öğretmeni adaylarının zihinlerinde çağrışımlar ile oluşan metaforik algılar betimlenmeye çalışılmıştır.

9 temel kavrama ait veriler, çeşitlik göstermiştir. Bu metaforların, kendi çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Bir metaforda bazen gerçek anlamdan fazlası bazen de daha azı barınır (Lakoff ve Johnson, 2005). Elektrik konusu son derece soyut kavramlar bütünüdür. Metaforların bir araç olarak kullanıldığı bu çalışmada, öğrencilerin soyut kavramları açıklarken, somut kavramları çağrıştırdığı görülmektedir. Bu görüntü, fizik derslerinde soyut kavramları anlatılırken, öğrencilerin kavram yanılgısına düşmemesi için kavramların günlük hayattan örneklerle desteklenmesi gerçeğini tekrar bize hatırlatmıştır.

3.1.4.5. Beşinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Beşinci soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....



Şekil 31. Beşinci soruya ait görsel öge

Fizik literatüründe bulunan bu ontolojik metafor ile, elektronların doğası hakkında öğrencilerin algıları üzerindeki etkileri incelenmek istenmektedir. “Electron is ping- ball” olarak literatürde bulunan metaforun Türkçe uyarlamasıdır (Hoffman, 1980).

“Pinpon” terimi, henüz kanıtlanmamış bir hipotezi tanımlamak için ilk defa biyokimyasal bir süreç için kullanılmıştır. (Robson,1985). Robson (1985)’e göre, metafor sadece, dilsel bir süs değildir. Burada bahsettiği 4 işlevi vardır. Bunlar, fonksiyonların tanımı, soyut ifade, terminoloji, hipotez oluşturma ve sunma, işlevleridir. Burada, başlangıçta benzetme yönü kurularak yapılmış bir metafor, insanlara hipotez sunma yoluyla gelişmiş, zamanla benzerlik yönü kaybolarak, anlam kazanmış ve genişlemiştir.

3.1.4.5.1. Beşinci Soruya Verilen Cevapların Analizi

Öğretmen adayları, elektronun pinpon topu olmasından, “hareketli” “hafif” ve özetle şekil benzerliğinden bahsetmektedirler. Bu durum A öğretmen adayında yoğun şekilde gözlenmiştir. E öğretmen adayında Bohr Atom modeline çağrışım yaptığı, A, B, F, G, H ve I öğretmen adayında, %60 oranında elektronun hareketli olduğu için pinpon topuna benzetildiği metaforuna ulaşılmıştır.

Aşağıda öğretmen adaylarından alınan verilere doğrudan yer verilmiştir:

A: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....çok hareketliler ve yuvarlaklar.”

B: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....pinpon topları da elektronlar gibi hareket eder ama bence doğru değil çünkü pinpon topları uygulanan kuvvet yönünde hareket ederken elektronlar ilgili yerlere hareket ederler.”

C: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....momentumun ve enerjinin korunumu onlar için de geçerlidir.”

D: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....”

E: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....elektronlar belli yörüngede dolanırlar. Pinpon topunu da roketle vurduğumuzda belli bir yol izler”

F: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....bir atom içerisinde elektronlar sabit değildirler. Sürekli hareket halindedirler. Fotoğrafta pinpon topları bir dalga imajı vermiş”

G: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....elektronlar hareketlidir. Bir yerden başka bir yere hareket edebilir. Ama zıplama özelliğini elektronla bağdaştıramadım.”

H: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....hafiftirler ve rahat hareket edebilirler. Buradaki pinpon topu benzetmesi iletken maddeler için söylenebilir. İletken içerisinde rahat hareket eden elektronları benzetebiliriz. Diğer yandan elektronların her biri birbiriyle aynı yapıda aynı büyüklüktedir. Bu yüzden de pinpon topuna benzetebiliriz”

I: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....fazla hareketli ve bu hareketini hafifliğine borçlu. Hareket etmesi kolaydır.”

J: “Elektronlar pinpon topudur. Çünkü.....şekilleri benzemektedir. Ve birçok pinpon topunu bir araya getirirsek (uygun koşullar sağlanırsa) hareketinde gözlemleyebiliriz.”

3.1.4.5.2. Beşinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakatta, neden bu şekilde cevaplandığı tekrar sorulmuştur. 3-4-K-ÖA ve 3-4-K-ÖC öğretmen adayında, paralel sonuca yeniden ulaşılmıştır. Bu sonuç, pinpon topu metaforu ile elektronun şekil olarak benzerliği olmuştur. Aşağıda iki alıntıya yer verilmiştir:

3-4-K-ÖA: “Pin-pon topu bıraktığın zaman zıplıyor. Hafif. Yuvarlak. Dalga özelliği ile hiç düşünmedim. Direkt yapısı üzerine düşündüm.”

3-4-K-ÖC: “Birden fazla pinpon topunu birden fazla elektron gibi düşündüm. Hepsinin şekli aynı, hepsi beyaz yuvarlak. Elektronlar, Valans bandından iletim bandına geçiyor. Bu yüzden pin-pon topuna benzetiliyor.”

Elektronun pinpon topu metaforundaki ikili doğası tekrar sorulduğunda, cevap alınamamış, pinpon topu metaforundan elektronun tanecikli yapısına vurgu yapıldığı gözlenmiştir. Bu gözlem aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

3-4-K-ÖB: *“Zaten elektronları aklımda top olarak canlanmıştı. Kuvvetle hareket ediyorlar toplar. Bunlar hem tanecik hem de dalga gibi hareket ediyorlar ama tanecik.”*

3-4-K-ÖC: *“Birden fazla pinpon topunu birden fazla elektron gibi düşündüm. Hepsinin şekli aynı, hepsi beyaz yuvarlak. Elektronlar, Valans bandından iletim bandına geçiyor. Bu yüzden pin-pon topuna benzetiliyor.”*

3-4-K-ÖD: *“Tanecik özelliğinden dün okuduktan sonra fark ettim. Aslında olaya göre davranıyorlar. Elektron dalgadır. Elektron hem de dalga. Dalga özelliği ile ilgili özellik aklıma gelmedi.”*

Bu metafor, elektronun doğasını anlatmak için yetersiz ve eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adayları şeklen bir benzerlik bulmuş ve bu oran %60 olarak elde edilmiştir.

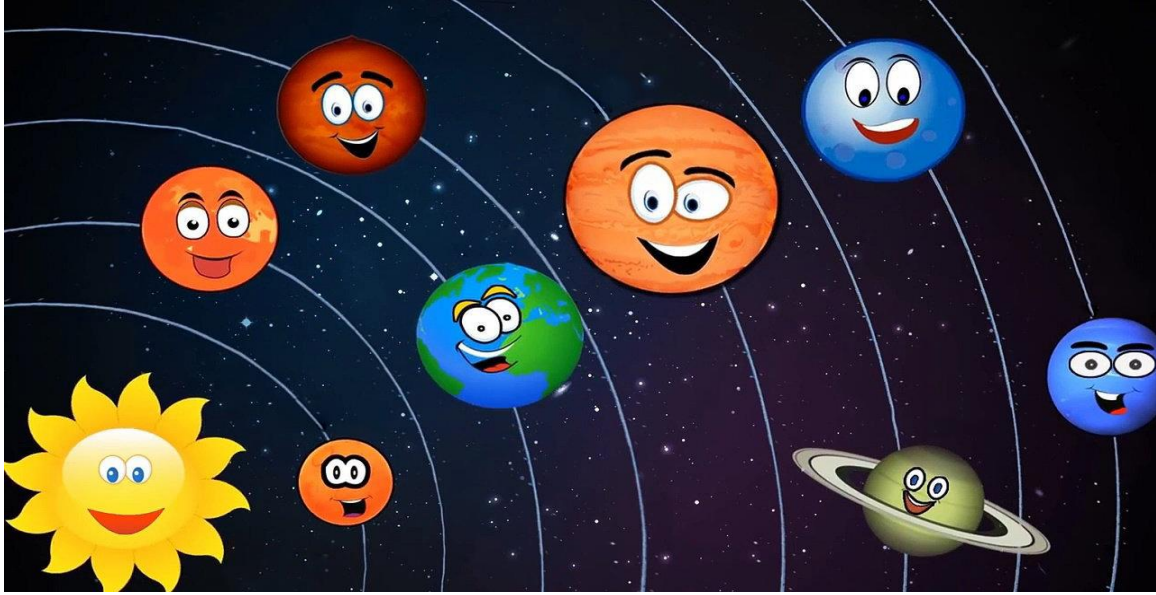
3.1.4.5.3. Beşinci Sorunun Sonuçları

1. Literatürde bulunan bu metafor, bizim örneklem grubumuzda sadece, şekil benzerliği, şekle ait nicelik sunulması olarak gerçekleşmiştir.
2. Elektronun, pinpon metaforu ile, *yörünge* kavramından bahsedilmiş, bu da açıkça Bohr Atom modeline bir çağrışım olduğu gözlenmiştir.
3. Elektronların doğası için, yeterli olmayan bir metafor olduğu bizim penceremizden gözlenmiştir, mülakatta da alınan sonuçlar bu yönde elde edilmiştir.

3.1.4.6. Altıncı Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

6.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

Coulomb Kuvveti ile güneş- gezegen sistemi arasında bir bağ kurulmak istense, Coulomb Kuvveti hangi kavram veya olguya karşılık gelebilir?



Şekil 32. Altıncı soruya ait görsel öge.

“Coulomb Law is Gravitational Law” metaforunun Türkçeye uyarlaması ile oluşan bu metafor, metafor ve model ilişkisi incelenmiştir.

Bir küçücük kütle olan elektron, daha büyük bir kütle olan bir güneşin etrafında dönen bir gezegene benzetilebilirdi. Bu doğrudan Keplerin astronomisi gibi göründü. Bohr, kendine özgü bir prensiple, aslında ters matematiksel ifadeyi türetmiştir (Hoffman, 1980, s.409).

Hoffman (1980), bu metafor ile ilgili aşağıdaki görüşlerini sunmuş ve bu metafora bulunmayan matematiksel modeller için, Bohr’un kendi sözlerine yer vermiştir (s.401):

Atomlar için Güneş Sistemi Yörünge Metaforu, Planck sabitinin cebirsel olarak yokluğu olmadan yapılır. Ancak, atom yapısı için güneş sistemi modeli veya metaforunun gerçeği gizlediğini söylemek doğru mu? Hayır. Bütün detaylı matematiği ifade etme; teorinin görevidir. Neden ifade etmeyi amaçlamadığını gizlemeye yarayan metafor, detayları gizlemek için asla saklanmadı? Bu konuda Bohr’un kendi sözlerine bakalım: “Atomlar söz konusu olduğunda, dil sadece şiirde olduğu gibi kullanılabilir. Şair de gerçekleri resimler yaratarak betimlemekle o kadar ilgilenmez.”

Bohr’un teorisini betimleyen, güneş gezegen sistemi atom modeli, elbette yetersizdir ve bilimsel yanlışlar barındırır. Ancak Bohr’un kendi sözlerine bakıldığında, matematiksel ilişkiler metafora değil, teoride aranmalıdır.

3.1.4.6.1. Altıncı Soruya Ait Analizler

Öğretmen adayları, %50 oranında, bu metafora, matematiksel modelden faydalanmışlardır. Bu durum, A, B, F, G, H öğretmen adaylarında açıkça gözlenmektedir. Bu, araştırma için oldukça önem taşımaktadır, çünkü bir metafordan modele geçiş var mıdır? Bir metafor model midir? sorularına da açıklık getirmiştir. Burada açıkça görüyoruz ki metaforlardan, matematiksel modellere doğrudan geçiş sağlanmaktadır.

Burada açıkça görüyoruz ki metaforlardan, matematiksel modellere doğrudan geçiş sağlanmaktadır. Öğretmen adaylarının soruya ait verdikleri cevaplar aşağıda alıntılanmıştır.

A: “Coulomb kuvveti gezegenlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvete karşılık gelir. $q_1 = 1$. Gezegen, $q_2 = 2$. Gezegen, $r^2 = \text{gezegenler arasındaki uzaklığın karesidir.}”$

B: “kütle ile doğru, arasındaki uzaklık ile ters orantılı olabilir.”

C: “Güneş ile gezegen arasındaki kütle çekim kuvvetine karşılık gelirdi.”

D: “Güneş gezegen sistemindeki gezegenler yük olarak görülür. Birbirlerine olan uzaklıklarının karesiyle de Coulomb kuvvetine benzetilebilir. Gezegenler, elektron gibi düşünülebilir. Yörüngeleri ve hareket ediyorlar.”

E: “Coulomb kuvvetinde yükler birbirlerine bir kuvvet uygularlar. Gezegen sisteminde de bu vardır. Gezegenler birbirlerine eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvet uygulayarak yörüngelerinde hareket ederler.”

F: “ $F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$ Coulomb Kuvveti Ters Yasası. Kütle Çekim Yasası ise $\frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{r^2} \cdot k$ -G’ye karşılık gelir. Yükler ise gezegenlerin kütlelerine karşılık gelirdi. Yüklerle kuvvetler doğru orantılıdır.”

G: “Coulomb kuvvetini kütle çekimsel kuvvetine benzetiyorum. Coulomb kuvvetinden mi yararlanılarak çekimsel kuvvetin yapılıp yapılmadığını bilmiyorum ama formül çok benzer.

$\frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$, $\frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{r^2}$. Coulomb kuvvetinde iki komşu parçacığın birbiri üzerine etkisi bulunurken aynı şekilde kütle çekimsel kuvvette de iki komşu gezegenin birbiri üzerine etkisi diyoruz.”

H: “Coulomb $\frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$, Kütle çekim yasası $\frac{G \cdot M_1 \cdot M_2}{r^2}$. Burada Coulomb sabiti (k) yer çekimi ivmesine karşılık gelmektedir.”

I: “Genel çekim yasasına belki”

J: “Coulomb kuvveti noktasal iki yükün aralarında mesafe varken birbirine uyguladıkları kuvvettir. Burada güneş ve gezegenleri noktasal yükler gibi düşünüp, güneşin en fazla kuvvet

uyguladığı gezegeni en uzakta, güneşin en az uyguladığı kuvveti (itme kuv.)en yakınındaki gezegen olarak ya da kuvvetleri farklı şekillerde yorumlayarak analogi oluşturabiliriz.”

3.1.4.6.2. Altıncı Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakatta öğretmen adayları bu soruyu kendi aralarında tartıştıktan sonra, 3-4-K-ÖC, tekrar bir metaforu açıklayabilmek için matematiksel modele ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Kendi ifadesi ile bu durumdan alıntı aşağıdaki gibidir:

3-4-K-ÖC: “Yakınlıktan mesafeden bahsettim. Gezegenlerin birbirine yakın olanlar Direk formül üzerinden yazdım. Formül olayı aklıma geldi. Kuantum geldi aklıma. Çok şey aklıma geldi çekim yasası geldi aklıma. İkisini de yan yana yazdım k da o zaman yerçekimine benzettim. Matematiksel ilişkilerden faydalandım.”

3-4-K-ÖA ve 3-4-K-ÖB tekrardan, matematiksel modelin tekrarını yaparak, metafordan modellere geçişlerin imkanını ispatlamıştır. Kendi ifadesinden alıntıya aşağıda yer verilmiştir:

3-4-K-ÖA: “Coulomb kuvveti, gezegenlerin birbirine uyguladıkları kuvvete benzer diye düşündüm. Gezegenler arası mesafenin karesi ile ters olarak düşündüm. Belirli yörüngedeler.”

3-4-K-ÖB: “Kütle çekimsel kuvvetine benzetiyorum. Hangisinden yola çıkılıyor bilemedim. Bunlar birbirinden dönüşümlü olarak mu dönüşmüş bilmiyorum.”

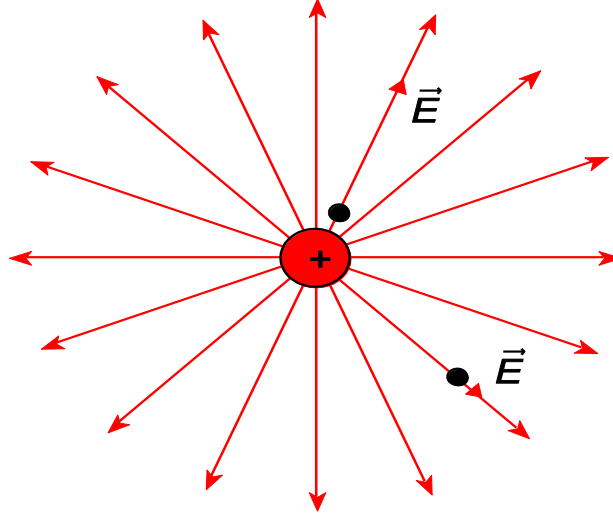
3.1.4.6.3. Altıncı Sorunun Sonuçları

1.Atom metaforu ve güneş gezegen metaforu arasındaki ilişki, matematiksel modele başvurularak ifade edilmiştir, bu sonuç literatür ile paralel olarak gözlenmiştir.

3.1.4.7. Yedinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

7.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

Elektrik alan desenlerini göz önünde canlandırmanın uygun bir yolu, doğrultusu her noktada elektrik alan vektörü ile aynı olan çizgiler çizmektir. Aşağıda Elektrik alan çizgilerine örnek teşkil eden bir gösterime yer verilmiştir. Buna göre aşağıda yer alan soruları cevaplayınız:



Şekil 33. Yedinci soruya ait görsel öge.

A. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?

B. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü.....

Elektrik alan çizgileri, fizik literatüründe yaygın olarak kullanılan ontolojik metaforlar arasında yer alır.

Maxwell ve ardından Faraday'ın çizgi “line” metaforlarından türetilmiş bu metaforları, kurulduğu ilk zamandan günümüze kadar uzanmıştır. Elbette, bu metaforla birlikte birçok kavram yanılgısı da beraberinde gelmiştir. Bunlar, ülkemizdeki alan yazında da bulunmaktadır (Güneş, vd, 2017). Bunlardan bazıları aşağıdaki gibidir:

- “Alan çizgileri gerçektir.”
- “Sınırlı sayıda elektriksel alan çizgileri vardır.”
- “Alan çizgileri sadece iki boyutta gösterilir.”
- “Alan çizgileri herhangi bir noktada başlayıp sona erebilir.”

3.1.4.7.1. Yedinci Soruya Verilen Cevapların Analizi

Öğretmen adaylarının kendi ifadelerine yer verilmek istenmiştir. Bulgular incelendiğinde, elektrik alan çizgilerinin gerçek olmadığı ve sadece iki boyutta gösterilmediğini bilerek yorumlar yapıldığı gözlenmiştir. Literatürde gözlenen bu iki kavram yanılgısına ait izler bulunmamaktadır.

Öğretmen adaylarının zihinlerinde oluşan imajlar, elektrik alan çizgilerine benzer yapıda gerçekleşmiştir.

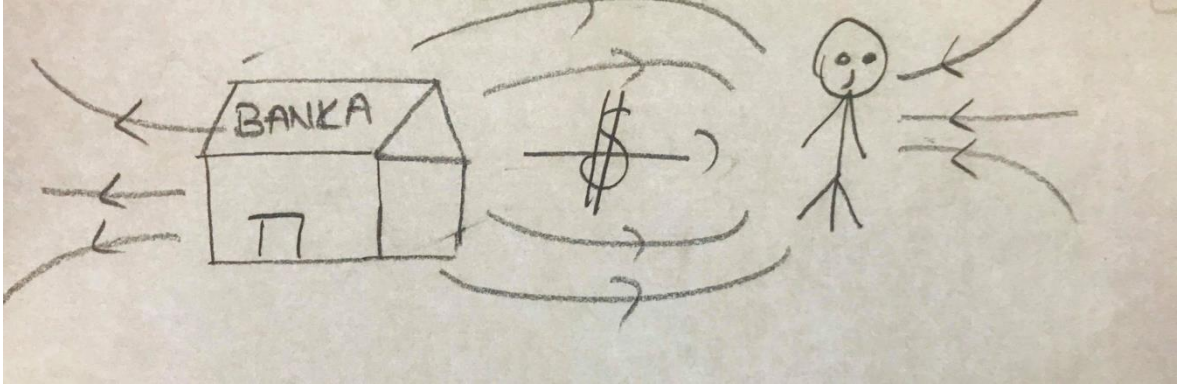
Elektrik alan çizgileri yerine öğretmen adaylarının yerlerine koydukları metaforik algılar, yine çizgi metaforlarına benzemekte ve onu hatırlatmaktadır. Her ne kadar alan yazında, kavram yanılgısına düşürdüğü için eleştiri yapılan bu çizgiler, durumu sanki en iyi temsil eden (representation) olarak gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının soruya verdikleri cevaplar, aşağıda alıntılanmıştır.

A: “a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?

“Bana bir topun delinerek içerisine su pompaladığımızda deliklerden çıkan suları anımsatıyor.”

“b. “Gözle göremeyiz. Mikro boyutta gerçekleşir. Sadece etkilerini gözlemleyebiliriz.”

B: “a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?



Şekil 34. B öğretmen adayına ait çizim.

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Elektrik alan hayalet alanlardır, çünkü hep etrafımızdalar ama göremiyoruz.”

C: “a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?

“Güneşten gelen güneş ışınlarını çağrıştırıyor”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Herhangi bir yerdeki yükün, etki alanı sonsuzdur. Biz sadece bize lazım olan uzaklıktaki etkisiyle ilgileniyoruz.”

D: “a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?

“Bir kişiyi koruyan koruyucular gibi düşünülebilir. Korunanı kişiye bağlı olarak pozitif veya negatif yük farz edilebilir. Koruyan kişilere ise elektrik alan çizgileri diyebiliriz.”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Gerçekte böyle bir alan yoktur. Elektrik kuvveti açıklamak için böyle bir kavram ortaya konulmuştur. Yüklerden çıkan çizgiler yoktur.”

E: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“Elektrik alan çizgileri pozitif yükten etrafa yayılır. Günlük hayatta pozitif insanlar da etrafına enerji yayıyorlar.”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Gerçekte görülmez. Anlamamız kolay olsun diye kullanılmıştır.”

F: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“x-ışınları, insanların birbirleri arasındaki iletişimde birbiriyle anlaşabilmeleri ya da anlaşamamaları, pozitif elektrik ya da negatif elektrik almaları, auraların birbirlerini tutmaları.”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Elektrik var. Gözle göremediğimiz için hayalet alan diyoruz. Sadece anlayabilmek, canlandırabilmek için gösterimlerle ifade ediyoruz.

G: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“Son zamanlarda çok popüler olmuş bir oyun geldi aklıma oyunun adı AA...”

“b. “Şekildeki gibi oklar yoktur biz yalnızca yönlerini, doğrultusunu göstermek için çiziyoruz. Bu çizgilerin gerçek hayatta olmasını düşünmek bile korkunç bence çünkü etrafımızda her yerde elektrik alanı ve manyetik alanı oluşturacak cisimleri var. Önümüzü göremezdik tüm çizgiler birbirine karışırdı.”

H: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“Elektrik alan çizgileri bana bir dart tahtasının yüzeyini çağrıştırıyor. Bir merkez ve merkeze dik doğrulardan oluşan tahta. Dart tahtasının tamamını bir elektrik alan olarak görebiliriz.

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Gözle görülemezler. Ancak bıraktıkları etki ve alan içerisindeki parçacıkların ya da maddelerin hareketlerinden anlaşılabilir.”

I: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“Şeker üstüne toplanmış karıncalar...Güneş ışınları...”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Etkisini görüyoruz sadece.”

J: *“a. Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?*

“Yuvarlak bir sünger üzerine batırılan iğneler olabilir. Yuvarlak bir ampulden çıkan ışınlar olabilir.”

“b. Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü..... “Çünkü gerçekte göremiyoruz. Etkilerini gözlemleyebiliyoruz. Ve alan kavramını insanlar uydurmuştur.

3.1.4.7.2. Yedinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Öğretmen adaylarına tekrar mülakatta sorulara neden bu şekilde cevaplar verdikleri sorulmuştur. Verilerin analizi sonucunda çarpıcı cevaplar gözlenmiştir. Elektrik alan kavramından, neşeli bir insanın etrafına neşe saçması veya güneşin etrafına ışık saçması gibi örnekler verilmiştir. Hayalet alandan ise öğretmen adaylarının algıları “var ama yok” çerçevesinde tekrarlanmıştır.

3-4-K-ÖD: “Gözle görülmeyen alan çizgilerdir. Casper geldi aklıma. Ama aslında yok.”

3-4-K-ÖC: “Gözle görülemezler. Hayaletler etrafımızda olsa, Sihirli annem geldi. Etraftaki bıraktığı izden, elektrik alanın varlığını, yükün hareketinden yola çıkarak görülüyor.”

Öğretmen adayları, hayalet alanına duygusal anlamlar yükleyerek “korkunç” olarak tanımlamışlardır. Mülakattan alınan bir örnek aşağıdaki gibidir:

3-4-K-ÖB: “Elektrik alan da bir metafor, gerçek değil, etkilerini birtakım olarak görüyoruz. Şekildeki gibi oklar yoktur. Biz yalnızca yönlerin doğrultusu olarak çiziyoruz. Hayaletten üfleme geliyor. Bir şeyler yapıyoruz ama göremiyoruz. Korkunç bence. Saçı üflüyor yerinden oynuyor.”

Mülakat sonucunda, %80 oranında, elektrik alan metaforundan somut kavramlara geçişler gerçekleşmiştir. Bunu neden bu şekilde cevapladıkları sorulduğunda aşağıdaki bulgulara varılmıştır.

3-4-K-ÖA: “Bir top düşünelim. Fıskiye gibi düşünüyorum. Deliyorum. Bir anda su fişkırıyor ama birbiriyle kesişmiyor.”

3-4-K-ÖB: “Burada ben oyuna benzettim. AA oyunu. Çember sürekli dönüyor, sen oklar atıyorsun. Okların birbirine değmemesi gerekiyor. At kestanesine benzettim. İçinde tomurcuk var, kabuğu var.”

3-4-K-ÖC: “Elektrik alanı çizgileri, dart tahtasının yüzünü anlatıyor. Tahtanın tamamımın elektrik alan diye düşündüm. Dart tahtasında bölümler var. Bu tabloyu o oyuna benzettim.”

3.1.4.7.3. Yedinci Sorunun Sonuçları

1. Elektrik alan metaforundan, F ve E öğretmen adayları hariç % 80 somut kavramlara geçişler gözlenmiştir. Hayalet alan metaforunda ise %100 soyut kavramlara geçişler gözlenmiştir.
2. Öğretmen adaylarının bu metaforlarla ilgili kendi metaforları, yine soyut olmuştur. Metaforlar, soyut kavramlar arasında köprü görevi görmüştür. Yine hedef ve kaynak alan arasında köprü kurulmuş, bu bağ soyut olarak gerçekleşmiştir.
3. Öğretmen adaylarının, “line” metaforlarına ait kendi metaforları, yine aynı metaforun şeklen tekrarlanması olarak gözlenmiştir. Bu da bu soruda kullanılan metaforların, zihinlerde kalıcılığını koruduğunu göstermektedir.

3.1.4.8. Sekizinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

8.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

8.Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....



Şekil 35. Sekizinci soruya ait görsel öge.

Türkçeye uyarlanarak yapılan, “capacitors are parking-lot” analogisine benzer şekilde türetilen bu metaforla, öğretmen adaylarının algıları üzerine etkileri de incelenmek istenmiştir.

Monk (2003), yaptığı sözlü bildirisinde, mühendislik yetiştiren bölümlerde “*karanlıktayız*” diyerek elektrik konusunda var olan metaforları “rasyonel” bulmadığı için, eleştirmektedir. Örneğin “Volt” kelimesi veya “hertz” kelimesi, ona göre isimden başka bir şey değildir. Bütün bunları dil oyunları olarak gören Monk (2003), elektrik konusunda yaşanan sıkıntıların analogi

ve metaforların rasyonel olmamasından kaynaklandığını ifade etmektedir. “Mühendislik adaylarına “volt” u öğretirken ne ile ne arasındaki benzerlik veya anlam bütünlüğünü sunacağız...” demektedir.

Monk (2003), kondansatörlerin, kapasite ile ilgili bir anlam derinliği bulundurduğunu ve bazı durumlarda bunun yanlış olduğunu ve öylesine ki, öğrencilerde anlama zorluğuna sebep olduğunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

..... elektronik bileşen, kapasitör genellikle bir “condenser” olarak adlandırıldı. Bu terim Alessandro Volta tarafından yapılan çalışmanın çevirisinde, İngilizceye tanıtıldı. Volta’nın çevirisinde, ince bir reçineli kaplama ile ayrılan metal plakalardan oluşan bir cihaz hakkında bilgiler vardı ve “Heaviside’in protestosuna rağmen, kondenserler genellikle kapasiteleriyle karakterize oldu. Ve şimdi kondansatörler esas olarak kondansatörler olarak adlandırılmaktadır. Bazı metaforlar veya analogiler algısal olarak yakalanmaz, ancak diğerleri yanıltıcı olabilir. Örneğin, Heaviside, elektriğin bazı tehlikeleri konusunda uyarıda bulundu...

Dilimizde, “sığaç” olarak da adlandırılan kondansatör ile birçok yanlış bulunmektedir. (Monk, 2003) kısaca bunu “rasyonel” olmamaya, şiirsel bir anlatımın gereksizliğine vurgu yaparak anlatmaktadır. “Elektrik konusu mühendislikte en önemli konulardan biridir, analogiler ve metaforların bizi dil oyunlarına sürüklemesi özellikle elektronik konusunda boğuyor” diye ifade etmektedir. Kısaca “boğuluyoruz” diye de bildirisini tamamlamıştır. Monk (2003), yarıiletkenler, transistörler ve bazı devre elemanları ile ilgili araştırmaların yetersiz olduğunu, dilimize yapışan bu metaforların neden yanlışla sürüklediği bilinmesine rağmen devam ettiğini sorgulamaktadır.

Bir sığaç genellikle, birbirinden ayrılmış iki iletkenin oluşan bir sistemden meydana gelir. “Başlangıçta, sığaç yüksüz ise üretece bağlantı yapıldığında, elektrik alan bağlantı üzerinden kurulur.” Üretecın negatif bağlı plakada, bu plakanın hemen dışında oluşturulan elektrik alan tel içindeki elektronların plaka üzerine doğru hareketine sebep olur. Bu hareket, plaka, tel ve üreteç kutbunun aynı elektriksel potansiyele ginceye kadar devam eder. “Bu denge durumu kurulduktan sonra, artık batarya kutbu ile plaka arasında potansiyel farkı bulunmaz ve bu yüzden de tel içinde elektrik alanı olamaz ve elektronların hareketi durur. Böylece plaka negatif yüklenmiş olur. Plakanın diğer kutbunda da benzer olay oluşur. (Serway ve Beichner, 2011, s.805).”

3.1.4.8.1. Sekizinci Soruya verilen Cevapların Analizi

Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, park alanını kondansatöre, arabaları yüklere ve park alanın enerji depolayan bir alan depo gibi gördükleri gözlenmiştir. Bulgular incelendiğinde bu oran B ve I öğretmen adayları hariç, %80 kondansatörün çalışma prensibi açıklayacak

şekilde oluştuğu görülmektedir. Yapılan mülakatta, halk arasında ifade edilen şekliyle, sığacın şarj edilmesi ve sığaçta elektriksel potansiyel enerjinin depolandığı bilgisi tartışılmıştır.

Öğretmen adaylarından alınan alıntılar aşağıdaki gibidir:

A: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....arabaları yük olarak düşünürsek park ettiğimiz her araba oradan çekmediğimiz sürece parkta duracaktır. Kondansatördeki yükler de biz boşaltmadığımız sürece kondansatörün içinde duracaklardır.”

B: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....günün her saati dolup boşalıyorlar.”

C: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....park alanı boş iken arabalar park etmeye başlayacaklardır. Zamanla park alanı dolunca başka araba park edemeyecektir. Park alanının da bir araç kapasitesi vardır. Kondansatörde de belirli bir yük depolama kapasitesi vardır.”

D: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....park alanına gelen araçlar enerji depolar ve yoluna devam eder. Enerjisi dolu olan araç park alanında beklemes ve hareketine devam eder. Park alanı çizgilerini levha gibi düşünelim. O çizgiler sayesinde araç enerji depolanır.”

E: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....kondansatörde enerji depo edilir. Park alanları da arabaların depo edildiği beklediği yer olarak düşünülebilir.”

F: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....kondansatörler dolup, boşaldığı zaman yükler sanki plakalara otoparktaki gibi park ediyorlar. Yükler plakalara dolduğu zaman gelirler. Boşaldığı zaman ayrılırlar.”

G: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....arabalar iki çizgi arasında park edilir aynı şekilde kondansatörde de iki plaka arasında yükler bulunur. Arabalar gelir iki çizgi arasına park yapar ve artık o park alanı doludur. Kondansatörde de gerilim verildiğinde yükler gelir aynı bir araba gibi iki plaka arasına gelir durur ve doldurmuş olur.”

H: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....yüklerin yerleştiği depolardır. Kondansatörler yük depolayan devre elemanlarıdır. Bir park alanına benzetilebilir. Şekilde, arabaların her birini birer yük olarak düşünebiliriz. Otopark ise bir kondansatör. Arabalar nasıl otoparka yerleşebiliyorsa, yükler de kondansatörde yerleşir.”

I: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....düzen var alan var.”

J: “Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....park yerlerini, kondansatör levhalarına benzetirsek park yerleri önce dolar. Daha sonra gelen arabalar park yeri bulamadığında park

alanından çıkar. Yani kondansatör de dolduğu zaman düz tel gibi davranır. Ve boşalan bir park yeri varsa, gelen araba o yeri doldurur.”

3.1.4.8.2. Sekizinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakat araştırmasında, bu metaforun bir öğrenci zorluğu olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Araba ve yük arasında kurulan analogik bağlar, öğrenciler üzerinde algı karmaşası yapmaktadır. Verilen örneklerden her öğretmen adayının %100 oranında, bu metafor ile kondansatörün çalışma prensibini çağrışım yaptıkları görülse de derinlemesine inceleme yapıldığında, kondansatörlerin çalışma prensiplerinde öğrenci zorluklarıyla karşılaşmaktadırlar. Aşağıda bur örnekler alıntılanmıştır.

3-4-K-ÖA: “Kondansatörler park alanıdır. Arabalar yük olarak düşündüm. Park alanını iki levhaya benzettim. Arabayı çekmediğim sürece orada kalacaktır. Kondansatörün boş olması, yük olmaması demek diyoruz.”

Kondansatörle ilgi kavram yanlışları: Yüklü cisimler kondansatörde akarlar.

A: Kondansatörün sığasını büyük olması, yükün fazla olması anlamına gelmiyor.

Bu kavram yanlışısı

3-4-K-ÖB: Her arabayı bir kondansatör olarak düşündüm. Yükün ortada olduğunu düşündüm. İki plaka arasında yalıtkan olmalı.

3-4-K-ÖC: Arabaları yüke benzettim. Bir park alanına benzetilebilir. Yükler de kondansatöre yerleşebilir. Bu şekli gördüğümde aklıma ilk dolması boşalması anlamına geldi.

A: Pil ve kondansatör aynı prensip ile mi çalışır sence?

3-4-K-ÖC : “Her ikisinin de depolanma özelliği varsa, olabilir.

Araba yükler, kondansatörün dolması, iki tarafını da levha olarak geldi.

Başka kondansatör şekli aklımıza gelmedi.”

Topluca: Direk katı madde aklımıza geldi.

3.1.4.8.3. Sekizinci Sorunun Sonuçları

1. Öğretmen adayları bu metaforun yerine başka kelime kullanmakta zorlanmamışlardır ancak kendi metaforları yine kullandıkları metaforlarla sınırlandırılmıştır.

2. Kondansatörün çalışma prensibi genel hatlarıyla açıklanmış bu oran %80 oranında gerçekleşmiştir. Mülakatta yapılan derinlemesine inceleme sonucunda ise, kavram yanlışlarını çağrıştıran bilgiler gün yüzüne çıkmıştır.
3. Bu metaforun soyut kavramları somutlaştırmada önemli bir yapı olduğunu görmekteyiz ancak ortaya çıkan sonuçlara bakınca, derinlemesine inceleme yaptıkça asıl konudan farklı noktalara taşındığı gözlenmiştir. Buradan çıkan sonuç, bu metaforun soyut kavramları somutlaştırmada bir öncü olduğudur ama bu çağrışım öğretmen adaylarının ön bilgilerine takıldığından, ortaya farklı eşleştirmeler çıkmıştır.

3.1.4.9. Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

9.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

“Bir iletken, içindeki bazı yüklü parçacıkların serbestçe hareket edebildikleri bir malzeme olup bu parçacıklar iletkenin yük taşıyıcılarıdır. Bura da bahsedilen yük taşıyıcıları sizce ne olabilir?”



Şekil 36. Dokuzuncu soruya ait görsel öge.

“Hareket eden yük, yük taşıyıcısıdır.” Metaforundan yola çıkılarak yapılan bu soruda,

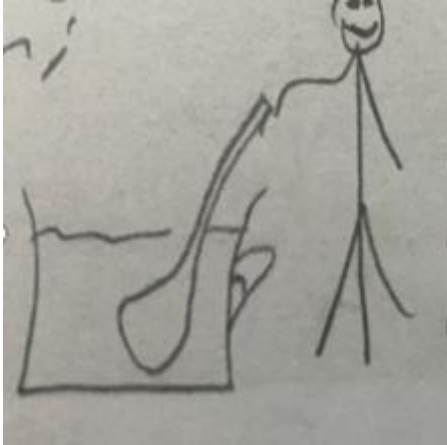
Fizik literatüründe sıklıkla kullanılan bu metafor ile, yük taşıyıcılarından öğrencilerin ne algıladıkları açığa çıkarılmak istenmektedir.

3.1.4.9.1. Dokuzuncu Soruya Verilen Cevapların Analizi

Öğretmen adaylarının en az çağrışım yapmakta zorlandıkları metafor bu metafor olmuştur. %40 oranında hareket eden pozitif veya negatif hareketlinin yük taşıyıcısı olarak ifade edilmesi ve metallerdeki yük taşıyıcılarının elektronlar olduğunun ifade edildiği görülmüştür. A, E, G ve H öğretmen adaylarında, bu çağrışım açıkça doğru ifade edilmiştir. B, yük taşıyıcısını bir kaşığa benzeterek çizim yapmıştır. Birkaç öğrencinin, yük taşıyıcısı denilince aklına doğrudan aklına elektron gelmektedir. F öğretmen adayı doğrudan elektron olduğunu ifade etmiştir. Bu sınır %10 ile envanterin en alt sınırını oluşturmaktadır. Soruya verilen cevaplar ve geçişler alıntılanmıştır:

A: “Yük taşıyıcıları elektronlar ve hollerdir. İletkenlerde iletkenlik bandı ile valans bandı arasında boşluk yok denecek kadar azdır. Elektronlar ve holler de bir akım uygulandığında çok rahat yer değiştirip atlama yapabilmektedirler.”

B: “İletken diyorsa ısı ve elektriği iletebildiğini gösterir ve bu yük taşıyıcıları örneğin, içinde yemek pişen sıcak tencereye konulan kaşığa -iletken, elini değen insanın elinin yanmamasının sebebi kaşığın içindeki yük taşıyıcılarıdır. Isıyı tencereden elimize iletir.



Şekil 37. B öğretmen adayına ait çizim.

C: Yanıtlamamıştır.

D: Yanıtlamamıştır.

E: “Adamın kullandığı el arabası üzerindeki kutuları hareket ettirir. El arabası yük taşıyıcısıdır.”

F: “Elektron olabilirler.”

G: “Bu parçacıklar yüklü olduğunda ve iletkenin içerisinde serbestçe hareket edebildikleri için yüklü olan parçacıkların taşınması gibi düşünüyorum. Parçacık belli bir değerde yüklendi ve bu yükü götüreceği yere yükü taşır. Aynı görseldeki kişi gibi yüklenir, yükünü alır ve taşınması gereken yere iletir, bırakır.”

H: “İletken içinde elektronlar serbestçe hareket edebilirler. e^- bulundukları yörüngeler, onların yük taşıyıcıları olabilir. Yörüngelerdeki ayrılmalar sayesinde parçacıklar hareket ederler.”

I: “Ortak hareket eden iki şey.”

J: Yanıtlamamıştır.

3.1.4.9.2. Dokuzuncu Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakatta süren tartışmada, taşınan bir şey var ama nedir ekseninde yoğunlaşmıştır. Metaforlar, bazı durumlarda kendiliğinden dilimizde bulunur. Öğretmen adayları, taşımak ve yük taşıyıcıları arasında bir bağlantı kuramadıkları, elektron eşleştirmesi yapan öğretmen adayının dahi, bu yapı ile asıl anlatılanın birbirinden çok farklı olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda bu mülakattan bir bölüme alıntı yapılarak yer verilmiştir:

3-4-K-ÖA: “Yük taşıyıcı deyince elektronlar ve holler geldi aklıma. Holler aslında sabitler ancak elektronlar yer değiştirdiği için holler hareket edebiliyor gibi geldi.”

A: Ne taşıyorlar peki?

3-4-K-ÖB: “Yüklü bir parçacık var. Bir şey yüklediğimizde, işçi gibi götürüyor. Belirli bir değerde yükleniyor. Aklıma elektron geliyor.”

3-4-K-ÖC, kendisinde bulunan çağrışımın iletken bir madde olduğunu ama yine de elektron ile arasında bir bağ kuramadığını ifade etmiştir.

3-4-K-ÖC: “Bu soru bana bir şey çağrıştırmadı. Yükleri elektron olarak düşündüm. Bu enerji seviyelerinde de enerji seviyelerini bir taşıyıcı olarak düşündüm. Yörüngelerdeki, ayrılmalar parçalanmalar olarak algıladım. Maddenin iletken olduğunu düşündüm.”

3-4-K-ÖD, öğretmen adayı yük taşıyıcısı ile elektron arasında doğrudan bağ kurmuştur.

3-4-K-ÖD: “Yük taşıyıcı deyince aklıma elektronlar geldi. Ayrıca holler de olabilir miydi diye de düşündüm ama aktarmadım.”

A: Elektron ne taşıyabilir?

3-4-K-ÖD: “Sanki bir şey daha taşıyormuş gibi ama bence yanlış.”

3.1.4.9.3. Dokuzuncu Sorunun Sonuçları

1.Fizik kitaplarında sıklıkla bulunan bu metafora, kaynak alan ve hedef arasındaki bağdaştırmaya düşük oranda rastlanmıştır. Bu oran %40 ‘tır.

2. Metafora bulunan bu gerilim ve dilin belirsizliği öğretmen adaylarının zihninde canlanmaya yetmemiştir.

Harrison ve Treagust (2006), “*Friend or Foe?*” adlı çalışmalarında, fen eğitiminde kullanılan bazı temsillerin ve özellikle analogilerin, dost mu düşman mı olduğunu sorgulamaktadır.

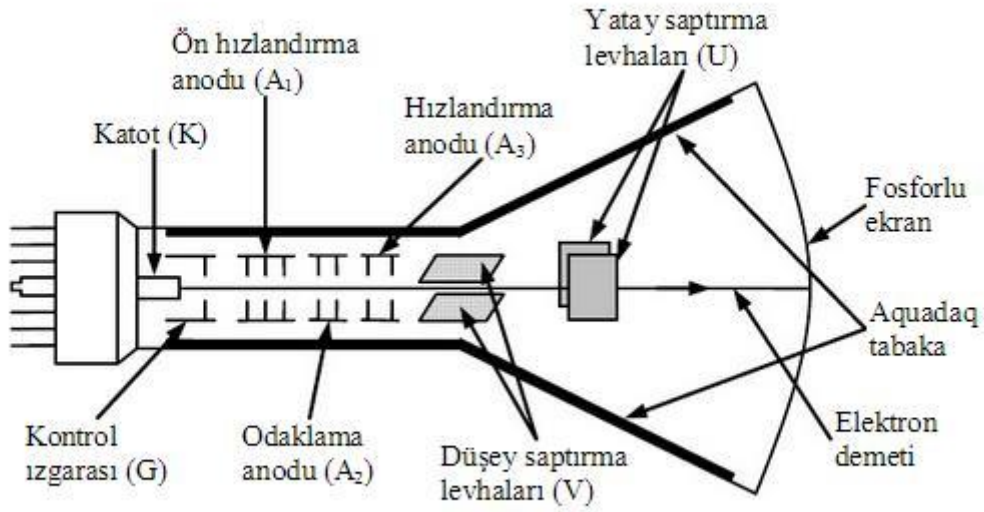
“Muhakkak ki analogiler kavram sistemini oluşturmak için yapılsa da, ders kitaplarında bulunan bu çizimler, grafikler, araştırmacı tarafından anlaşılrsa da öğrenciler tarafından doğru anlaşılabilmiş mi?” diye fen eğitiminde kullanılan bazı araştırmaları, sınırlı, üzerinde araştırılması gerektiğini önermiştir.

Metaforlar da tıpkı analogiler gibi kavramsal sistem kurmayı amaçlayan bir sistemdir, linguistik temelleri vardır. Ancak bazı durumlarda bulunmaması, bulunmasından daha iyi olmaktadır. Bu soru bu duruma bir teşkidir.

B öğretmen adayı, ısı ile ilgili bir alana geçmiştir. Herrmann vd. (2006), elektrik ve ısı arasında metaforik geçişler olabileceğini ifade etmiştir. B öğretmen adayında bu durum gözlenmiştir. Bu sonuç, literatüre paralel şekilde gerçekleşmiştir.

3.1.4.10. Onuncu Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

10.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.



Şekil 38. Onuncu soruya ait görsel öge.

Katot ışınları tüpü, içinde elektronların elektrik ya da manyetik alanlarda hızlandırıldıkları ve saptırıldıkları havası boşaltılmış bir tüptür. *Elektron demeti*, tüpün boyun kısmında bulunan elektron tabancası denilen bir aygıtla üretilirler.

Yukarıdaki açıklamada yer alan *elektron demeti* sizce ne anlama gelmektedir?

Bu soru ile, bir katot tüpünün gösterimiyle oluşturulan bu soruda, ontolojik metaforlar arasında yer alan elektron demeti metaforunun öğrencilerin algıları üzerindeki etkileri ve nasıl algıladıkları irdelenmek istenmektedir.

Bir ders kitabında bulunan bu metafor, yaygın olarak bulunmaktadır. Pulaczewska (1999) göre, ışın, ("beam") metaforuna benzer olarak kurulmuştur. Komşu alanlarda aynı yönde hareket eden ve genellikle tek bir kaynaktan yayılan anlamına gelen bir metafordur. "Sürü, bir insan kalabalığına ya da cansız varlıkların sırasız topluluğuna yayılmış bir bütün gibidir. Yukarıdaki terim bu genelleştirilmiş anlama dayanmaktadır. "Elektron sürüsü" olarak da algılanabileceği ifade edilmiştir" (Pulaczewska, 1999).

3.1.4.10.1. Onuncu Soruya ait Cevapların Analizi

Öğretmen adaylarının soru ile ilgili cevapları aşağıdaki gibi alıntılanmıştır:

A: "*Elektron demeti toplu bir halde bulunan bir miktar elektronun belli yörüngelerde toplu halde bulunmaları demektir. Mesela bir sepetten aynı anda 5 elmanın düşmesi gibi...*"

B: “Elektron demeti hızlandırılacak ya da saptırılacak elektronları taşıyor ise ve elektron demetini çiçeklere benzetiyorum. Bazen kalbi hızlandırıp mutlu ediyor bazen de varlığı saptırılıyor.”

C: “Elektron grubu, elektron topluluğu vs.”

D: “Birden fazla elektronun bir arada hareket etmesi.”

E: “Elektron demeti elektronların çok olduğu topluca olduğu anlamına gelir.”

F: “Elektron demeti bir bütün halde bulunamazlar. Köprüden arabaların bir hat üzerinden gider gişelerde beklerler.”

G: “Elektron demeti deyince benim aklıma çoklu ışınlar geliyor. Sıralı paralel bir şekilde yol açan ışınları düşünüyorum.”

H: “Elektronların yaklaştırıldığı (bir hız kazandırılarak) ve demet şeklinde çıkmalardır. Sanki bütünlenmiş gibi bir izlenim yaratarak çıkar.”

I: “Çok fazla elektron grup halinde.”

J: “Elektron demeti, bir çiçek demeti gibi düşünülebilir. 1 tane değil bir grup çiçek vardır. Yaklaşık olarak aynı anda gönderilen bir grup elektronlardır.

3.1.4.10.2. Onuncu Sorunun Sonuçları

Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, elektron demetinin “topluluk” veya “grup” olarak ifade edildiğine rastlamaktayız. Öğretmen adaylarında bu durumun gözlenme oranı %80 oranında bulunmuştur. Bu beklenen çağrışımı yakalayamayan öğretmen adayları, B ve F’dir. %20 oranında, literatürden sapma gözlenmiştir. Kaynak hakkında bir söylemde bulunulmamıştır.

3.1.4.11. On Birinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

11.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

“Elektrik akısı, bir yüzeyden geçen elektrik alan çizgilerinin sayısı ile orantılıdır.”

Bu tanıma göre, elektrik akısını çizmek istesek nasıl bir çizim yaparız?

Elektrik akısı, tıpkı elektrik alan çizgileri gibi türetilmiş bir metafordur. Kökeni, (“line”) çizgi metaforlarına dayanmaktadır, Maxwell ve Faraday’dan günümüze kadar gelen bir kavramdır.

Düzgün bir elektrik alanında, elektrik alan çizgileri alana dik A yüzölçümlü bir dikdörtgen yüzeyden geçmektedir. Elektrik alan büyüklüğü E ile alana dik A yüzölçümünün çarpımına elektrik akısı denilmektedir. Elektrik akısı bir yüzeyden geçen elektrik alan çizgileri sayısı ile orantılıdır. Daha genel durumlarda elektrik alanı, yüzey üzerinde değişebilir.

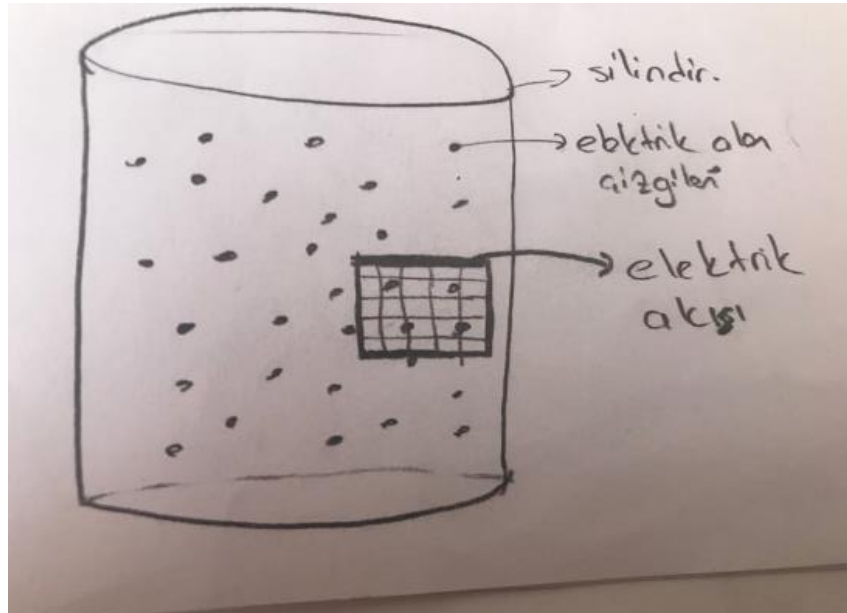
3.1.4.11.1. On Birinci Soruya Verilen Cevapların Analizi

Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde, %50 oranında beklenene yakın görsel algılar gözlenmiştir. A, D, E, H, J öğretmen adayları yakın görsel çizimler çizmişlerdir. Pulaczewska (1999) 'a göre, akı da görsel algılardan biridir. Bu soruda, öğretmen adaylarının görsel algılarını betimlemeye çalışırken, görsel öğeler kullanılmasına özen gösterdik, nitekim metafor çalışmalarında görselleme (visualition) önemli çalışmalar arasında yer alır ancak buna yoğunlaşan araştırmalar son derece azdır.

F öğretmen adayı, zihninde bulunanları aktarırken, matematiksel modelden faydalanmıştır. Öğretmen adaylarının genel değerlendirilmesine bakıldığında, çizimler elektrik alan çizgilerine benzemektedir.

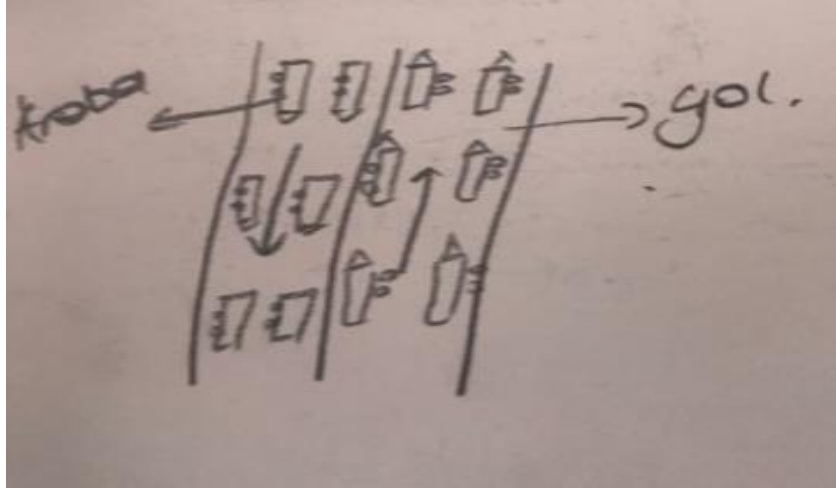
Soru ile ilgili öğretmen adaylarının çizimlerine aşağıda yer verilmiştir:

A:



Şekil 39. A öğretmen adayına ait çizim.

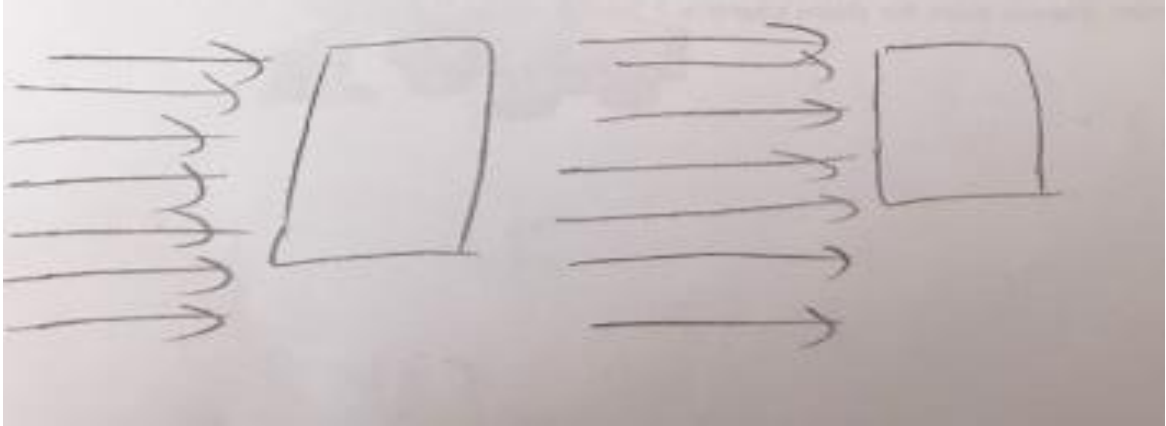
B:



Şekil 40. B öğretmen adayına ait çizim.

C: Yanıtlamamıştır.

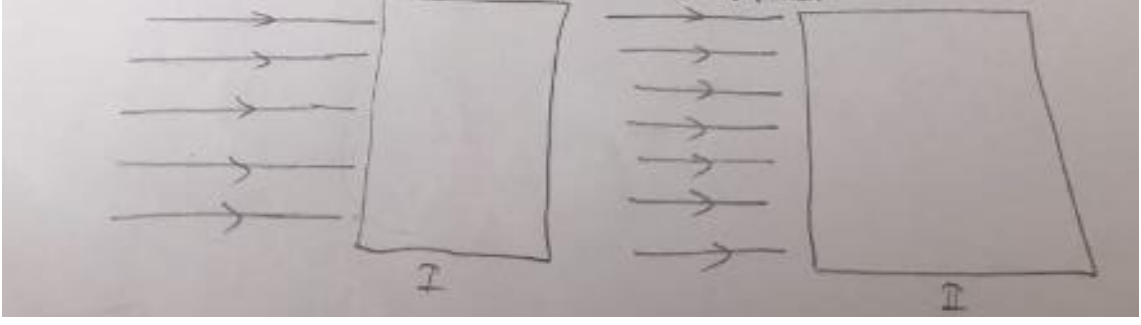
D:



Şekil 41. D öğretmen adayına ait çizim.

“Yüzeye bağlı olarak geçen elektrik alan çizgilerinin sayısı değişir bu da elektrik akısının bu değişimle orantılı olduğunu gösterir. Büyük yüzeyden daha fazla geçti.”

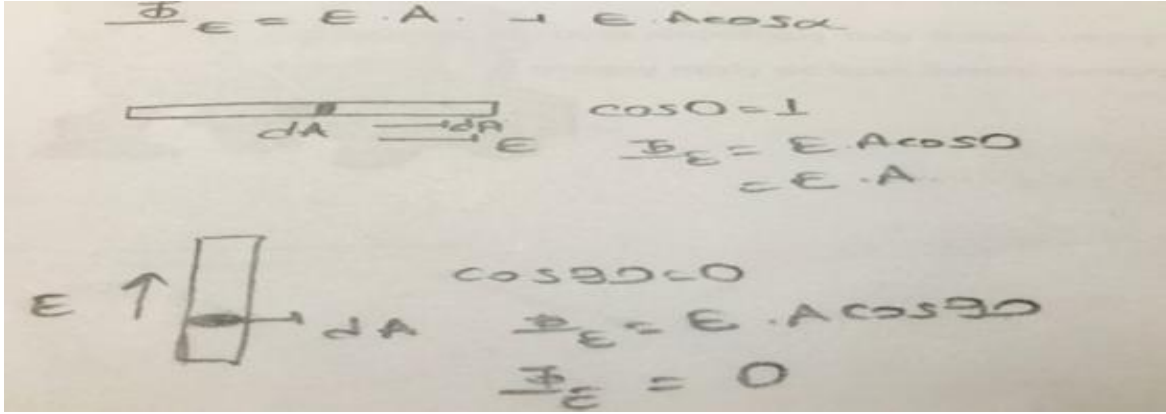
E:



Şekil 42. E öğretmen adayına ait çizim.

“İkinci yüzeyden daha çok elektrik alan çizgisi geçtiği için elektrik akısından fazladır.”

F:



Şekil 43. F öğretmen adayına ait çizim.

G:

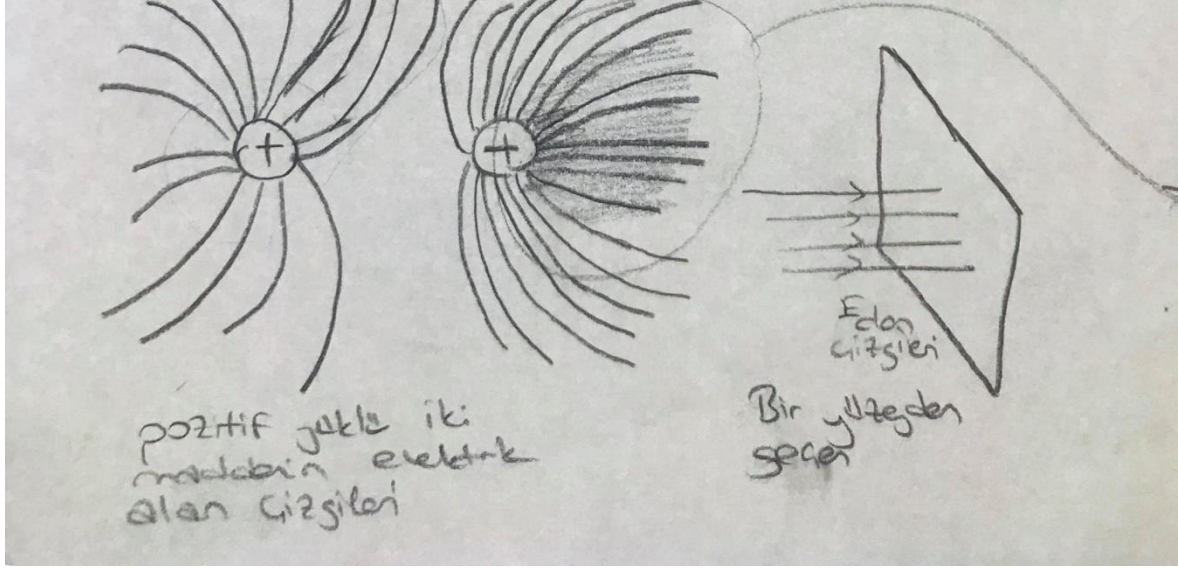


Şekil 44. G öğretmen adayına ait çizim.

“Kesikli çizgilerle, çizdiğim çember elektrik akısını gösterir. Elektrik alan çizgilerine dik olacak şekildedir.”

H:

“Önce elektrik alan çizgilerini gösterelim.”

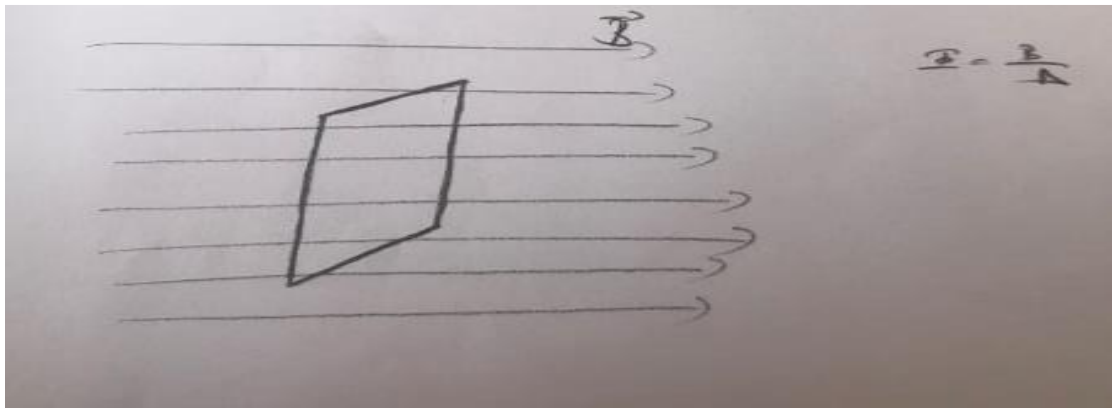


Şekil 45. H öğretmen adayına ait çizim.

“Elektrik alan çizgilerinin sık olduğu yerlerde elektrik akısı daha yüksektir. Seyrek olduğu yerlerde daha azdır. Elektrik alan çizgileri birbirlerini asla kesmezler. Elektrik akısının fazla olduğu yerler koyu renkle gösterilebilir. Açık olan yerler akının az olduğu yerlerdir.”

I: Yanıtlamamıştır.

J:



Şekil 46. J öğretmen adayına ait çizim.

3.1.4.11.2. On Birinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Öğretmen adayları bu soruda derinleşememişlerdir. 3-4-K-ÖA, 3-4-K-ÖB, 3-4-K-ÖC somut örnekler ile bu metaforu desteklemiştir. Aşağıda bu örnekler alıntılanmıştır. Öğretmen adayları, bir birliktelikten ve çokluk kavramlarından yola çıkmışlardır.

3-4-K-ÖA: *“Elektron demeti, belli enerji seviyelerinde bulunmalarına dedim. Bir sepetten aynı anda beş elmanın düşmesi gibi. Belli bir enerji seviyesinde. Sepete 5 tane elma düşmesi, aynı yerden aynı anda düşmesi gibi. Elektron tabancası gibi. Elektron demeti, birer ışın, içindekiler tanecik. Elektronun tanecik modeli aklıma geldi ve hepsi bir arada gibi düşündüm. “*

3-4-K-ÖB: *“Paralel, paralel çizgiler düşündüm. Demet kavramıyla, paralel ışınlar aklıma geldi.”*

3-4-K-ÖC: *“Sürekli gibi görünürler. Demet kavramı var burada. Paraleller ancak öyle bir görünüyorlar ki , sanki bütünmüş gibi.”*

3-4-K-ÖD, birliktelikten değil ayrılıktan bahsetmiştir. Buna ait örnek alıntı aşağıdaki gibidir:

3-4-K-ÖD: *“Katot tüpü aklıma geldi. Köprüden geçiyorlar ve duruyorlar. Ve gişede sapıyorlar. Bir bütün halinde bulunamazlar. Elektron demeti.”*

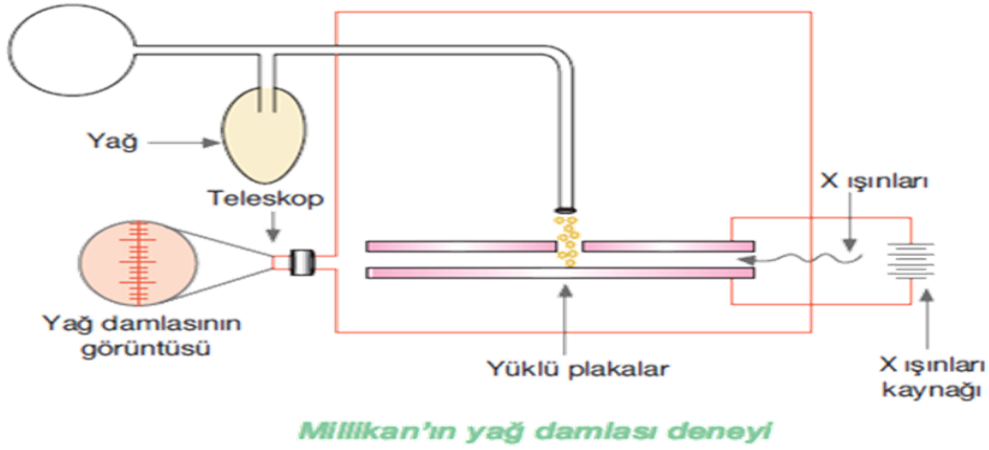
3.1.4.11.3. On Birinci Sorunun Sonuçları

1. Öğretmen adaylarının zihinlerindeki “akı” kavramına ulaşmak için görselleme tekniğinden faydalanılmıştır. Son derece az benzeri olan bu soru yapısı ile, öğretmen adaylarının “akı” kavramını, elektrik alan çizgileri ile benzer veya yakın tuttuğu gözlenmiştir.
2. Elektrik alan çizgileri, elektrik akısı gibi kavramlar köken itibari ile çizgi “line” metaforuna dayandığı için, öğretmen adaylarının zihinlerinde sürekli birbirine geçişler söz konusu olmuştur. Bir öğretmen adayı, aynı zamanda eş potansiyel yüzeyinin aklına geldiğine vurgu yaparak, zihninin karıştığını, getirmekte zorlandığını belirtmiştir.
3. Öğretmen adaylarının çizimleri, belki de akı kavramını nasıl algıladıklarını anlamaya yarayan en etkili araçlardan biri olarak gözlenmiştir. Bu alanda, daha çok araştırmalar yapılabilmesi için önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

3.1.4.12. On İkinci Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

12.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

“Bir zamanlar Milikan deneyinde yağ damlacıklarına “Milikan’ın parlayan yıldızları” denildi”



Şekil 47. On ikinci soruya ait görsel öge.

Sizce Milikan’ın parlayan yıldızları ile asıl anlatılmak istenen ne olabilir?

Milikan bu deneyi ile, 1923 yılında Nobel ödülüne layık görülmüştür. 1909 ve 1913 arasında bir seri deneyler yaparak, elektronun elemanter yükü e 'yi ölçtü ve elektronik yükün kuantize doğasını belirledi. Milikan’ın deneyinde iki paralel metal plaka vardır. Bir püskürtücü ile yüklenmiş yağ damlalarının üst plakadaki bir delikten geçmesi sağlanır. Yağ damlacıklarını aydınlatmak için yatay doğrultuda bir ışık demeti kullanılır ve damlalar bir teleskopla gözlenir. Teleskopun eksenini, ışık demetiyle dik açı yapar. Damlacıklar bu düzende gözlemlendiğinde, karanlık zeminde parlayan bir yıldız gibi görünürler (Serway ve Beichner, 2011, s.788).

3.1.4.12.1. On İkinci Soruya ait Cevapların Analizi

Kendi penceremizdeki örneklem grubu ile alan yazında bulunan önemli bir metafor olan “parlayan yıldızlar” ile ne demek istenildiğini araştırdık. H ve I öğretmen adayları, bu deneyin diğer deneylerin üzerinde öncü olduğu, bazı bilinmeyenleri aydınlattığı için, milikan yağ damlalarına “yıldız” denildiğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Böylece örneklem grubunda iki ayrı felsefi düşünce gözlenmiştir. H ve I öğretmen adaylarında %20 oranında felsefi olarak “yıldız” ve %80 oranında deneysel olarak “yıldız” kavramına ulaştığı görülmektedir.

Bu deneyde ortaya çıkan “parlayan yıldızlar” metaforu, nesilden nesile aktarılmıştır. Deneyin sonuçlarında yapılan değişiklikler veya farklı bakış açıları incelense de parlayan yıldızlar kavramı kendini korumuştur.

A öğretmen adayı, parlayan yıldızdan, yağ damlalarının tıpkı ışık kaynağı gibi ışık saçtığını ifade etmiş ve bunda ısrarcı davranmıştır. Cevaplar analiz edildiğinde, C, doğrudan yağ damlalarının elektron olduğunu söylemiştir bu da günümüzde yaygın bulunan bu kavram yanılışına tekrar çağrışım yapmıştır. Mülakatta derinlemesine inceleme yapıldığında, aşağıdaki bilgiler, bu konudaki kavram yanılışına nasıl çağrışım yaptıklarını yalınca ifade etmektedir:

Aşağıda, öğretmen adaylarının alıntılarına yer verilmiştir:

A: “Asıl anlatılmak istenen yağ damlacıkları ışınlarla karşılaştıklarında bir miktar ışık yaydılar. Bu yüzden onları teleskoptan bakarken parıldadıklarını gördüler ve “Milikan’ın parlayan yıldızları” denildi. (Parlamaları gökyüzündeki parlayan küçük yıldızları anımsattı.)

B: “Bunu elektrik yükünün değerini bulmak için yapmıştı ve iki elektrotun arasına yağ damlacıkları koydu ve bu yüklü yağ damlacıklarına ışık demeti gönderdi. Bu karanlık zeminde parladıkları için “parlayan yıldızları” oldular.

C: “Elektronlar”

D: “Yükün kuantumlu olması ve tam katları olmasını. Elektrik alan uygulayarak yağ damlasının hareketine ışık verilerek parlanması sağlandı ve yıldızlara benzetti.”

E: “Delikten düşen yağ damlacıkları elektrik alan uygulanarak değişik yerlere dağılır ve ışık tutulup bakıldığı zaman gökyüzündeki yıldızlara benzetilebilir.”

F: “Gökyüzü gibi gece ve gündüz. Gündüzleri gökyüzüne teleskop yardımıyla bakıldığında yıldızları görmek zordur. Ama gece olduğu zaman teleskop yardımıyla parlayan yıldızları daha net görebiliriz. Milikan’ın yaptığı deneyinde yağ damlacıkları bir yükümüş gibi bir elektrik alan uyguladığımızda aşağıya doğru mu yoksa yukarıya doğru saptamaya çalışmıştır.”

G: “Yukarıdaki küçük delikten alt levhaya düşen elektronlara fener tutularak teleskopla bakılır. Ortam karanlık olduğu için üzerlerine ışık düşürülünce elektronlar aynı gece gökyüzünde tek tek ayrı ayrı parlayan yıldızlara benzer.”

H: “Yağ damlalarına Milikan’ın parlayan yıldızları denmesinin sebebi, deneyle birlikte hem Milikan’a hem de fizik bilimine sağlamış olduğu katkıdan dolayı olabilir. Birçok duruma ışık tutan bir deney olduğu için yağ damlasına parlayan yıldız denilmiştir.”

I: “Birçok damlacık içinde bazılarının öne çıkması, ayırt edilmesi”

J: “Milikan’ın parlayan yıldızları yağ damlacıklarını temsil etmektedir. Bunun sebebi yağ yüzeyinin ışığı suya göre daha fazla yansıtmasından dolayı daha parlak bir görüntüye sahip olmasıdır.”

3.1.4.12.2. On İkinci Soruya ait Mülakat Analizleri

Milikan deneyinde parlayan yıldızlar konusunda iki görüş gelişmiştir. Mülakatta bu durum tekrarlanmıştır. 3-4-K-ÖC, deneyde geçen yağ damlalarının felsefi bir yıldız olduğuna yeniden vurgu yapmıştır. İlgili alıntı aşağıdaki gibidir:

3-4-K-ÖC: “Yağ damlacıkları, deneyle birlikte, hiç bilgi kısmına girmedim. Elektronun yükünü temin etmesi, Milikan’ın parlayan yıldızı dendi. Felsefi açıdan bağladım.”

3-4-K-ÖD, öğretmen adayı yağ damlacıklarının elektron olduğu görüşünde ısrar etmiştir.

3-4-K-ÖD: “Parlayan yıldızlar deyince, geceleri görünür. Teleskop yardımıyla gündüz göremeyiz, gece görebiliyoruz. Yağ damlacıklarını elektron olarak kabul ettim.”

3.1.4.12.3. On İkinci Sorunun Sonuçları

1. Milikan Deneyi’nde kullanılan küçücük bir metafor o kadar etkilidir ki, metaforun düşündürdüğü, deneyin tamamının doğru anlaşılmasına engel olmuştur.
2. Bu deney için belirlenen birçok kavram yanılgısının örneklem grubundaki izlerini, öğretmen adayları bu metafor ile bağdaştırmışlardır.
3. Deneylerde, sıklıkla metafor kullanılır. Bu deneyin daha iyi anlaşılmasına bazen de deneyin yapısının somutlaştırılmasında işe koşulur ancak bazı durumlarda, öğretmen adaylarının da yansıttığı gibi bu durum “karmakarışık” zihinsel bir örüntüye dönüşür. Bilimsel deneylerde, eğer metafor kullanılacaksa, ortaya çıkacak bu engellerde, kullanılan metafor açıkça ifade edilmeli, nesillere bu şekilde aktarılmalıdır. Tıpkı kılavuz gibi, bilimsel deneylerde kalıplaşmış metaforları açıklayıcı bilgiler olmalıdır.

3.1.4.13. On Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

13. Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.

Gauss Yasası'nı öğrenmeden önce, akı kavramını iyi bilmek gerekmektedir. Elektriksel akı ile “akmak” sözcüğü arasında sizce bir bağlantı var mıdır? Açıklayınız.

Elektrik akısını görsel olarak betimleyen öğrencilere bu soru yöneltilerek, elektrik akısı metaforunun dilsel, literal yönünün, öğrencilerin algıları üzerindeki etkisi araştırılmak istenmektedir.

Elektrik akısı metaforu literatürde, (fluid) akışkan metaforundan, türetilmiştir. Bu metaforun kökeni, 18. yy. ortalarına kadar dayanmaktadır ve tüm elektrik kavramlarına dağılmıştır. Elektriksel olayların tanımına uygulanan dil, tam bir döngüden geçerek önce gerçek anlamındaki belirsizlik ile kullanımdan kalkmış daha sonra yeniden kullanılmaya başlanmıştır.

Pulaczewska (1999), bu elektrik kavramını saran “akışkan” metaforunun kökenlerini ve ne anlama geldiğini irdelemiştir.

“Newton 1836 yılında bu akışkan kavramını, “parçacıkların rahatça kayabildikleri” anlamında kullanmıştır (Pulaczewska, 1999, s.186).

Coulomb ise, parçacıkları, negatif ve pozitif olarak ayırdıktan sonra, bu parçacıkların akışkanlık üzerindeki etkilerini açıklamıştır. Gehler'im “wie ist elektrische materie beschaffen?” Elektriksel madde nasıl oluşur? (1827) sorusu günümüze kadar tartışılan konulardan biri olmuştur” diye ifade etmektedir. Faraday'ın ifadelerine de yer vererek şunları eklemiştir (Pulaczewska, 1999, s.191):

...iki akışkan mı, yoksa bir tane mi akışkan var...yoksa herhangi bir elektrik akımı mı, yoksa doğru olarak adlandırılacak bir şey mi? Hala "statik" "dinamik" ve "akım" kelimelerinin genellikle ifade etmek için kullanıldığı, elektriksel koşullar ve etkiler vardır, kendileri olduğu kadar kendilerini de ifade ederler....

18. yy. dan günümüze kadar devam eden bu kavramlar, “akı”, “akım”, “elektrik akımı” “elektrik devresi”, “manyetik akı” “elektrik akısı” ... gibi kavramlardır. Günümüze baktığımızda, bu kavramların ilk kullanıldığı gerçek anlamı olan “akışkan” anlamını yitirerek, Faraday'ın ifade ettiği gibi, her kavram kendisini ifade eder, temsil eder durumuna zamanla gelmiştir.

3.1.4.13.1. On Üçüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

Öğretmen adayları, I öğretmen adayı hariç, %90 oranında, akmak sözcüğü ile akı arasında bir bağ kuramadıklarını ifade etmektedir, mülakatta da adayların tamamı bir ilişki kuramadıklarını açıkça ve net olarak ifade etmişlerdir:

A: “Bence yoktur. Akı= akımdan ileri geldiğini düşünüyorum. Ama akımın adının akmaktan dolayı öyle söylenildiyse bağlantı vardır demektir. Çünkü eskiden elektrik yüklerinin aktığı düşünülüyordu.”

B: “Elektiriksel akı: elektrik alanının akısı yani elektrik akısı bir yüzeyden geçen elektrik alan çizgileri ile doğru orantılı ise akmak sözcüğüyle arasında yüzeyden geçen ya da yüzeyden akan elektronlar olarak bağlantı kurabilirim.”

C: “Akı elektiriksel alan çizgilerinin sayısı ile orantılı idi. Yani elektrik alanın büyüklüğüyle bağlantılıdır. Ayrıca, elektiriksel alanın yönü negatif yüklerin “akış” yönündedir. Bunları düşünecek olursak, elektrik alanın büyük olduğu yerde, daha fazla yük “akar” ve akı daha büyüktür.”

D: “Bir hortum düşünelim. Hortumun ucu bir musluğa bağlı olsun. Musluk sayesinde suyu az veya çok akıtırsak hortumdan geçen su miktarı değişir. Su miktarı yükler olsun.”

E: “Musluğa bağlı hortumu düşünürsek, suyu ne kadar çok açarsak hortumun ucundan o kadar fazla su akar. Elektrik akı da böyle bir şeydir. Bu Gauss yüzeyinden ne kadar çok elektrik alan çizgisi geçerse o kadar çok akı oluşur.”

F: “Elektiriksel akı= Bir elektiriksel alandaki elektiriksel alan çizgi sayısıdır. Akmak sözcüğüyle bir bağlantı yoktur.”

G: “Daha önce hiç düşünmemiştim. Ama sanki olabilir de. Şimdi sorulunca şöyle düşündüm elektrik alan çizgilerini dik kesen çizeceğimiz şekle akı dersem sanki pozitiften, negatife akan çizgilerin dik kesiştiği çizgi oluyor. Ama o zaman akmak olmaz sanırım akan suyun nehrin ya da içerisinde bir levha koymak gibi suyun akışına dik olacak şekilde bir cisim düşündüm.”

H: “Bu “akmak” sözcüğü bana doğru gelmiyor. Evet, elektronlar, parçacıklar bir hareket içerisinde ancak onlara akıyor demek bir sıvıymış gibi düşünmek çok da doğru değil.”

I: “Bir kaynak var. Kaynaktan geçen “sıvı” gibi maddelerin hareketi “akışkan” hareketi

J: “Elektiriksel akı, birim yüzeyden geçen elektrik alan çizgi sayısıdır. Akmak sözcüğüyle benzetilmek istenirse bir çember içinden akıtılan suya benzetilebilir. Çemberden geçen suyun az ya da çok olması akının az ya da çok olmasına benzetebiliriz.”

3.1.4.13.2. On Üçüncü Soruya ait Mülakat Analizleri

Fizik eğitiminde, akışkan metaforundan çıkılarak hidrolik analojisi kurulmuştur. Burada akan su, elektrik akımını temsil etmekte, direnç, pil gibi kavramlar yine hidrolik sistem analojisinde vücut bulmaktadır.

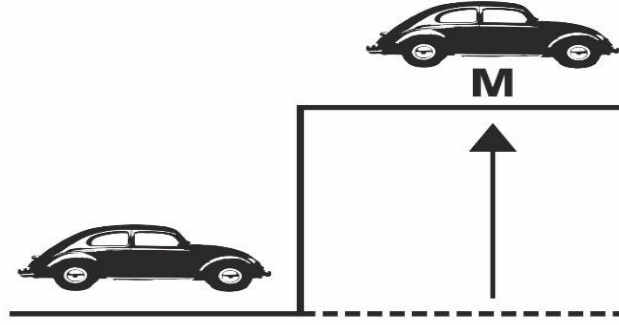
Bu analogi ile yapılan araştırmalar, öğrencilerin daha iyi kavradıkları yönünde sonuçlanmıştır. Fizik eğitimi alanyazını incelediğimizde, bu metaforların olumlu olumsuz etkilerini görmek zor değildir.

3.1.4.13.3. On Üçüncü Sorunun Sonuçları

1. Bu soruda, akışkan metaforunun etkileri, kökeni ve fizik eğitimindeki yansımalarına yer verilmiştir. Örneklem grubumuzda, “akı”, “elektrik akımı”, “yüklerin taşınması”, gibi kavramlar üzerine tartışma yapıldığında, akmak anlamıyla değil, kendine has tanımıyla açıklamalar yapılmıştır. Bulunan eksik ve yanlış bilgiler, öznelidir.
2. Fizik eğitiminde ve elektrik konusunun tamamına yakın bölümlerinde bulunan bu metaforun linguistik temelleri incelendiğinde, “kavram yanılgılarına sebep olan” bir yapısı bulunmaktadır. Örneklerle ifade edilmiştir.
3. Öğretmen adayları mülakatta, kesinlikle akmak ve akı arasında bir bağ kuramadıklarını ifade etmişlerdir. Elektrik akısı kavramının açıklanması. Elektrik akısının akışkan bir yapıya sahip olup olmadığının irdelenmiştir ve tartışma ortamında kesinlikle bir bağdaşıklık kurmadıklarını ifade etmişlerdir.

3.1.4.14. On Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Karşılaştırılması

14.Soru aşağıda verildiği gibidir. Soruya cevap veren öğrencilerin cevapları alıntılanmıştır.



Şekil 48. On dördüncü soruya ait görsel öge.

Bir araba, asansörle M noktasına taşınıyor. Bu olay, elektrik konusunda size hangi olayı çağrıştırıyor?

Bu analogik gösterim ile, Emk kaynağı konusundaki analogik metaforlara ulaşmak istenmektedir.

“Elektromotor kuvvet (emk) denilen bir enerji kaynağı kullanılmak suretiyle kapalı bir devrede sabit bir akım kurulabilir. Emk kaynağı, devrede dolaşan yüklerin potansiyel enerjisini artıracabilecek olan (batarya veya benzeri) herhangi bir aygıttır. Emk kaynağı bir yük pompası gibidir. İki nokta arasında bir elektriksel potansiyel farkı oluştuğunda, kaynağın yükleri düşük potansiyelden yüksek potansiyele” tepeye doğru” hareket ettirir (Serway ve Beichner, 2011, s.869)”. Soruda, analogik bir modelden türetilmiş bir metafora yer verilmiştir.

3.1.4.14.1. On Dördüncü Soruya Verilen Cevapların Analizi

E, atomun yörüngeleri arasındaki geçişi anımsattığını ifade etmiş, H ise, band teorisinden bahsetmiştir. Soruda %60, net bir şekilde emk kaynağından değil, bir elektriksel potansiyel enerji ekseninde ifadeler bulunmuştur. A, C, D, F, G, H Emk kaynağının devrede dolaşan yüklerin potansiyel enerjisini arttırabilecek bir aygıt olmasını ifade etmişler, İki nokta arasında bir elektriksel potansiyel farkı oluştuğunda, kaynağın yükleri düşük potansiyelden yüksek potansiyele” tepeye doğru” hareket ettirmesinden bahsetmişlerdir. Bu çağrışım oranı %60’dır.

Aşağıda, öğretmen adaylarından alınan alıntılara yer verilmiştir.

A: “Bu olay bana potansiyel enerjiyi hatırlatıyor. Arabanın ilk konumuna A, ikinci konumuna B dersek ve arabayı bir elektrik alan içerisinde düşünürsek. Araba da yük olacak. Bir yükü düzgün bir elektrik alan içerisinde kinetik enerjisinde bir değişim olmadan A noktasından B noktasına götürmek için gereken enerji diyebilirim.”

B: Yanıtlamamıştır.

C: “Düşük potansiyelden yüksek potansiyele doğru hareket ettirildi araba. Tıpkı elektrik alan içerisinde negatif yük gibi.”

D: “Yük hareketidir. Eğer bir yükü elektrik alan içine koyduğumuzda yük hareket eder ve farklı konumda olur.”

E: “Atomun yörüngeler arasındaki elektron geçişlerini çağrıştırıyor.”

F: “Bu sistem bir elektrik alan içerisinde dirler. I. araba negatif yüklü plaka arabanın bir hızı var ve yukarıya doğru sapar.”

G: “Parçacıklarda elektrik alan etkisiyle hareket eder ve gideceği yere varır. Arabayı parçacık olarak düşündüm. İki levha arasında hareket ediyor. Gideceği max. Yer sabittir. Asansörde de arabanın çıkabileceği yükseklik sabittir. Asansör kaç kata ayarlandıysa yalnızca o kadar yükselebilir. İki levha arası da ayarlanıp sabitlendiğinde artık parçacık o mesafeyi aşamaz. Her ikisi de max gideceği yer belirlenmiş mesafe arasında hareket eder durur.”

H: “Bu olay elektronların valans bandından iletim bandına taşınmasını çağrıştırdı. Araba taşındıktan sonra bir boşluk bırakacak tıpkı elektronların iletim bandına çıktıktan sonra bıraktıkları boşluklar gibi. Bu resim bana bunu çağrıştırdı.”

I: “Yük alışverişi. “+” ve “-” olmak, aşağı ve yukarı olmak.”

J: Yanıtlamamıştır.

3.1.4.14.2. On Dördüncü Soruya ait Mülakat Analizleri

Mülakatta, öğretmen adaylarından alınan bilgiler doğrultusunda, belirli zaman düşündükten sonra emk kaynağını, soruda verilen “asansör” kavramının verdiği ipucu ile ulaştıkları gözlenmiştir. Bu asansör kavramı hakkında grupta bir tartışma gerçekleşmiştir.

3-4-K-ÖB: “Asansörün, x ve y konumu, belli bir konumu, iki duvar arasında gidip gelme olayını iki levhaya benzettim. Asansörde de bir alan var. O alanda gidip geliyor diye

düşündüm. EMK kaynağı, yükü hareket ettiriyor. İki nokta arasında potansiyel farkı olduğunda hareket ediyor.

Öğretmen adayları, düşündükçe yaklaşıyorum; sanki keşfediyorum gibi açıklamalarda da bulunmuşlardır. Aşağıda bu konudaki alıntıya yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının mülakat sonuçları, yazılı sonuçları ile paralellik göstermektedir.

3-4-K-ÖA: Asansörle taşınması olayı....Otopark, elektrik alanı olarak düşündüm. Potansiyel enerjiyi hatırlattı bana. Potansiyel fark. Pompa etkisi göstermesi.

3.1.4.14.3. On Dördüncü Sorunun Sonuçları

1. Soruda analogik bir metafora yer verilmiş, öğretmen adayları üzerindeki çağrı alanı incelenmiştir. Verilen somut bir örnekten şüphesiz soyut kavramlara yönelik akıl yürütmeler incelenmek istenmiş, bu oran %60 düzeyinde gerçekleşmiştir.
2. Analogik metaforlarda somutluk kavramı diğer metaforlara nazaran daha fazla bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının kendi tabiriyle “düşündükçe” “keşfettikçe” öğrencilerin zihinsel haritalarına ulaşmak daha kolaylaşmaktadır ve analogik metaforların rolü, bu anlamda oldukça önem taşımaktadır.
3. Analogik metaforların, “keşfetmeye” dayalı didaktik yapısı gözlenmiştir.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırma ile metaforik düşüncenin doğasına ve onun dil ile ilişkisine yer verilmiştir. Metaforların ne olduğunu veya orijinini araştıran çalışmalar, şüphesiz insanın evreni anlamlandırma çabası ile iç içedir. Bu arayış, bilimin doğasında gizlidir. Bu anlamda, metaforları araştıran birçok akım, felsefi, linguistik, psikolojik ve pedagojik görüşler vardır. Bu araştırma ile metaforların doğası fizik eğitimi çerçevesinde, geniş bir yelpazede incelenmek istenmiştir. Basitçe söylemek gerekirse, metafor, iki farklı şeyin örtük bir benzeşmesidir. Araştırmanın ilk bölümünde metaforların tanımına ve kökenine Aristoteles (MÖ 384-322)’in çalışmalarından günümüze kadar yer vermeye çalışılmıştır. Bununla birlikte metaforların teorik çerçevesi farklı disiplinlerden sunulmak istenmiştir. Böylece birçok tanım ve görüşe ulaşılmıştır.

Metaforların tanımına ve işlevine göre yapılan çalışmaların farklı olduğu ve metafor tanımlarının da birbirinden farklı olduğu, bununla birlikte metafor sınıflandırılmalarının da farklı ve karmaşık olduğu gözlenmiştir. Dilimizde, “açık-istiare”, “kapalı-istiare” gibi yaptığımız sınıflamaların batı kaynaklarında “ontolojik metafor”, “yönelim metaforu”, “konvansiyel metaforu”, “kavramsal metafor” gibi farklı adlandırmalar ile karşılandığı gözlenmiştir. Daha önce ülkemizde yer alan metafor sınıflandırması genişletilerek, SIL (2018)’den yola çıkılarak daha geniş bir metafor sınıflaması (Şekil 1) yapılmış ve literatüre kazandırılmak istenmiştir.

Araştırmada, metafor ve model ilişkisine de yer verilmiştir. Metafor ve model arasındaki benzerlikler ve farklılıklar, farklı çerçevelerden betimlenmiştir. Ülkemizde çok sınırlı olarak bulunan bu çerçeve genişletilmeye çalışılarak literatüre katkı sağlanmak amaçlanmıştır. Fen

bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili iki şema verilerek, metaforların modellerin içindeki yeri ve önemi tespit edilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6).

Çalışmada, ülkemizde analogi ve metaforların birbiri yerine kullanılmasının yerine geçebilmek için geniş çapta tarama yapılmıştır. Hem metaforlar hem de analogiler kelime anlamıyla, birçok dilde benzetmenin karşılığıdır. Sözlük anlamları açısından bu şekilde yakın olan analogiler ve metaforların arasındaki farkı tanımlamak, fizik eğitimi açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda, titiz bir araştırma yürütülmüştür. Bir meta- analiz araştırması ile birlikte, metafor ve analogiler arasındaki farklar ve benzerlikler tespit edilmiş, ülkemizde öncül olabilecek bir ayrım tablolastırılmıştır (Tablo 3). Fizik eğitiminde, metaforlar ve analogiler “*Anlamlı Öğrenme*” açısından etkili öğrenme araçları olarak görülmektedir. Kaynak alan ve hedef alan arasındaki bu süreç oldukça dinamiktir. Analogilerde, bilinen A kavramı ile B kavramı arasındaki benzerlik yönü, “A, B kavramına benzer” olarak tanımlanırken, metaforlarda ise A kavramı B kavramı yerine geçebilmekte, “A kavramı B kavramıdır.” şeklinde ifade edilmektedir. Bu ayrım, analogi ve metafor arasındaki ayrım için oldukça önemli bir ifade olarak tasvir edilmiştir.

Metaforların, öğrencilerin bir kavram hakkında sahip oldukları algıları ortaya çıkarmak gibi eğitsel bir vazife üstlendiği, yine metaforların öğrencilerin kendi kavramsal dünyasına inişte bir merdiven olarak betimlenmekte olduğu ancak analogilerde ise bu yön bulunmadığı da incelenmiştir.

Hem analogiler hem de metaforların, yaratıcı süreçler olduğu gözlenmiştir. İnsan zihni bu yapıları öncelikle bir bütün olarak algılamakta daha sonra ise parçalara bölmektedir. Zihnimizde bulunan bu şemalar arasında bir geçiş söz konusudur. Sonuç olarak birbirlerinin üzerinde bu alanların yapısını eşleyebileceğimiz görüşü ıspatlanmıştır (Şekil 8). Analogiler, metaforlar ve şemalar arasındaki bu geçişler, ülkemiz literatüründe bulunan eksikliği gidermek amacıyla üretilmiş ve sunulmuştur. Bu bakış açısıyla araştırmanın bu bölümü oldukça önem taşımaktadır.

Fizik eğitiminde kullanılan metaforların bazıları sonradan, bir kavramın algılanışını kolaylaştırmak, soyut kavramı somutlaştırmak, bilinmeyen bilinenle açıklamak amacıyla olduğu, genellikle analogik metafor kaynaklı olduğu ve coğrafi veya fiziksel özellikler taşıdığı tespit edilmiştir.

Brookes (2006), fizikte metafor, mecazi sistemler, ontoloji ve dilbilgisi açısından ortak bir görüş alanı yaratarak, fizikçilerin konuşma ve yazma dilinin altında yatan metaforların, öğrenci öğrenmesi ve fizik anlayışını etkileyebileceğini göstermiştir. Bu araştırma sonucunda Brookes

(2006), 'a paralel sonuçlar elde edilmiştir. Metaforların, fizik algısında bazı etkili süreçlere sahip olduğu gözlenmiştir.

Elektrik konusunun çoğunun, analogi ve metaforlar bütününden oluştuğu gözlenmiştir. Maxwell döneminden beri, fizik diline yerleşmiş bazı metaforlar bulunmaktadır. Bunlar, *alan (fields)* ve *çizgi (line)* metaforlarından türemiş, “*elektrik alanı*”, “*manyetik alan*”, “*elektrik alan çizgileri*”, “*manyetik alan çizgileri*” gibi kavramlardır. Bu kavramlar üzerine yapılan kavram yanlışlığı araştırmalarında, öğrencilerin zihinlerinde bazı durumlarda, gerçeklik algısından sapmalar ve yanlışlar gözlenmektedir ve ülkemizdeki çalışmalarda oldukça vurgulu olarak ifade edilir. Bütün bunları, bir dil oyunu olarak gördüğümüz zaman, bu kavram yanlışlığının kökeninin -önce teoriyi açıklamak için kullanılan sonradan nesnelliğini kaybeden – bu metaforlara dayandığını araştırmada incelenmiştir.

Elektrik konusunda bir başka metafor ailesi akışkan (*fluid*) metaforlarından türetilmiştir. Bu metaforun kökeni, 18. yy. ortalarına kadar dayanmaktadır ve tüm elektrik kavramlarına dağılmıştır. Elektriksel olayların tanımına uygulanan dil, tam bir döngüden geçerek önce gerçek anlamındaki belirsizlik ile kullanımdan kalkmış daha sonra yeniden kullanılmaya başlanmıştır.

Pulaczewska (1999), bu elektrik kavramını saran “akışkan” metaforunun kökenlerini ve ne anlama geldiğini irdelemiştir. Newton 1836 yılında bu akışkan kavramını, “*parçacıkların rahatça kayabildikleri*” anlamında kullanmıştır. Coulomb ise, parçacıkları, negatif ve pozitif olarak ayırdıktan sonra, bu parçacıkların akışkanlık üzerindeki etkilerini açıklamıştır (Pulaczewska, 1999, s. 186). 18. yy. dan günümüze kadar devam eden bu kavramlar, “*akı*”, “*akım*”, “*elektrik akımı*” “*elektrik devresi*”, “*manyetik akı*” “*elektrik akısı*” ... gibi kavramlardır. Bu araştırma ile yerleşik metaforlar tekrar literatüre benzer şekilde gözlenmiştir.

“Metafor kullanımı elektrik konusunda doğru mudur? Böylesine tehlikeli kavramlar hala neden vardır?” gibi sorulara kendi örneklemimizde cevaplar aranmıştır. Bu metaforik kavramların birçoğu kendiliğinden, bilimin doğuşuyla birlikte meydana geldiği, zamanla bilimsel bilginin aktarılması için bir dile, soyut düşüncüyü somutlaştırabilmek için de bir alana ihtiyaç doğduğu, bu bağlamda metaforların, vazgeçilmez bir unsur olduğu gözlenmiştir. Örneğin, “*alan çizgileri*”, ilk kurulduğu andan beri, tüm dünyayı sarmış ve yüzyıllar sonra da günümüze kadar gelmiştir. Metaforlar kalıcı yapılardır ve nesilden nesillere aktarılır. Metaforların bu kalıcı özelliği de araştırmada gözlenmiştir.

Elektrik konusunda bulunan metaforlar geniş çaplı olarak araştırılarak bir havuz elde edilmiş (Tablo 7) ve ülkemiz literatürü açısından oldukça önemli elektrik metaforları sunulmuştur.

Ülkemizde yapılan metafor araştırmaları, genellikle nitel araştırmalar olarak incelenmiş, bazı durumlarda ise nicel araştırma tekniklerinden faydalanılarak gerçekleşmiştir. Metaforlar genellikle bir lme aracı olarak kullanılmış, metafor analizi tekniği ile çoklu örneklem alınarak bir sınıflama yapılma yoluna gidilmiştir. Metaforlar ile birlikte incelenmesi gereken konuların, kültür, analogiler ve dil olduğu da ortaya çıkmıştır. Yapılan bu araştırmalar metafor ve benzetme arasında güçlü bir bağ kurulduğunu da ortaya çıkaracak şekilde gerçekleştiği gözlenmiştir.

Ülkemizde yapılan araştırmalarda metafor üzerine teorik çalışmalara yeterince yer verilmediği, metaforların bir lme aracı olarak kullanıldığı ve metafor çalışmalarının çoğunun metafor analizi olarak algılandığı gibi bir durum ortaya çıkmıştır. Bu anlamda bu çalışma, ülkemizdeki çalışmalara ek olarak, elektrik konusunda bulunan bazı metaforları ülkemize teorik olarak kazandırmayı hedefleyen, yalnızca elektrik konusunda değil fizik eğitiminde kullanılan diğer bazı metaforlar hakkında teorik ereve sunmayı amaçlayan, metaforlar ile bir algı envanterinin de kurulabileceğini ifade eden, aynı zamanda fizik eğitiminde kullanılan metaforların metafor yapılanmasına ve geliştirilmiş metafor sınıflamasına ışık tutmaya çalışan yönüyle de ülkemizdeki yapılan araştırmalardan oldukça farklı bir yön çizmiştir.

Bu araştırmada görsel ögeler kullanılması ile birlikte aynı zamanda metaforlar ile oluşturabilecek lme araçlarına dikkat çekilmek istenmiştir. Metaforların, dil ve anlam belirsizliği, sınıflaması ve kültürle ilişkisine de yer verilmiştir. Bu anlamda bu araştırma ile, ülkemizdeki çalışmalardan farklı olarak, bireylerin zihinlerindeki algılar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Fizik Eğitimi araştırmalarında metaforlar oldukça sınırlı olarak incelenmiştir. Bu bağlamda bu araştırma, kapsam olarak diğer metafor araştırmalardan oldukça geniş olarak gerçekleşmiştir. Fizik Eğitimi alanındaki metafor araştırmalarında, elektrik konusundaki metaforların teorik çerçevesini sunan bir araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma elektrik konusundaki metaforları inceleyen ve teorik çerçevesini sunmayı öncül olarak hedefleyen bir araştırmadır.

Uluslararası literatür incelendiğinde, fizik ve metaforlar arasında sıkı bir bağ bulunduğu ve inceleme alanının ülkemize göre çok daha geniş kapsamlı olduğu grlmştir. Bu araştırmalarda, elektrik konusunu araştıran metafor çalışmaları ise oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda araştırma ile uluslararası literatür açısından da öncül olmak hedeflenmiştir. Fizik eğitiminde yapılan metafor çalışmaları, öğrenme zorluğu ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı yapılar olarak metaforları tanımlamaktadır. Böylece, metaforların ikili doğasına da değinilmiştir. Bu

araştırma ile, uluslararası düzeyde gerçekleşen çalışmalara benzer çalışmalar yapılarak, paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Uzman görüşleri ile birlikte bir metafor envanteri geliştirilmiştir. Bu envanter, daha sonraki araştırmalara kaynaklık edebilecek seviyede elektrik konusundaki metaforları güçlü şekilde yansıtacak düzeyde olduğu gözlenmiştir.

Araştırmada, fizikte kullanılan dilin üzerinde yapılan araştırmaların, bilimsel bilginin orijinine, o döneme, o bilim insanına kadar uzandığı gözlenmiştir. Aslında denilen, demek istenen midir? Bu soruda olduğu gibi denilen ve demek istenen arasındaki bağ, kişiden kişiye farklılık göstermiştir. Bu alan metaforik olarak betimlenmiştir.

Yalıtkan metaforu ile yapılan incelemede, metaforun her öğrencide farklı bağdaşım kurduğu gözlenmiştir. Bu metaforun kendi doğasındaki anlam çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Öğretmen adayları bu metaforu açıklarken yeniden bir metafora başvurmaktadır. Araştırmada, metaforların öğretmen adaylarının hayal dünyalarının kapısını açtığını, düşünmeye zorladıkları ve yeni bir metaforik dünyanın kapısını zorladığı betimlenmiştir.

Volkman ve Anderson (1998), öğretmen adaylarının eğitiminde, metafor geliştirmenin, kavramları akılda tutma, karmaşıklıktan çıkma ve belirsizliği açıklığa kavuşturmadaki rolünün üstünlüğünü savunmaktadır. Bu sonuç, araştırmanın 1.2 ve 3. sorularda apaçık gözlenmiştir. Elde edilen bulgular, Volkman ve Anderson (1998) ile paraleldir.

Ritchie, Bellocchi, Poltl ve Wearmouth (2006), metaforların “storytelling” hikâye anlatımı olarak, öğretmen eğitiminde kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Çünkü kavramların yansıtılması bu şekilde çok daha anlamlıdır. Öğretmen adaylarına metafor oluşturmaları öğretilerek, fizik eğitimindeki kavramların öğrencilere kavratılması esnasında hikâye kullanması sağlanmalıdır. Araştırmada karadelik metaforu kurularak, fizik derslerinde metaforların hikâye anlatımı olarak kullanılabileceği vurgusu da yapılmıştır. Fizik derslerinin anlatımında, özellikle modern fizik konusunda bu metaforik hikayelerin kullanılabileceği konusunda araştırma yapılmış ve sonuçlar, Ritchie, Bellocchi, Poltl ve Wearmouth (2006) ile paralel olarak gerçekleşmiştir.

Yarıiletken ile ilgili kurulan metaforda “kavramsal metaforlar analogileri kodlar. Metaforlar, tamamen detaylandırılmış analogiden daha derin ve daha karmaşık bir bilgi parçasını kodlar” (Brookes ve Etkina, 2007)” bakış açısıyla paralel bulunmuştur. A, F, G, H ve J öğretmen adaylarında bu durum apaçık gözlenmiştir.

Araştırmada, Alan (“*fields*”) metaforundan çizgi (“*line*”) metaforlarına geçiş gözlenmiştir. Faraday’ın bu metaforları oluştururken izlediği yol da alan (fields) metaforlarından, çizgi (line) metaforlarını üretmek olmuştur (Hoffman, 1980). Bu durum, mülakatta doğrudan gözlenmiştir. Bu; araştırma için de oldukça önem taşımaktadır. *Kayakçının karda oluşturduğu ayak izlerinin*, “elektrik alan çizgileri” veya kayakçının “yörüngesi” olabilir mi tartışması araştırma açısından oldukça önem taşımaktadır.

Metaforun imgeleme gücü öğretmen adaylarında gözlenmiştir. Öğretmen adayları, bu soruda görsel bir imgenin birçok kavramı daha iyi anladıklarına aracı olduğunu da ifade etmişler ve mülakata ara verilip, yeniden öğrendikleri konuyu tekrar okumak istediklerini vurgulamışlardır. Metaforların öğretmen adaylarında “merak” duygusunu geliştirdiği gözlenmiştir.

4. soruda, ülkemizdeki metafor çalışmalarına benzer bir çalışma yürütülmüştür. Öğretmen adaylarına 9 temel kavram sunularak kendi metaforik algılarına ulaşılma istenmiştir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforik algıların yaklaşık olarak %52,2 oranında nesneye ait özellikler çağrıştırdığı, %23,3 oranında kişiye ait özellikleri çağrıştırdığı, %20 oranında ise soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırdığı bulunmuştur. Bu sonuç, Brookes (2006)’ın araştırmasına paralel olarak metaforların soyut kavramlar ile somut kavramlar arasında bir köprü vazifesi kurduğunu destekler şekilde elde edilmiştir. 9 temel kavrama ait veriler, çeşitlik göstermiştir. Bu metaforların, kendi çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Bir metaforda bazen gerçek anlamdan fazlası bazen de daha azı barınır (Lakoff ve Johnson, 2005). Öğretmen adaylarının soyut kavramları açıklarken, somut kavramları çağrıştırdığı görülmektedir. Bu görüntü, fizik derslerinde soyut kavramları anlatılırken, öğrencilerin kavram yanılgısına düşmemesi için kavramların günlük hayattan örneklerle desteklenmesi gerçeğini tekrar bize hatırlatmıştır.

Araştırmada, 6. Soruda, öğretmen adaylarına bir metafor sunulmuştur. Öğretmen adayları, %50 oranında, bu metaforda, matematiksel modelden faydalanmışlardır. Bu durum, A, B, F, G, H öğretmen adaylarında açıkça gözlenmiştir. Böylece, bir metafordan modele geçiş var mıdır? Bir metafor model midir? sorularına da açıklık getirmiştir. 6. soruda açıkça metaforlardan, matematiksel modellere doğrudan geçiş sağlandığı gözlenmiş ve ıspatlanmıştır. Öğretmen adaylarının bazı metaforlarla ilgili kendi metaforları, yine soyut olmuştur. Metaforlar, soyut kavramlar arasında köprü görevi görmüştür. Yine hedef ve kaynak alan arasında köprü kurulmuş, bu bağ soyut olarak gerçekleşmiştir. Bu araştırma ile, metaforların sadece soyut

kavramları somutlaştırmak için değil, yine soyut kavramları açıklamak için başka soyut bir metafor kullanıldığını ıspatlar şekilde gözlenmiştir.

Dilimizde, “sığaç” olarak da adlandırılan kondansatör ile birçok yanlış bulunmaktadır. Monk (2003) kısaca bunu “rasyonel” olmamaya, şiirsel bir anlatımın gereksizliğine vurgu yaparak anlatmaktadır. Monk (2003), elektrik konusundaki metaforların gereksiz bir belirsizliğe sebep olduğunu ifade etmiş ve “*boğuluyoruz*” diye de bildirisini tamamlamıştır. Monk (2003), yarıiletkenler, transistörler ve bazı devre elemanları ile ilgili araştırmaların yetersiz olduğunu, dilimize yapışan bu metaforların neden yanlış sürüklediği bilinmesine rağmen neden kullanımının devam ettiğini sorgulamaktadır. Araştırmanın 8. Sorusu hakkında yapılan mülakatta, araba ve yük arasında kurulan analogik bağlar, öğrenciler üzerinde algı karmaşası yaptığı gözlenmiştir. Verilen örneklerden her öğretmen adayının %100 oranında, bu metafor ile kondansatörün çalışma prensibini çağrışım yaptıkları görülse de derinlemesine inceleme yapıldığında, kondansatörlerin çalışma prensiplerinde öğrenci zorluklarıyla karşılaşmıştır. Bu sonuçlar, Monk (2003)’un yaptığı çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Araştırmada, aynı zamanda metaforun soyut kavramları somutlaştırmada bir öncü olduğu gözlenmiştir ancak bu çağrışım öğretmen adaylarının ön bilgilerine takıldığından, ortaya farklı eşleştirmeler çıkmıştır. Bazı durumlarda (Soru 5 ve Soru 8), metafora bulunan gerilim ve dilin belirsizliği öğretmen adaylarının zihninde canlanmaya yetmemiştir. Metaforların bazı durumlarda bulunmamasının bulunmasından daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Herrmann vd. (2006), elektrik ve ısı arasında metaforik geçişler olabileceğini ifade etmiştir. Araştırmanın mülakatında bu durum kendi örneklem grubumuzdan da gözlenmiştir. B öğretmen adayında bu durum tekrarlanmıştır. Bu sonuç, Herrmann vd. (2006) ile paralel şekilde gerçekleşmiştir ve bu sonuç araştırma için oldukça önem taşımaktadır.

Araştırmada, öğretmen adaylarının zihinlerindeki “akı” kavramına ulaşmak için görselleme tekniğinden faydalanılmıştır. Son derece az benzeri olan bu soru yapısı ile, öğretmen adaylarının “akı” kavramını, elektrik alan çizgileri ile benzer veya yakın tuttuğu gözlenmiştir. Elektrik alan çizgileri, elektrik akısı gibi kavramlar köken itibari ile çizgi “*line*” metaforuna dayandığı için, öğretmen adaylarının zihinlerinde sürekli birbirine geçişler söz konusu olmuştur. Öğretmen adaylarının çizimleri, belki de akı kavramını nasıl algıladıklarını anlamaya yarayan en etkili araçlardan biri olarak gözlenmiştir. Bu alanda, daha çok araştırmalar yapılabilmesi için önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Araştırmada, Milikan'ın 1923 yılında Nobel ödölüne layık görüldüğü deney ile ilgili de araştırma yapılmıştır. Kendi pencereimizdeki örneklem grubu ile alan yazında bulunan önemli bir metafor olan “parlayan yıldızlar” ile ne demek istenildiğini araştırılmıştır. Bu deneyde ortaya çıkan “parlayan yıldızlar” metaforu, nesilden nesile aktarılmıştır. Deneyin sonuçlarında yapılan değişiklikler veya farklı bakış açıları incelense de parlayan yıldızlar kavramı kendini korumuştur. Sonuç olarak, Milikan Deneyi'nde kullanılan küçük bir metaforun düşündürdüğü, deneyin tamamının doğru anlaşılmasına engel olunduğu gözlenmiştir. Bu deney için belirlenen birçok kavram yanılgısının örneklem grubundaki izlerini, öğretmen adayları bu metafor ile bağdaştırmışlardır.

Araştırmada, metafor algılarının öğretmen adaylarının ön bilgileri ile de yakından ilgili olduğu gözlenmiştir. Bu bilgi, metaforların bilişsel süreçlerle yakından ilişkili olduğu gerçeğini doğrulamaktadır. Metaforların güçlü ölçme araçları olduğu kendi çerçevemizden gözlendiği tekrarlanmıştır. Bu sonuç ülkemizdeki metafor çalışmaları ile benzerlik göstermiştir. Metaforlar soyut kavramları somutlaştırmada önemli öğeler olduğu ancak sadece soyut ve somut kavramlar arasında değil, soyut-soyut alanda da önemli bir yeri olduğu açıkça gözlenmiştir. Bazı durumlarda metafor kullanımının belirsizliğe sebep olarak anlaşılması zor bir kavrama dönüştüğü de araştırma kapsamında gözlenmiştir.

Araştırmanın dördüncü sorusu, *Erciyes Journal of Education* dergisinin 2018 Haziran ayında makale olarak yayımlanmış, literatüre katkı sunmuştur (Erciyes Journal Of Education (Eje) 2018, Vol 2, No. 1, 64-90 <http://Dergipark.Gov.tr/eje>).

4.1. Alt Problemler Bazında Sonuçlar

4.1.1. Elektrik Konusunda Öğretmen Adaylarının Metaforik Algıları

Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplar, yaratıcılık süreçleri, analogik ifadeler kullanma, metaforik ifadeler kullanma, matematiksel modeller oluşturma, soyut kavramlardan somut kavramlara ulaşma, somut kavramlardan soyut kavramlara ulaşma gibi özellikler, sorudan soruya, öğrenciden öğrenciye değişiklik arz etmiştir. Bunun sebebi metaforların bireylerin bilişsel alanına ve ön bilgilerine farklı etkilemesi ve bireysel farklılıklarını ortaya çıkarması kabul edilebilir. Araştırmanın 4.sorudan elde edilen veriler metaforların bu özelliğini ispatlar niteliktedir.

Metaforun güçlü imgeleme araçları olduğu öğretmen adaylarında gözlenmiştir. Öğretmen adayları, görsel bir imgenin birçok kavramı daha iyi anladıklarına aracı olduğunu da ifade etmişler ve mülakata ara verilip, yeniden öğrendikleri konuyu tekrar okumak istediklerini vurgulamışlardır. Bu metafor öğretmen adaylarında “merak” duygusunu geliştirmiştir. 3. soru bu durumu ispatlar niteliktedir. Bu sonucu destekleyen diğer sorular; 1., 5., 6., 7., 8., 9., 10. ve 12. sorulardır. Öğretmen adayları, %50 oranında, bir metaforu açıklarken, matematiksel modelden faydalanmışlardır. Bu durum araştırma için oldukça önem taşımaktadır, çünkü bir metafordan modele geçiş var mıdır? sorusuna da açıklık getirilmiştir. Araştırmada metaforlardan, matematiksel modellere doğrudan geçiş sağlanmaktadır. Bu sonuç 6. Soruda açıkça gözlenmiştir.

Elektrik konusunda öğretmen adaylarının kendi metaforik algıları, metafordan metafora, kişiden kişiye farklılık göstermiştir. Bunun sebebi metaforların öznel yapısı ve çift anlam taşınması sonucuna ulaşılmıştır. Bu araştırmada, özellikle elektrik konusundaki metaforlara değinilmiştir. 1. soruda: “Yalıtkandaki bir elektron, ağaca bağlı koruyucu bir köpektir” metaforunda öğretmen adaylarının, soyut kavramların somutlaştırılmasında metaforların oldukça etkili bir öğrenme aracı olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar; Ağa 2017; Brookes, 2006, Brookes ve Etkina 2007, 2009; Hoffman, 1980; Kurt 2010; Lancor; 2012; Pulaczewska 1999; tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzer özellikler göstermektedir.

Öğretmen adayları metaforu açıklarken, kendince kurduğu ifadelerini açığa vururken, yeniden bir metafora başvurumaktadırlar. Arada geçen diyaloglar ve görüşler sonucunda, metaforların öğretmen adaylarının hayal dünyalarının kapısını açtığını, düşünmeye zorladıkları ve yeni bir

metaforik dünyanın kapısını zorladığı betimlenmiştir. Mülakatlar bu anlamda belirleyici rol oynamıştır. Bu özellikler 1. 2. ve 3. soruda açıkça gözlenmiştir. Metaforların yaratıcı süreçleri işe koyma durumu soruların tamamında gözlenmiştir. Bu sonuçlar Brookes (2006) ile paraleldir.

Dördüncü soruda, öğretmen adaylarına elektrik konusunda bulunan 9 temel kavram sunularak, kendi metaforlarının oluşma süreci irdelenmiştir. Bu kavramlar, “elektron”, “proton”, “elektrik alanı”, “yük”, “iletken”, “yalıtkan”, “yarı iletken”, “akı” ve “kondansatör” kavramlarıdır. Öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforik algıların yaklaşık olarak %52,2 oranında nesneye ait özellikler çağrıştırdığı, %23,3 oranında kişiye ait özellikleri çağrıştırdığı, %20 oranında ise soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırdığı bulunmuştur. Elektrik konusundaki kavramlara ait, kendi metaforlarının yarısından çoğunun nesneye ait özellikler taşıdığı elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, Brookes (2006)’in araştırmasına paralel olarak metaforların soyut kavramlar ile somut kavramlar arasında bir köprü vazifesi kurduğunu destekler şekilde elde edilmiştir. Yine bu oran fizikte soyut kavramları anlatırken somutlaştırmanın önemini ve anlamlı öğrenmenin sağlanması gerektiğini tekrar vurgulamıştır. Bu anlamda, elektrik konusunda bulunan temel kavramların öğrenci zihinlerinde olduğu metaforlar, genel anlamda Ontolojik metaforlar sınıfında yer aldığı bazı durumlarda ise (madde) substance metaforlarına ulaşıldığı gözlenmiştir. Bu sonuç soruların tamamında gözlenmiştir.

Analojik metaforlarda somutluk kavramı diğer metaforlara nazaran daha fazla bulunmuştur. Öğretmen adaylarının kendi tabiriyle “düşündükçe” “keşfettikçe” öğrencilerin zihinsel haritalarına ulaşmak daha kolaylaşmaktadır ve analojik metaforların rolü, bu anlamda oldukça önem taşımaktadır. Analojik metaforların, “keşfetmeye” dayalı didaktik yapısı gözlenmiştir. Bu sonuç 14.soruda %60 oranında gözlenmiş ve bu durumu ispatlamıştır.

4.1.2. Elektrik Konusunda Fizikte Kullanılan Dilin, Öğretmen Adaylarındaki Algıları

9. sorudaki metaforunda bulunan gerilim ve dilin belirsizliği öğretmen adaylarının zihninde canlanmaya yetmemiştir. Harrison ve Treagust (2006), “*Friend or Foe?*” adlı çalışmalarında, fen eğitiminde kullanılan bazı temsillerin ve özellikle analogilerin, dost mu düşman mı olduğunu sorgulamaktadır. Metaforlar da tıpkı analogiler gibi kavramsal sistem kurmayı amaçlayan bir sistemdir, linguistik temelleri vardır. Ancak bazı durumlarda bulunmaması, bulunmasından daha iyi olmaktadır. 9. soru bu soruyu ispatlar niteliktedir. 9. soruda; bir öğretmen adayı, ısı ile ilgili bir alana geçmiştir. Herrmann vd. (2006), elektrik ve ısı arasında metaforik geçişler olabileceğini ifade etmiştir. B kodlu öğretmen adayında bu durum gözlenmiştir. Bu sonuç, literatür ile uyumludur (Herrmann vd., 2006).

13. soruda, akışkan metaforunun etkileri, kökeni ve fizik eğitimindeki yansımalarına yer verilmiştir. Örneklem grubumuzda, “akı”, “elektrik akımı”, “yüklerin taşınması”, gibi kavramlar üzerine tartışma yapıldığında, akmak anlamıyla değil, kendine has tanımıyla açıklamalar yapılmıştır. Bulunan eksik ve yanlış bilgiler, öznel dir. Fizik eğitiminde ve elektrik konusunun tamamına yakın bölümlerinde bulunan bu metaforun linguistik temelleri incelendiğinde, “kavram yanlışlarına sürükleyen” bir yapısı bulunmaktadır. 13. soru bu durumu ispatlamaktadır.

Maxwell döneminden beri, fizik diline yerleşmiş bazı metaforlar bulunmaktadır. Bunlar, alan (fields) ve çizgi (line) metaforlarından türemiş, “elektrik alanı”, “manyetik alan”, “elektrik alan çizgileri”, “manyetik alan çizgileri” gibi kavramlardır. Bu kavramlar üzerine yapılan araştırmalarında, öğrencilerin zihinlerinde bazı durumlarda, gerçeklik algısından sapmalar ve yanlışlar gözlenmektedir ve ülkemizdeki çalışmalarda oldukça vurgulu olarak ifade edilir. Bütün bunları, bir dil oyunu olarak gördüğümüz zaman, bu zorlukların kökeninin -önce teoriyi açıklamak için kullanılan sonradan nesnelliğini kaybeden – bu metaforlara dayandığını görmek çok da zor değildir.

Araştırmada, bir teorinin ortaya çıkışında metaforlarının tartışılmaz bir rolü olduğu ortaya çıkmıştır. Maxwell ve Faraday’da olduğu gibi, bir Alan (“*fields*”) metaforundan çizgi (“*line*”) metaforlarına kendi çalışma grubumuzda geçişler gözlenmiştir. Bu durum elektrik konusunda, nesiller geçmesine rağmen metaforik geçişlerin aslını koruduğuna ve kalıcı izler taşıdığını göstermiştir. Bu sonuç 3. soruda net bir şekilde gözlenmiştir. Aynı zamanda bu sonuç (Pulaczewska 1999) ile paralellik göstermektedir.

4.1.3. Fizikte Kullanılan Dilin, Öğretmen Adaylarının Fizik Konularını Öğrenme Zorluğu Üzerinde Etkisi

8. soruda araba ve yük arasında kurulan analogik bağlar, öğrenciler üzerinde algı karmaşası yapmaktadır. Verilen örneklerden her öğretmen adayının %100 oranında, bu metafor ile kondansatörün çalışma prensibini çağrışım yaptıkları görülse de derinlemesine inceleme yapıldığında, kondansatörlerin çalışma prensiplerinde öğrenci zorluklarıyla karşılaşmaktadırlar. 8. soru, fizikte kullanılan dilin öğretmen adaylarının fizik konularında öğrenme zorluğu üzerindeki etkisini %100 ispatlamıştır. Bu sonuç, Brookes (2006) ile paraleldir.

Elektrik konusunda bir başka metafor ailesi akışkan (fluid) metaforlarından türetilmiştir. Bu metaforun kökeni, 18. yy. ortalarına kadar dayanmaktadır ve tüm elektrik kavramlarına dağılmıştır. Elektriksel olayların tanımına uygulanan dil, tam bir döngüden geçerek önce gerçek anlamındaki belirsizlik ile ölmüş daha sonra yeniden kullanılmaya başlanmıştır. 18. yy. dan günümüze kadar devam eden bu kavramlar, “akı”, “akım”, “elektrik akımı” “elektrik devresi”, “manyetik akı” “elektrik akısı” ... gibi kavramlardır. Günümüze baktığımızda, bu kavramlar, kendine has değerler kazanmıştır. Bu metafor grubunun kendine has özelliği nesnellikten koparak, ilk anlamına döndüğünde yine öğrenciler için kavram yanlışlarının kapısını zorlayacaktır. Bu metaforların fiziği öğrenme zorluğuna ve kavram yanlışına dönüşebilen yapısına, ülkemizdeki kavram yanlışısı çalışmalarında görmek mümkündür Akmak kelimesi, öğrencilerinin zihninde adeta bir sıvının akması gibi bir anlam çağrıştırarak, “yükü tanecikler kondansatör içinde akar”, gibi öğrenme zorluğuna dönüşebilir. Bu sonuç, 7. soruda açıkça gözlenmiştir.

4.2. Öneriler

Metaforlarda bulunan örtük anlam, hedef ve kaynak alan arasındaki kurulan köprüde, boşluk durumunu ortaya çıkarabilir. Bu anlatılmak istenen ve anlaşılan arasında oluşan bir belirsizlik, çoğu zaman da zorluktur. Bu anlamda, fizik öğretmenlerine ve öğretmen adaylarına bu süreçte, oluşan bu boşluğu doğru olarak tamamlamak adına büyük bir vazife düşmektedir. Bu anlamda, sadece elektrik konusunda bu kavramların metafor olduğunu bilmek yeterli değil, fizik eğitiminde karşılaşılan tüm metaforik kavramlar incelenmelidir. Metaforlar elektrik konusunun dışındaki diğer fizik konularında çalışılarak çeşitlendirilebilir.

Bu araştırma ile, elektrik konusundaki metaforlar ile ilgili algı envanteri geliştirilmiştir. Bu envanter, geniş örneklerle de çalışılmaya açıktır. Aynı zamanda envanterde bulunan metaforlar, diğer araştırmalar için de kullanılabilir.

Metaforlar deneylerin daha iyi anlaşılmasına bazen de deneylerin yapısının somutlaştırılmasında kullanılır. Ancak bazı durumlarda, öğretmen adaylarının da yansıttığı gibi bu durum “karmakarışık” zihinsel bir örüntüye dönüşebilmektedir. Bilimsel deneylerde, eğer metafor kullanılacaksa, ortaya çıkacak bu engellerde, kullanılan metafor açıkça ifade edilmeli, öğrenenlere bu şekilde aktarılmalıdır. Tıpkı kılavuz gibi, bilimsel deneylerde kalıplaşmış metaforları açıklayıcı bilgiler olmalıdır. Bu görüşü destekleyen bilgiler Milikan Deneyi sorusunda gözlenmiştir. Diğer deneyler açısından da metaforlar incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Ağa, S., Bolat, T., & Sarı, M. (2017, Ekim). *Lise öğrencilerinin fizik, fizik dersi ve fizik eğitimi kavramına ilişkin ileri sürdükleri metaforlar*. Uluslararası Eğitim Yönetimi Forumu'nda sunulmuş bildiri. TOBB, ETÜ, Ankara.
- Ağa, S. (2017). *Öğretmen adaylarının modern fizikte kullanılan metaforlara ilişkin algılarının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akın, C. (2015). Dede Korkut'ta yer alan atasözlerinde metaforların işleyişi. *Türk Dünyası İncelemeleri Dergisi*, 15(2). 1-5.
- Aubusson, P. J., Harrison, A.G. & Ritchie, S. M. (2006). *Metaphor and analogy in science education*. Netherlands: Springer
- Aubusson, P. J., & Fogwill, S. (2006). Role play as analogical modelling in science. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 93-104). Netherlands: Springer.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267-272.
- Aykutlu, I. (2009). *Elektrik akımı konusunun öğretiminde analogilerin kullanılması ve farklı değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bekiroğlu, F.O. (2004). *Ne kadar başarılı? Klasik ve alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri ve fizikte uygulamalar*. Ankara: Nobel
- Black, M. (1962). *Models and metaphors: Studies in language and philosophy*. Ithaca: Cornell University.

- Bolat, T. (2018). *Ortaöğretim ders kitaplarında kullanılan metaforik kavramların tespiti ve sınıflandırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Brookes, D.T. (2006). *The role of language in learning physics*. Doktora Tezi, The State University in New Jersey, New Brunswick.
- Brookes, D.T & Etkina, E. (2007, Mayıs). Conceptual metaphor and functional grammar to explore how language used in physics affects student learning. *Physcial Review Special Topics- Physics Education Research*, 3(1-16). doi: 10.1103/PhysRevSTPER.3.010105.
- Brookes, D.T & Etkina, E. (2009, Haziran). “Force”, ontology, and language. *Physcial Review Special Topics- Physics Education Research*, 5(1-13). doi:10.1103/PhysRevSTPER.5.010110.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K.E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma teknikleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Carroll, J.M & Mack, R. L. (1999). Metaphor, computing systems and active learning. *Int. J.Human- Computer Studies*, 51, 385-403.
- Carroll, S. M. (2005). *From experience to metaphor by way of imagination*. <https://preposterousuniverse.com/wp-content/uploads/metaphor05.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Coll, R. K. (2006). *The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching*. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 65-77). Netherlands: Springer.
- Çalışkan, N. (2009). Metaforların izinde bir yazarın kavramlar dünyasına giriş: Cemil Meriç’in Bu Ülke’ sinde kitap metaforları. *Dil Araştırmaları*, 4(Bahar), 87-100.
- Çapan, B. E. (2010). Öğretmen adaylarının üstün yetenekli öğrencilere ilişkin metaforik Algıları. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(12), 140-154.
- Çiçek, H. (2003). Kadim üç felsefe problemi bağlamında Mevlâna' nın Mesnevi'sinde metaforik Anlatım. *AÜİFD Cilt XLIV Sayı 1s.* 293-31.
- Coşar, M. (2002). *Nietzsche kavramında yeni bir yol*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı.

- Coşar, M. (2018) *Nietzsche felsefesinde dürtü ve metafor kavramları*. <http://dusundurensozler.blogspot.com/2008/10/nietzsche-felsefesinde-drt-ve-metafor.html> adresinden erişilmiştir.
- Dalouka, T. (2007). Metaphorical uses of an electric power network. *Metaphorik.de*(12), 65-84.
- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K. & Çavuş, S. (2012). *Bilimin doğası ve öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Eraslan, L. (2011). Sosyolojik metaforlar. *Akademik Bakış*,27, 1-22.
- Ergen, B., & Yelken, T. Y. (2015). İlkokul 3. Sınıf öğrencilerinin teknoloji kavramına ilişkin Metaforik algıları. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 39 (Autumn III),509- 527.
- Ersoy, E. & Başer, N. (2009). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme düzeyleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(9), 128-138.
- Gen, S. (2014). Yusuf Atılgan'ın öykülerinde kapsayıcı metaforlar. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 161-176.
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (2000). *Developing models in science education*. Netherlands: Academic.
- Günbatır, 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), 35-48.
- Güneş, B. (2017). *Fizikte kavram yanlışları*. Ankara: Palme
- Haitos, A. & Strehle, D (2010). *Metaphor and science*. <http://preserve.lehigh.edu/cas-lehighreview-vol-18/20> sayfasından erişilmiştir.
- Hawking, S.W. (1988). *A brief history of time. From the big bang to the black holes*. Bantam.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). *Teaching and learning with analogies*. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 11-24). Netherlands: Springer.

- Herrman, F. (2006). *Introduction. Analogies: a key to understanding physics* içinde. https://home.zhaw.ch/fuh/MATERIALS/Reims_Symposium_Analogies.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Hesse, M. (1963). *Models and analogies in science*. London: Sheen and Ward.
- Hoffman, R. R. (1980). *Metaphor in Science*. University of Minnesota. http://tarf.ihmc.us/rid=1197480436708_369198822_9945/Metaphor%20in%20Science%201979.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Hoover, K. D. (1991). *Mirowski's screed: A review of Philip Mirowski's more heat than light: economics as social physics, physics as nature's economics*. Cambridge: Cambridge University.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2006). *The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry*. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 119-131). Netherlands: Springer.
- Jones, R.S. (1934,1982). *Physics as metaphor*. America: Universtiy of Minnesota.
- Kalyoncu, R. (2012). Görsel sanatlar öğretmeni adaylarının “öğretmenlik” kavramına ilişkin Metaforları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20),471-484.
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel araştırma ve istatistik teknikleri*. Ankara: Tekışık.
- Kurt, H. S. (2010). *Kuantum fiziğinde kullanılan metaforların öğrencilerin fizik algısı üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurt, H. S. & Sarı, M. (2013). Kuantum fiziğinde kullanılan metaforların öğrencilerin fizik algısı üzerine etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 42(198), 219-235.
- Kurt, H. S. & Sarı, M. (2017, Temmuz). Fizik eğitiminde metafor ve analogi arasındaki farklar üzerine bir meta-analiz araştırması. *Eurosia Summit, Ejons Internaitonan Congress on Mathematic-Engineering and Natural Sciences Bildirileri* içinde (ss. 80-81). Ankara: Avrasya Zirvesi.
- Kurt, H. S. & Sarı, M. (2018). Fizik öğretmeni adaylarının elektrik konusunda bazı kavramlara ait metaforik algıları. *Erciyes Journal of Education [EJE]*, 2(1), 64-90.

- Kurt, H. S. & Sarı, M. (2018). Fizik eğitiminde metafor ve analogi arasındaki farklar üzerine bir meta-analiz araştırması. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*. 1(1-11).
- Lakoff, G., & Johnson M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago.
- Lakoff, G., & Johnson M. (2005). *Metaforlar, hayat anlam ve dil*. (G.Y. Demir, Çev.). İstanbul: Paradigma.
- Lancor, R. (2012). Using metaphor theory to examine conceptions of energy in Biology, Chemistry, and Physics. *Sci & Educ*, 23, 1245–1267.
- Leane, E. (2001). Knowing quanta: The ambiguous metaphors of popular physics. *The Review of English Studies*. 52(207), 411-431.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Ludovic, M., & Dequidt, M. (2010). *A new analogy between mechanics and electricity: Pupil's misconceptions, physical quantities and electrical components*. ESERA.
- Machamer, P., & Silberstein, M. (2002). *The blackwell guide to the philosophy of science*. Oxford UK: Blackwell.
- Mashadi, A. (1997). *Figurative thinking and the nature of physics*. 7th International Conference on Thinking'de sunulmuş bildiri.
- Mason, J. (2002). *Qualitative researching*. (2.b.). London: Sage.
- Monk, J. (2003). *Working in the dark*. International Conference on Engineering Education'da sunulmuş bildiri, Valencia, Spain.
- Otluoğlu, K.O.Ç. (2014). Kariyer olgusunun kavramsallaştırılmasında kullanılan metaforlar. *Ege Academic Review*, Ege University Faculty of Economics and Administrative Sciences, vol. 14(2), pages 221-230.
- Otyzbayeva, Z. (2006). *Kazak yazar Dükenbay Dosjanov'un İpek Yolu romanında metaforlar*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
- Özdemir, A. A. (2017). *Eğitim fakültelerindeki fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme hakkındaki düşüncelerinin analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Özdemir, M. (2010). Nitel veri analizi: Sosyal bilimlerde yöntembilim sorunsalı üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-343.
- Özdemir, Y. & Aras, M. & Özdemir, S. (2016). Üniversite öğrencilerinin kariyer algılarına metaforik bakış: Türk, Azeri, Türkmen, Kazak ve Kırgız öğrenciler örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 5(4). 113-133.
- Piaget, J. (1952). *Judgment and reasoning in the child*. New York: Humanities.
- Piskozub-Siek, T. & Strugielska, A. (2010). Capturing educational change in conceptual metaphors. Implications for teacher education. *The International Research in Teacher Education*, 2(2), 61-69.
- Prasad, B. D. (2008). Content analysis: A method of social science research, D.K. Lal Das (Ed.) *Research methods for social work* içinde (s.174-193). New Delhi: Rawat.
- Pulaczewska, H. (1999). *Aspects of metaphor in physics-examples and case studies*. Tübingen: Niemeyer.
- Ricoeur, P. (2007). *Yorum teorisi söylem ve artı anlam*. (G. Y. Demir, Çev.). İstanbul: Paradigma.
- Ritchie, S. M. (2006). Metaphors we write by. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 177-187). Netherlands: Springer.
- Ritchie, S. M. (2005). Sharing stories of the classroom use of metaphors and analogies for Sustaining science teacher learning. Pinto, R. & Causo, D. (Ed.) *Proceedings Fifth International ESERA Conference on Contributions of Research to Enhancing Students Interest in Learning Science*, (s.311-313), Barcelona, Spain.
- Ritchie, S. M. (2006). Metaphorically thinking. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 189-195). Netherlands: Springer.
- Ritchie, M. S., Bellocchi, A., Poltl, H & Wearmouth, M. (2006). Metaphors and analogies in transition: Beginning teachers' lived experience. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 143-155). Netherlands: Springer.
- Robson, S.J, (1985). *The use of metaphor in scientific writing*. Master Thesis, Iowa State University, Iowa.
- Rojo, A. (1999). *Physics and poetry*. www.oakland.edu sayfasından erişilmiştir.

- Russell, T., & Hrycenko, M. (2006). The role of metaphor in a new science teacher's learning from experience. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 131-142). Netherlands: Springer.
- Saban, A. (2009). Öğretmen adaylarının öğrenci kavramına ilişkin sahip oldukları zihinsel imgeler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 281-326.
- Sadoğlu, G. P & Uzun, S. (2014). Identifying pre-service science and technology teachers' perceptions related to the concept of physics through metaphors. *IJERT*, 5(1), 36-41.
- Scherr, R. E. & Close, H. G.& McKagan, S.B. (2011). *Intuitive ontologies for energy in physics*. Physics Education Research Conference'da sunulmuş bildiri.
- Serway, R. A & Beichner, R. J. (2011). *Fen ve mühendislik için fizik* (Çev. K. Çolakoğlu). Ankara: Palme.
- SIL (2018). *Metaphor*. <https://www.sil.org/> adresinden erişilmiştir.
- Şahin, Ş., & Baturay M.H. (2013). Ortaöğretim öğrencilerinin internet kavramına ilişkin algılarının değerlendirilmesi: Bir metafor analizi çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(1), 177-192.
- Taverniers, M. (2002). *Metaphor*. J. Verschueren, J.O. Östman, J. Blommaert & C. Bulcaen (Ed.) *Handbook of pragmatics*. Amsterdam: Benjamin.
- Thomas, G. P. (2006). Metaphor, students' conceptions of learning and teaching and metacognition. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 105-117). Netherlands: Springer.
- Tortop, H. S. (2013). Öğretmen adaylarının üniversite hocası hakkındaki metaforları ve bir Değerlendirme aracı olarak metafor. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 3(2), 153- 160.
- Tuna, Y.E & Budak, F. M. (2013). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının "Tarih" kavramına ilişkin algılarının mecazlar / metaforlar yardımıyla analizi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 6(14). 609-642.
- Türk Dil Kurumu (2018). Büyük Türkçe Sözlük. <http://www.tdk.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Ural, A. & Kılıç, İ. (2006). *Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Detay.
- Uygun, M. A. (2015). Öğretmen adaylarının geleneksel müzik türlerine ilişkin algılarının

- Metaforlar aracılığıyla incelenmesi. *AKÜ AMADER*, 1(1), 1-16.
- Venville, G. J. (2006). Metaphors for genes. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 79-81). Netherlands: Springer.
- Volkman, M. J., & Anderson, M. A. (1998). Creating professional identity: Dilemmas and metaphors of a first-year chemistry teacher. *Science Education*, 82(3), 293-310.
- Wilbers, J., & Duit, R. (2006). Post festum and heuristic analogies. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 37-49). Netherlands: Springer.
- Willison, J. W. & Taylor, P. C. (2006). Complementary epistemologies of science teaching. P. J. Aubusson, A.G. Harrison, & S. M. Ritchie (Ed.), *Metaphors and science education* içinde (s. 25-35). Netherlands: Springer.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (1999). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

EKLER

Ek-1: Metaforlar ile İlgili Oluşturulan EMA (Elektrik Metaforları Algı) Envanteri

Ek-2: Mülakat Tam Dizini

Ek-1: Metaforlar ile İlgili Oluşturulan EMA (Elektrik Metaforları Algı) Envanteri

1. “Yalıtıkandaki bir elektron, ağaca bağlı koruyucu bir köpektir.”



Yukarıdaki cümlenin size neler çağrıştırdığını lütfen anlatınız.

2. Bir yarıiletken, içerisinde 0^0 (su+buz) dolu soğuk bir pipettir. Bu cümlenin sizde oluşturduğu çağrışımlar nelerdir?



3. Elektrik Alanının kayak pisti, yüklerin ise kayakçı olduğunu düşünelim. Kayakçının yapacağı hareketle ilgili olarak, aklınıza ilk gelen çağrışımları yazınız.



4. Aşağıdaki kavramları okuduğunuzda günlük hayattan aklınıza ilk gelen çağrışımı yazınız.

Elektron.....'dir. Çünkü.....

Proton.....'dir. Çünkü.....

Elektrik alanı'dir. Çünkü.....

Yük.....'dir. Çünkü.....

İletken.....'dir. Çünkü.....

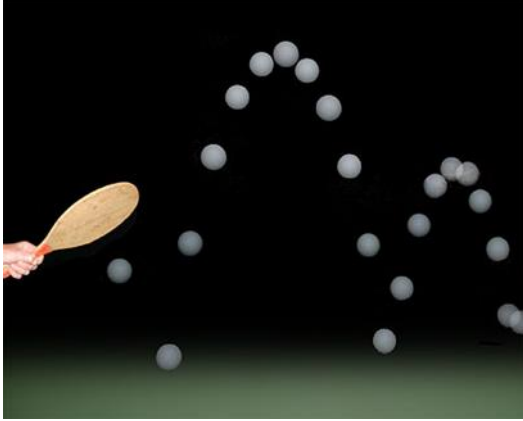
Yalıtkan.....'dir. Çünkü.....

Yarı iletken.....'dir. Çünkü.....

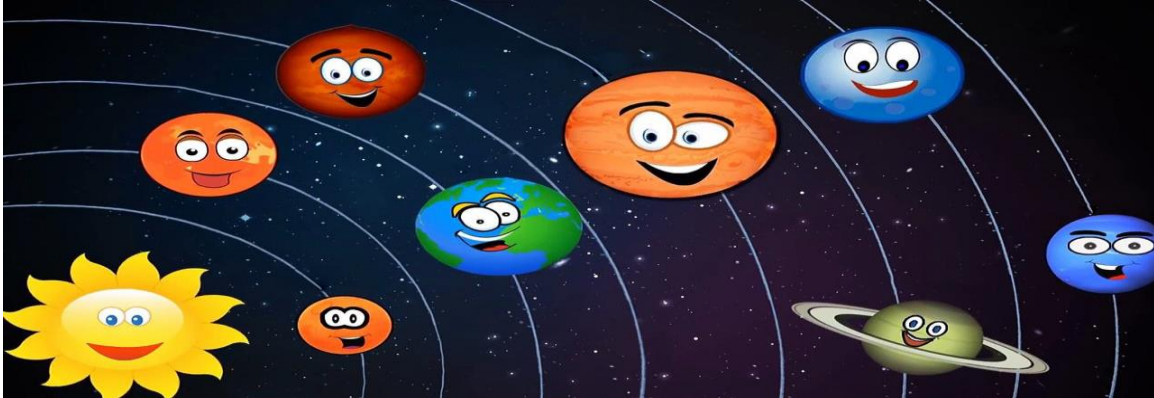
Akı.....'dir. Çünkü.....

Kondansatör.....'dir. Çünkü.....

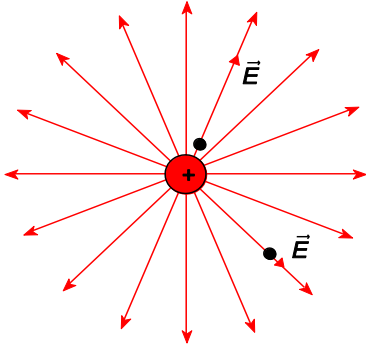
5. Elektronlar pin-pon topudur. Çünkü.....



6.Coulomb Kuvveti ile güneş- gezegen sistemi arasında bir bağ kurulmak istense, Coulomb Kuvveti hangi kavram veya olguya karşılık gelebilir?



7.Elektrik alan desenlerini göz önünde canlandırmanın uygun bir yolu, doğrultusu her noktada elektrik alan vektörü ile aynı olan çizgiler çizmektir. Aşağıda Elektrik alan çizgilerine örnek teşkil eden bir gösterime yer verilmiştir. Buna göre aşağıda yer alan soruları cevaplayınız:



a) Elektrik alan çizgileri sizde günlük hayatta hangi olayı çağrıştırıyor?

b) Elektrik alanlar hayalet alanlardır. Çünkü...

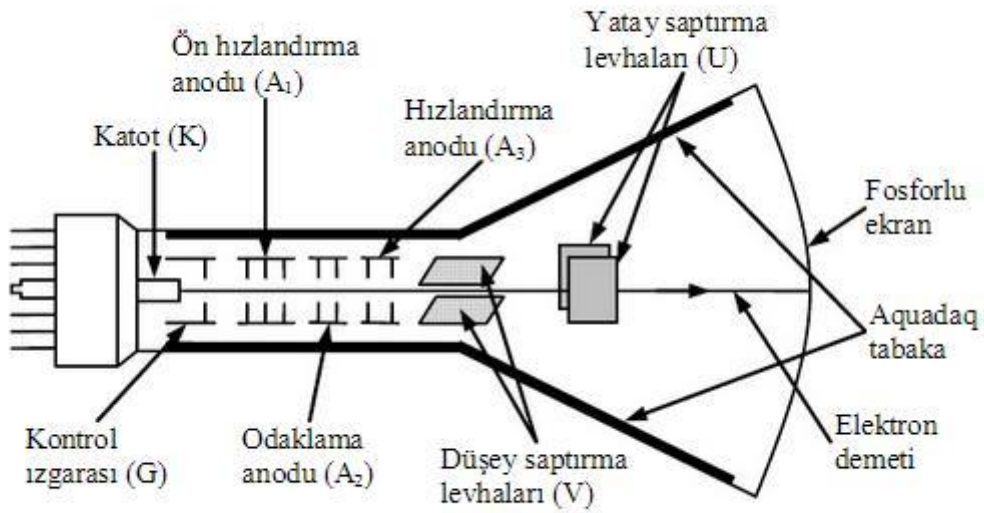
8.Kondansatörler park alanıdır. Çünkü.....



9. “Bir iletken, içindeki bazı yüklü parçacıkların serbestçe hareket edebildikleri bir malzeme olup bu parçacıklar iletkenin yük taşıyıcılarıdır. Burada bahsedilen **yük taşıyıcıları** sizce ne olabilir?



10.

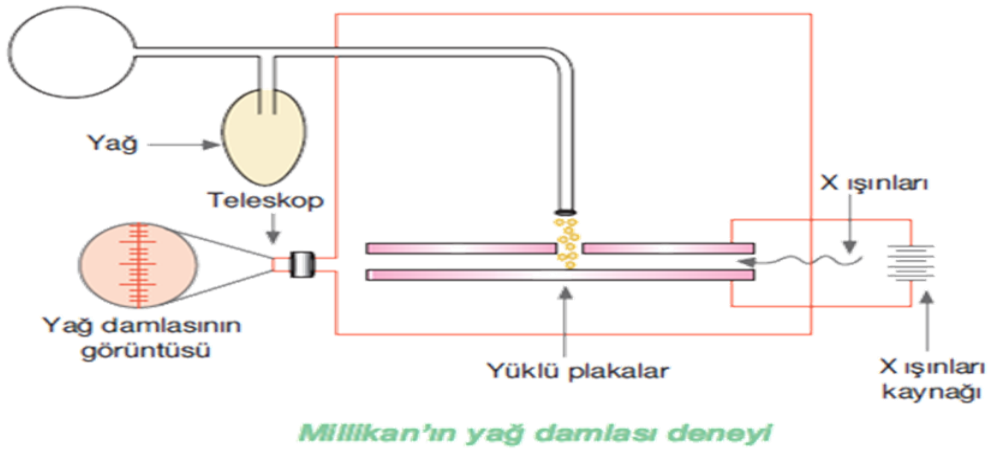


Katot ışınları tüpü, içinde elektronların elektrik ya da manyetik alanlarda hızlandırıldıkları ve saptırıldıkları havası boşaltılmış bir tüptür. **Elektron demeti**, tüpün boyun kısmında bulunan elektron tabancası denilen bir aygıtla üretilirler.

Yukarıdaki açıklamada yer alan **elektron demeti** sizce ne anlama gelmektedir?

11.“Elektrik akısı, bir yüzeyden geçen elektrik alan çizgilerinin sayısıyla orantılıdır”.
Bu tanıma göre, elektrik akısını çizmek istesek nasıl bir çizim yaparız.?

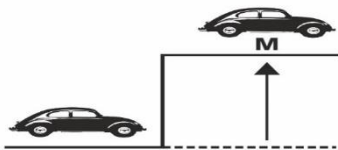
12.Bir zamanlar Milikan deneyinde yağ damlacıklarına “Milikan’ın parlayan yıldızları” denildi.



Sizce Milikan’ın “parlayan yıldızları” ile asıl anlatılmak istenen ne olabilir?

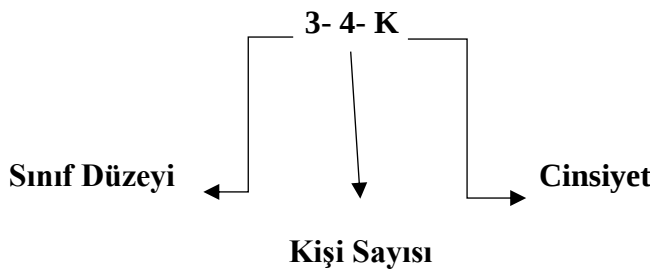
13. Gauss Yasası’nı öğrenmeden önce, akı kavramını iyi bilmek gerekmektedir.
Elektriksel akı ile “akmak” sözcüğü arasında sizce bir bağlantı var mıdır?
Açıklayınız.

14. Bir araba, asansörle M noktasına taşınıyor. Bu olay elektrik konusunda size hangi olayı çağrıştırıyor?



Ek 2. Mülakat Tam Dizin

Mülakat, 4 hafta boyunca devam etmiştir. Her mülakat, ortalama 2,5 saat, 150 dakika sürmüştür, toplam mülakat için ortalama 600 dakika ayrılmıştır. Aşağıda, 4 hafta süren araştırmadan elde edilen mülakat görüşmeleri bulunmaktadır. Mülakat, ses kaydı cihazıyla kaydedilmiş, tekrar dinlenerek yapılan analizler gizlilik esası gereği kodlanmış, sadece araştırma kapsamını temsil eden önemli veriler mülakat bölümünde yansıtılmıştır. Mülakat bölümü bütüncül olarak ele alınmış, sorulardan alınan diyaloglar soru numaraları ile birbirinden ayırt edilmiştir. Aşağıda mülakat için belirlenen kodlamaya yer verilmiştir. “A” ile belirtilen araştırmacıdır.



15. Katılımcıların Kodlanması

16. A: 1. Soruda metaforu vermiştik. En dış elektronun bile koparılmasının zor olduğunu söylemişsin. Burada köpeği neye benzettin, ipi neye benzettin, ağacı neye benzettin?

17. 3-4-K-ÖA: “Yalıtıkandaki bir tane atomu düşündüm. Ağacı atomun çekirdeği olarak düşündüm. Bağlı olduğu da, elektronun yörüngesi, köpeği de bir elektrona benzettim.”

18. A: İpin kopması sende neyi ifade etti?

19. 3-4-K-ÖA: “İpin kopması, yalıtıkandan bir elektron koparmayla alakalı olarak düşündüm. Enerji verdiğimiz zaman bir hol bir enerji açığa çıkıyordu. Sıcaklığa bağlı olarak da yapılabilir bu. Gerilim verseydim eğer, o elektronu koparabilirdim diye düşündüm. Havanın iletken hale dönüşmesi gibi. Yıldırımlar, şimşekler gibi.”

20. A: Koruyucu kelimesi ne çağrıştırdı?

21. 3-4-K-ÖA: “Yalıtıkandaki elektronun dizilişi olarak algıladım, dizilişin. Elektronlar belli yörüngelerde dönüyorlar ve koparmak çok zor. Yalıtıkandaki elektronlar belli yörüngelerde dolanıyorlar. Elektronların dizilişini düşündüm. Elektrik akımı, birçok köpeğinin yan yana gelmesidir.”

22. A: Köpeğin bağlı olması ile elektronların hareketli olmamasını düşünmüştün.

23. 3-4-K-ÖB: “Yalıtıkandaki elektronlar hareket etmiyorlar. Koruyuculuktan, köpek sadık, yalıtık da çarpmaz. Nasıl düşündüğümü hatırlayamadım.”

24. **A: Köpek bağlı olduğu için, insanlara zarar vermez benzeri bir şeyler yazmışsın.**
25. **3-4-K-ÖC:** “İp koparsa elektronlar hareket edebilir. Köpek elektron, ip de bağlıdır bence. Valans bandı. İple ağaç neredeyse aynı, ikisi de bence aynı şey. Köpeği bir insanın tutması, sadece ip oradaki araç.”
26. Ağaç: Bağ,
27. İp: Bağ,
28. Köpek: Elektron olarak düşündüm.
29. **A: Önce iletkenlikten, sonra yalıtkanlıktan bahsetmişsin. Yarı iletken bahsetmişsin.**
30. **3-4-K-ÖC:** “Önce bir iletkenlikten, yalıtkanlıktan bahsettim. Bu soruda kullanılan metaforu, yarı iletken madde gibi düşündüm. Elektronlar yarıiletkende rahatça hareket edemezler, burada da köpek rahatça hareket edemediği için böyle düşündüm. İp kopsaydı mesela.”
31. “Ağaç: Çekirdek”
32. “Köpek: Elektron”
33. “Bana göre bu madde, katı bir yalıtkan maddedir. İpin kopması demek bence, yalıtkan bir maddenin iletken maddeye geçişi demek.”
34. **A: Ağacın köklerinden bahsetmişsin burada neyi vurguladın?**
35. **3-4-K-ÖC:** “Onu da sanki yalıtkan maddelerin içindeki, elektronların rahat hareket edememesini köke bağlı gibi düşündüm.”
36. **A:** Bu metafor maddelerin başka hali için kullanılabilir mi?
37. **3-4-K-ÖC:** “Bence olabilirdi. Başka bir anlamı da olabilirdi.”
38. **A: Köpek ve Benjamin Franklin olayını nasıl bağdaştırdın?**
39. Deneyde, şimşek olayında, elektronların geçişi gibi düşündüm.
40. **A: Koruyuculuktan ne anladık?**
41. Onu iletkenliğe, yarı iletkenliğe doğru gidiyor. Etki uygulayarak başka faktöre dönüşmesi.
42. **A: Sence bu metafor tüm maddeler için geçerli mi? İpten bahsetmedin?**
43. **3-4-K-ÖB:** “Evet uçurtma aklıma geldi. İp aklımda Benjamin Franklin olayında uçurtmanın ipini çağrıştırdı. Ağaç şimşeği kendine çekecek ve köpek bundan etkilenebilir.”
44. **A: Ağaçtaki meyvelere benzetilmiş.**
45. **3-4-K-ÖA:** “Her madde için uygulanabilir mi? İletken hale getirebildiğimiz olaylar var. Anlattıklarından yola çıkılarak, saf su için kullanabilir miydik mesela?”
46. Ağaç: Elektronun bulunduğu katman,
47. İp: Isı ya da başka niceliklerle değişken,
48. Köpek: Elektron,
49. İpe kopardığımızda elektronlar salınıyor. Dış çeper, direk atom diyelim.
50. **A: Maddeden bahsettik, bu neresinde?**
51. **3-4-K-ÖA:** “Madde olarak düşünmedim.”

52. **3-4-K-ÖC:** “Bütün dedim, katı dedim, sonra ağaç ve kök arasında bağ kurdum. Köklerin çekirdeğe bağlı olduğunu. Atomun çekirdeği aklıma geldi. Ben aslında köpeği, yalıtkan olarak düşündüm.”

4. sorunun karşılaştırılması

53. **A:** *Soru 2: Hem su soğuk hem pipetteki su soğuk, yarı iletken için bu kavramları kullandık. Soğuk bir pipettir deyince aklınıza neler geliyor?*

54. **3-4-K-ÖA:** “Yarıiletkende, 0 Kelvin olarak düşündüm. 0 Kelvinde su ve buz var. Suyu elektrona, buzu hollere benzettim. Uyarı iletkenlerde, elektron rahat edemiyorlar. Ben bu buzlu suyu, ısıtırsam eğer, bir elektron bir hol açığa çıkacak. Elektronlar pipet içinde daha rahat hareket edebilecekler.”

55. **A:** *Su donarsa, yalıtkan olacak, ısınırda şöyle olacak gibi mi?*

56. **3-4-K-ÖA:** “Yarıiletkenlerde sıcaklığın etkisi var. Burada sıcaklığa benzettim. Sıcaklığı arttırsam iletkenliğe doğru çıkıyor. Daha da fazla arttırsak yapısı bozuluyor.”

57. **3-4-K-ÖB:** “Pipet sudan daha sıcak. Pipet dışardayken daha sıcak, daldırıldığında, bir ısı geçişi olacak. Yarıiletkenlerde de öyle, yalıtkan bir madde ısı aldığı anda, elektronlar üst seviyeye çıkacaklar ancak ikisini benzetemedim.”

58. **A:** *Katmandan bahsetmişsin bu neydi?*

59. **3-4-K-ÖB:** *Tam tersi, buz soğuyor, yarı iletkenler ısı aldığı anda üst katmana çıkıyor. Çok da bağdaştırmadım aslında.*

60. **A:** *Ne su gibi ne buz gibi? Fermi seviyesi vardı. Pipetin soğuduğu zaman, içinden su akması gibi.*

61. **A:** *Geçicilikten bahsetmiştik, yarıiletkenlerden iletken veya yalıtkanla geçmesi, orada kalmıştık.*

62. **3-4-K-ÖB:** “Bence gayet güzel bir metafor. Valans elektronları serbest hale geçer.”

63. **3-4-K-ÖC:** “Başta bu pipet ve suyu, yarıiletken olarak bağdaştırmadım. Su buz karışımı var eridikçe tamam o zaman. Bir geçiş söz konusu. Fermi fonksiyonu aklımdan geçti, ancak ifade edemedim. Yarı iletkenlerdeki sıcaklık önemli.”

64. **A:** *Bileşik bir madde miydi?*

65. **3-4-K-ÖC:** “Su ile, buz arasında bir etkileşim söz konusuydu.”

66. **A:** *Normal hali, için ne düşünüyorsun?*

67. **3-4-K-ÖB:** *Pipetten su akıyor bence yarıiletken var. Fermi, enerji seviyesidir. Malzeme iletken değil, belirli bir sıcaklık seviyesinde iletken hale dönüşüyor.*

68. **3-4-K-ÖD:** “O sistemi tam anlamadım. Bir de mekanik konusu aklıma geldi. Sıvıların kaldırma kuvveti aklıma geldi. Bir miktar buz var. Su seviyesinden bahsediyoruz. Enerji seviyesinden bahsediyor.”

5. sorunun karşılaştırılması

69. **A:** *Kayakçının yapabileceği ile ilgili ilk çağrışımlar nelerdir biraz bunun üzerinden konuşalım.*

70. **3-4-K-ÖA:** “Yön tayini yaptım. Elektrik alandaki yükleri, aşağıdaki gibi düşündüm.”
71. “Kayakçı: Elektik yükü”
72. “Pist: Elektrik alanı”
73. Pozitiften negatife doğru düşündüm. Eğer kayakçının sırtı pozitif, tersi ise.
74. **A: Kuvvet neydi sence? Hareket ettiren neydi?**
75. **3-4-K-ÖA:** “Elektriksel kuvvet, aynı yüklerin birbirini itmesi gibi. Elektrik alanına karşı yüklerin hareketini aldım ben.”
76. **3-4-K-ÖB:** “Burada kayakçı elektron, pistte de elektrik alan, kayakçının bıraktığı izler elektrik alan çizgileri gibi düşünmedim. İlk hız verildiği zaman sürtünme çok az kendisi akıp gidecek yağ gibi. Elektrik alanda da aynı, elektronlar da pozitiften negatife doğru ilerliyor. Kuvvet kaynağı kayakçının kendisi. Elektirksel alanda da gerilim altında.”
77. **A: Hiç hız verilemeden ne demek:**
- 3-4-K-A:**
78. “İlk başta kendini çektiği zaman, kaymayı ivmeli hareket olarak gördüm. O ellerindeki çubuklarla, hız vermesi gerekiyor. Kendisine kuvvet uyguladı, bıraktı, sürtünme yok desek de duracak. İlk gerilimle elektronlar kayıp gidecek gibi.”
79. Hareketin yönünü benzetemedim. Bir şey ifade etmedi.
80. **3-4-K-ÖC:** “Kayak pisti bende, elektrik alan, kayakçıya da yük yazdım ama elektron olarak düşündüm. $F = ma$ ile düşünürsek ivmeli hareket edecek. Elektrik alanda, elektron ters dönecek diye düşündüm. sMevcut bir yön olduğunu düşündüm. Elektrik alanı hesaba kattığımız zaman kayakçı ters gitmesi gerekiyor.”
81. **A:** “Yükün cinsi önemli miydi?”
82. **3-4-K-D:** “Kayakçıyı elektirksel yük olarak düşündüm. Pozitiften negatife doğru bir hız kazanıyor. Aşağı yönlü bir durum söz konusudur. Yukarı ve aşağı hareket tanımladım.”
83. **A: Kayakçının kütleinden bahsedilmemiş.**
84. **3-4-K-ÖA:** Yüklerin yükü var ve değişmiyor. Kütle ile ilgili hesaba girmedim. Bu metafordan başa metafora geçilebilir. Yönlerini böyle tarif ettik.
85. **A: Kayıkçı kayıp gidecek mi?**
86. **3-4-K-ÖA:** “İvmeli oldukça duracak ama azalan ivmesi olacak duracak. Sürtünmesiz ortamda, buz yine sürtünmeli sonuçta.”
87. **A: Kayakçının bıraktığı iz, elektrik alan çizgileri olarak düşünebilir miyiz?**
88. **3-4-K-ÖA:** “Doğrusal hareket olarak düşünebiliriz. Elektron olarak düşünürsek, elektronun bıraktığı iz ve kayakçının bıraktığı iz, izlediği yörünge. Elektrik alan çizgisi değil de.”
89. **3-4-K-ÖC:** “Elektrik alan ile elektrik yüklerinin zıt olduğunu düşündüm.”
90. **3-4-K-ÖA:** “Yükten proton anlamıştım.”
91. Metafor çok yeterli. Bir şey uyandırmadı. Kuvvet neydi?

92. **3-4-K-ÖA:** “İtme kuvveti söz konusu. Ben 3-4-K-ÖC gibi düşündüm. Aktarmak aklıma gelmedi. Biraz daha düşündüm o örneği çok beğendim. Bu üçüncü soruda, çok açık metaforu. Bizi düşünceye sürükledi. Birçok kavramın daha kolay anlaşılmasını sağladı.”

93. Bölümün karşılaştırılması:

94. **3-4-K-ÖA:** “Pozitif iyonlar hareket edemiyorlar. Ayak işlerini yapan elektronlar olarak düşündüm.”

95. **3-4-K-ÖB:** “Eksisi olan toptur. Buradaki kelimeleri söylediğinizde, ilk aklıma geleni yazdım. Top şeklinde çizdik. Gümüş renkte, üzerinde çizgi olan bir top aklıma geliyor.”

96. **3-4-K-ÖC:** “Elektron hareketli diyoruz. Yük içinde en çok elektronlar yaramaz dedim çünkü iletken yaptım. Kişi benzetmesi yaptım.”

97. **3-4-K-ÖD:** “Çikolata tutkunu olduğum için, Thomson modelinden etkilendim. Fındıklar gibi elektron. Thomson modelindeki fındıkları elektron olarak düşündüm.”

5.2. sorunun karşılaştırılması

98. **3-4-K-ÖA:** Atomu iş yerine benzettim elektrona işçi dedim Protona müdür dedim. İşlerini halledebilirler. İşçiler elektrondur. Bir otoriteden bahsettim.

99. **3-4-K-ÖB:** “Proton topu canlanıyor. Protonu da top olarak düşündüm. Başka bir özellik aklıma geldi. Görüntü olarak aklıma geldi”

100. **3-4-K-ÖC:** “Protonlar elektronun abisi dedim bunu deme sebebim de, atom içerisinde protonları koparmak daha zordur, aileye daha bağlıdır diye düşündüm.”

101. **3-4-K-ÖD:** “Thomson modelinden devam ettim.”

5.3. sorunun karşılaştırılması:

102. **3-4-K-ÖA:** “İş veren zorluyor, bir baskı uyguluyor. Elektron sapma yapıyor.”

103. **3-4-K-ÖB:** “Gözümün önüne X-ray cihazı geliyor. İki levha arasında geçiyor. Bizi tarıyor ya, elektriksel alanla benzetme yaptım.”

104. **3-4-K-ÖC:** “Parçacıklar rahatça hareket ediyorlar. Elektrik alan, bir alandan bahsediyoruz. Sınırlı bir bölge, Elektrik alan da koruyucudur.”

105. **3-4-K-ÖD:** “Elektrik alanı X-ışınlarıdır diye düşündüm. O an aklıma o geldi. Daha çok manyetik alana geçtim. X-ışınlarını düşündüm. Hastane, röntgen vs geldi. “

5.4. sorunun karşılaştırılması:

106. **3-4-K-ÖA:** “Yük çocuktur çünkü atom dünyasının en önemli elemanıdır.”

107. **3-4-K-ÖB:** “Yük hamalın sırtındaki eşyadır. Aklıma ilk yük geliyor. Kafamda somut şey geliyor. Yük hamalın sırtındaki eşyadır.”

108. **3-4-K-ÖC:** “Yük kızlar ve erkeklerdir. Bireye benzettim.”

109. **3-4-K-ÖD:** “Yük deneme yüküdür. Ben yük nedir, elektrik dersinden deneme yükü olan, teknik terim aklıma geldi.”

5.5. sorunun karşılaştırılması:

110. **3-4-K-ÖA:** “Suyu içinden rahatça geçebiliriz. İçine sokup gemiyi yüzdürebiliyoruz. İletkenliğini değil de. Akışkan bir madde aklıma geldi.”
111. **3-4-K-ÖB:** “Bilemedim.”
112. **3-4-K-ÖC:** “Elektriği sever insanlar, elektriği iletirler.”
113. **3-4-K-ÖD:** “İnsan vücudu iletken olduğu için ilk aklıma iletken geliyor.”
- 6. 6. sorunun karşılaştırılması:**
114. **3-4-K-ÖA:** “Yalıtkan taştır çünkü içinden geçemezsin. Analogik bir durum aklıma geldi. Taştır derken, katı bir madde aklıma geldi. Yalıtkan iletmiyor, zorlamamız gerekiyor. Taşın da içinden geçebilmemiz için delmemiz gerekiyor.”
115. **3-4-K-ÖB:** “Yalıtkan dinince aklıma lab da kullandığımızı somut bir madde aklıma geliyor.”
- a. sorunun karşılaştırılması**
116. **3-4-K-ÖA:** “Yarıiletkeni bal olarak düşündüm.”
117. **3-4-K-ÖB:** “Hoca aklıma geldi. Yarıiletkenler ile ilgili madde aklıma gelmiyor. Doğrudan hoca aklıma geliyor. Madde canlanmadı.”
118. **3-4-K-ÖC:** “Yarıiletken uyumludur, çünkü yalıtkan ya da iletken olabilir. Tanım aklıma geldi. Fermi denklemleri vardı ancak uyumlu kişiliklerdir.”
119. **3-4-K-ÖD:** “Yarıiletken bant teorisidir. Kuantum fiziği aklıma geldi.”
- b. sorunun karşılaştırılması**
120. **3-4-K-ÖA:** “Çünkü içinden bir şey geçirmediğiniz sürece etkisi yoktur. Akı çizgi sayısızdır. Elektron geçmiyorsa, o yüzeyden geçmiyorsa akı oluşmuyor demiştim.”
121. **3-4-K-ÖB:** “Akı, yumurtanın beyazıdır.”
122. **3-4-K-ÖC:** “Akı arılardır. Akı denilince aklıma elektrik alan aklıma geldi. Elektrik alan çizgisinin fazla olduğu yerde, şiddet fazladır, çiçek tozları çoksa, arılar fazla oluyor. Bir canlıya benzettim. Arıya benzetme sebebim, şiddetinin fazla olmasıdır. Elektrik alan çizgisi ne kadar fazla ise, akı da o kadar çoktur.”
123. **3-4-K-ÖD:** “Akı insan vücudundaki damarlardır. Çizgi sayılarıdır. Kan akışı. Akışkan bir rol verdim akıya.”
124. **A:** Burada bir kavram yanılgısı var. Bu metaforlar bazen de akışkan özelliği vardır.
125. **4.9.sorunun karşılaştırılması**
126. **3-4-K-ÖA:** “Manyetik alan Lord dur. Bir şatodaki lorda benzettim. Manyetik alanın olması için.”
127. **3-4-K-ÖB:** “Manyetik alan bir odadır. Manyetik alanları görseydik, her tarafta karmakarışık çizgiler, iç içe geçmiş korkunç bir şey olarak gördüm. Odanın girişi, çıkışı.”
128. **3-4-K-ÖC:** “Manyetik alan çarşaftır. Çünkü çarşafı katladığımızda etkilerini gözlemliyoruz. Kendisini değil, etkilerini görebiliyoruz. Uzayı bir çarşaf gibi düşündük. Çarşafı katladığımızda bir esinti geliyor ama katladıktan sonra . direk anlayamam”.

129. **3-4-K-ÖD:** “Manyetik alan bir dünyadır. Dünyanın bir manyetik alanı olduğundan dolayı, o fotoğraf canlandı.”
2. 10. sorunun karşılaştırılması
130. **3-4-K-ÖA:** “Kondansatörün kiler olduğunu düşündüm.”
131. **3-4-K-ÖB:** “İki paralel levha geliyor aklıma. Belli kitaplardaki semboller beni etkiledi.”
132. **3-4-K-ÖC:** “Kondansatörün depo olduğunu düşündüm. Yük depolamadan bahsettim. Depodan gerektiği zaman alırız. Doldurur, boşaltılır diye düşündüm.”
133. **3-4-K-ÖD:** “İnsan sinir sistemi kondansatöre benzer.”
134. **5.Sorunun Karşılaştırılması**
135. **3-4-K-ÖA:** “Pin-pon topu bıraktığın zaman zıplıyor. Hafif. Yuvarlak. Dalga özelliği ile hiç düşünmedim. Direk yapısı üzerine düşündüm.”
136. **3-4-K-ÖB:** “Zaten elektronları aklımda top olarak canlanmıştı. Kuvvetle hareket ediyorlar toplar. Bunlar hem tanecik hem de dalga gibi hareket ediyorlar ama tanecik.”
137. **3-4-K-ÖC:** “Birden fazla pinpon topunu birden fazla elektron gibi düşündüm. Hepsinin şekli aynı, hepsi beyaz yuvarlak. Elektronlar, Valans bandından iletim bandına geçiyor. Bu yüzden pin-pon topuna benzetiliyor.”
138. **3-4-K-ÖD:** “Tanecik özelliğinden dün okuduktan sonra fark ettim. Aslında olaya göre davranıyorlar. Elektron dalgadır. Elektron hem de dalga. Dalga özelliği ile ilgili özellik aklıma gelmedi.”
139. **6.Sorunun Karşılaştırılması**
140. **3-4-K-ÖA:** “Coulomb kuvveti, gezegenlerin birbirine uyguladıkları kuvvete benzer diye düşündüm. Gezegenler arası mesafenin karesi ile ters olarak düşündüm. Belirli yörüngedeler.”
141. **3-4-K-ÖB:** “Kütle çekimsel kuvvetine benzetiyorum. Hangisinden yola çıkılıyor bilemedim. Bunlar birbirinden dönüşümlü olarak mu dönüşmüş bilmiyorum.”
142. **3-4-K-ÖC:** “Yakınlıktan mesafeden bahsettim. Gezegenlerin birbirine yakın olanlar Direk formül üzerinden yazdım. Formül olayı aklıma geldi. Kuantum geldi aklıma. Çok şey aklıma geldi çekim yasası geldi aklıma. İkisini de yan yana yazdım k da o zaman yerçekimine benzettim. Matematiksel ilişkilerden faydalandım.”
143. **3-4-K-ÖD:** “Yükler ise, gezegenlerin kütlelerine benzettim. Yük arttıkça, bağlar arttı.”
144. **7.Sorunun Karşılaştırılması**
145. **3-4-K-ÖA:** “Bir top düşünelim. Fıskiye gibi düşünüyorum. Deliyorum. Bir anda su fışkırıyor ama birbiriyle kesişmiyor.”

146. **3-4-K-ÖB:** “Burada ben oyuna benzettim. AA oyunu. Çember sürekli dönüyor, sen oklar atıyorsun. Okların birbirine değmemesi gerekiyor. At kestanesine benzettim. İçinde tomurcuk var, kabuğu var.”
147. **3-4-K-ÖC:** “Elektrik alanı çizgileri, dart tahtasının yüzünü anlatıyor. Tahtanın tamamının elektrik alan diye düşündüm. Dart tahtasında bölümler var. Bu tabloyu o oyuna benzettim.”
148. **3-4-K-ÖD:** “Serway’de bir cisim vardı. Pozitiften çıkar, pozitif ve negatif insanlar diye düşündüm. Elektrik alan çizgilerini bir enerjiye benzettim. “
149. **8.Sorunun Karşılaştırılması**
150. **3-4-K-ÖA:** “Hayalet alanlardır çünkü gözle göremeyiz. Şekli sembolize ettim. Var ama yok.”
151. **3-4-K-ÖB:** “Elektrik alan da bir metafor, gerçek değil, etkilerini birtakım olarak görüyoruz. Şekildeki gibi oklar yoktur. Biz yalnızca yönlerin doğrultusu olarak çiziyoruz. Hayaletten üfleme geliyor. Bir şeyler yapıyoruz ama göremiyoruz. Korkunç bence. Saçı üflüyor yerinden oynuyor.”
152. **3-4-K-ÖC:** “Gözle görülemezler. Hayaletler etrafımızda olsa, Sihirli annem geldi. Etraftaki bıraktığı izden, elektrik alanının varlığını, yükün hareketinden yola çıkarak görülüyor.”
153. **3-4-K-ÖD:** “Gözle görülmeyen alan çizgilerdir. Casper geldi aklıma. Ama aslında yok.”
154. **9.Sorunun Karşılaştırılması**
155. **3-4-K-ÖA:** “Kondansatörler park alanıdır. Arabalar yük olarak düşündüm. Park alanını iki levhaya benzettim. Arabayı çekmediğim sürece orada kalacaktır. Kondansatörün boş olması, yük olmaması demek diyoruz.”
156. Kondansatörle ilgili kavram yanlışları: Yüklü cisimler kondansatörde akarlar.
157. A: Kondansatörün sığasını büyük olması, yükün fazla olması anlamına gelmiyor.
158. Bu kavram yanlışlığı
159. **3-4-K-ÖB:** Her arabayı bir kondansatör olarak düşündüm. Yükün ortada olduğunu düşündüm. İki plaka arasında yalıtkan olmalı.
160. **3-4-K-ÖC:** Arabaları yüke benzettim. Bir park alanına benzetilebilir. Yükler de kondansatöre yerleşebilir. Bu şekli gördüğümde aklıma ilk dolması boşalması anlamına geldi.
161. **A: Pil ve kondansatör aynı prensip ile mi çalışır sence?**
162. **3-4-K-ÖC:** “Her ikisinin de depolanma özelliği varsa, olabilir.
163. Araba yükler, kondansatörün dolması, iki tarafını da levha olarak geldi.
164. Başka kondansatör şekli aklımıza gelmedi.”
165. Topluca: _ Direk katı madde aklımıza geldi.

166. 10.Sorunun Karşılaştırılması

167. **3-4-K-ÖA:** “Yük taşıyıcı deyince aklıma elektronlar ve holler geldi aklıma. Holler aslında sabitler ancak elektronlar yer değiştirdiği için holler hareket edebiliyor gibi geldi.”

168. A: Ne taşıyorlar peki?

169. **3-4-K-ÖB:** “Yüklü bir parçacık var. Bir şey yüklediğimizde, işçi gibi götürüyor. Belirli bir değerde yükleniyor. Aklıma elektron geliyor.”

170. **3-4-K-ÖC:** “Bu soru bana bir şey çağrıştırmadı. Yükleri elektron olarak düşündüm. Bu enerji seviyelerinde de enerji seviyelerini bir taşıyıcı olarak düşündüm.

171. Yörüngelerdeki, ayrılmalar parçalanmalar olarak algıladım. Maddenin iletken olduğunu düşündüm.”

172. **3-4-K-ÖD:** “Yük taşıyıcı deyince aklıma elektronlar geldi. Ayrıca holler de olabilir miydi diye de düşündüm ama aktarmadım.”

173. **A: Elektron ne taşıyabilir?**

174. **3-4-K-ÖD:** “Sanki bir şey daha taşıyormuş gibi ama bence yanlış.”

175. 11.Sorunun Karşılaştırılması

176. Elektron Demeti:

177. **3-4-K-ÖA:** “Elektron demeti, belli enerji seviyelerinde bulunmalarına dedim. Bir sepetten aynı anda beş elmanın düşmesi gibi. Belli bir enerji seviyesinde. Sepete 5 tane elma düşmesi, aynı yerden aynı anda düşmesi gibi. Elektron tabancası gibi. Elektron demeti, birer ışın, içindekiler tanecik. Elektronun tanecik modeli aklıma geldi ve hepsi bir arada gibi düşündüm. “

178. **3-4-K-ÖB:** “Paralel, paralel çizgiler düşündüm. Demet kavramıyla, paralel ışınlar aklıma geldi.”

179. **3-4-K-ÖC:** “Sürekli gibi görünürler. Demet kavramı var burada. Paraleller ancak öyle bir görünüyorlar ki, sanki bütünmüş gibi.”

180. **3-4-K-ÖD:** “Katot tüpü aklıma geldi. Köprüden geçiyorlar ve duruyorlar. Ve gişede sapıyorlar. Bir bütün halinde bulunamazlar. Elektron demeti.”

181. A: Dalga özelliği aklınıza geldi mi?

182. 12.Sorunun Karşılaştırılması

183. **3-4-K-ÖA:** “Bir silindir düşündüm. Silindirin içindeki tanecikleri elektrik alan diyelim. Kare bir filtre aldım, aşağıda çok yoğun yakarıda az olduğunu düşündüm. Aşağıda çok azdı diyorum. Akı daha fazlaydı. Ama yukarıda daha az diye düşündüm. Elek gibi düşündüm.”

184. **3-4-K-ÖB:** “Eş potansiyel çizgileri çizmişim. Akı deyince bir alan geldi aklıma . Bir silindir çizsem. İlk olarak çizdiğim eş potansiyel yüzeyler. Buradaki akıdan bahsederken, bir yüzeyden geçmesi gibi.”

185. **3-4-K-ÖD:** “Birbirlerini itiyorlar iki tane artı çizdim.”
186. *Elektrik alan çizgileri bir noktadan başlayıp, bir noktada biter mi?*
187. *Sonsuza götürdüm ben onları. Akıyı alan çizgileri olarak düşündüm. Elektrik alan çizgileri birbirlerini asla kesmezler. Elektrik alan çizgilerini, elektrik akısı gibi düşündüm.*
188. *Tamamen bilgiden gittim. Elektrik alan çizgileri aklımda çok kaldı. Sanki o yoğun olduğu yerde, akı fazla gibi düşündüm. Doğru orantılıydı. Düzlem çizdim. Çizgiler çizdim.*
189. **3-4-K-ÖA:** *Elektrik alan çizgileri, kaç tane orda çizgi oradan geçebiliyorsa, o kadar fazla akı var diye. Alan çizgilerinin geçme sayısına akı diyoruz.*
190. **3-4-K-ÖD:** *Akı deyince aklıma matematiksel formül geliyor. Çizim yapamadım. Dik olarak gösterdim.*
191. **A:** *Akı deyince akışkan bir şey aklınıza mı geliyor?*
192. *Topluca_: Hayır kesinlikle aklımıza gelmiyor.*
193. **Milikan Yağ Deneyi:**
194. **3-4-K-ÖA:** *“Yağ damlacıklarını elektron olarak düşündüm. Bir ışına yaptıklarını düşündüm bu yüzden parlayan yıldız gibi görünüyordu. Enerji kazanınca, ışına yapıyorlar. Milikan’ın bunu gözlemek için gözleri bozulmuş. Galilei de kör olmuş.”*
195. **3-4-K-ÖB:** *“İki plakaya potansiyel fark veriyorlar. Sonra aşağıya yukarıya iniyor. Elektronlar, yağ damlacıklarıdır. Üç katlı, püskürtüyor yağı. Yağ damlacıkları düşüyor. İçeride fener tutuyor, İçerisi zaten karanlık olduğu için, yağ damlacıkları parlıyor. Yağ damlacıkları parladıkları için yağı kullanmışlardır.”*
196. **3-4-K-ÖC:** *“Yağ damlacıkları, deneyle birlikte, hiç bilgi kısmına girmedim. Elektronun yükünü temin etmesi , Milikan’ın parlayan yıldızı dendi. Felsefi açıdan bağladım.”*
197. **3-4-K-ÖD:** *“Parlayan yıldızlar deyince, geceleri görünür. Teleskop yardımıyla gündüz göremeyiz, gece görebiliyoruz. Yağ damlacıklarını elektron olarak kabul ettim.”*
198. **A:** *Bu deneyde, yağ damlası= elektron değil. Konu ile ilgili en küçük yük miktarıdır. Yük değerleri sürekli. Sürekli değildir.*
199. **14.Sorunun Karşılaştırılması**
200. **3-4-K-ÖA:** *Elektriksel akı ile akmak arasında bir bağlantı bence yok. Akıyı, su akımına benzetildiği oluyor ama bence yanlış. Akı, akışkan bir kavram oluşturmadı.*
201. **3-4-K-ÖA:** *Asansörle taşınması olayı*
202. *Arabaları: Yüke benzetim.*
203. *Otopark, elektrik alanı olarak düşündüm. Potansiyel enerjiyi hatırlattı bana. Potansiyel fark. Pompa etkisi göstermesi.*
204. **3-4-K-ÖA’nin Envanter İçin Yorumu:**
205. *“Metaforlar bende kendimi çocukların yerine koydum. Soyut bir kavramı anlatmak için bir şeylerin benzetmek. Bazen kavram yanlışlığına sebep olsa da, genellikle kavram*

yanılgılarımı giderdi. Bazı sorular daha açık olabilirdi. Hepsi çok hoşuma gitti. Beyin fırtınasına beni sürükledi.

206. *EMK kaynağının rolünü görebiliyor muyuz?*
207. *Evet bence benziyor. Doğrudan potansiyel fark ve potansiyel olayı benzetti.*
208. *3-4-K-ÖB: “Siz akmak ile akı ile ilgili bir şey göremedim. Daha önce de hiç duymadım. Saçma geldi. Elektrik alan akan çizgiler olsun. Elektrik akısı onu dik kesiyor. Engel koymak gibi. Nehirde akan su, elektrik alan gibi.”*
209. *3-4-K-ÖC: “Akmak sözcüğü bana doğru gelmedi. Elektronlar hareket içindeler ancak akıyor demek uygun değil. Akmak kelimesi kesinlikle doğru değil deyince. Matematiksel işlemler için kullanıyoruz. Anlaşılır kılan.”*
210. *3-4-K-ÖD: “Elektriksel akının tanımını yazdım. Akmak kelimesi ile bağlantısı yoktur.”*
211. *3-4-K-ÖB: “Asansörün, x ve y konumu, belli bir konumu, iki duvar arasında gidip gelme olayını iki levhaya benzettim. Asansörde de bir alan var. O alanda gidip geliyor diye düşündüm. EMK kaynağı, yükü hareket ettiriyor. İki nokta arasında potansiyel farkı olduğunda hareket ediyor.*
212. *3-4-K-ÖC: “Bir tane elektron var. Valans bandından iletim bandına geçişi gibi algıladım. Değiş, hol, valans bandı gibi, yarıiletken aklıma geldi. Düşük potansiyelden, yüksek potansiyele doğru hareketi”*
213. *3-4-K-ÖD: “Elektron alan içinde bir elektronun hareketi gibi algıladım. Aşağı tarafını, pozitif levha, yukarı negatif levha olarak düşündüm. Asansör itiyor gibi düşündüm. EMK kaynağını çağrıştırmadı.”*
214. *3-4-K-ÖC: “Çözdüğüm en güzel çalışmalardan biriydi. Derslerde tanım odaklıydık. Günlük hayatla ilgili örneklerdi. Şuan buraya yazdıklarımı unutacağımı düşünemiyorum. Sorular, açıklayıcı olsaydı, yaratıcı yönümüzü geliştirdi. Sorular esnekti. 3-4-K-ÖD farklı bir şeyler yazmış. Esnek olmasaydı, düşünemezdik. Yüklerle ilgili aklımıza ilk gelenleri yazdık çok beğendim. Hem formül bilgisi sınanmış, genele baktığımıza neler biliyoruz. Sorularla beyin fırtınası yaptık. Bana çok şey kattı.”*
215. *3-4-K-ÖB: “Ben zaten bunu yaparken, eğledim. Ama buraya geldikten sonra, bilmediğim çok şey vardı. Bazılarını yüzeysel olarak öğrenmişim. Bende sorularla yüz yüze getirdi. Bana yararlı oldu. Kitaplarla, hep matematiksel formüller yapıyor. Çok fazla bilgim yoktu, ilk defa böyle bir şey gördüm. Bence gayet de güzeldi. Yaratıcı düşüncemi geliştirdi. Sadece soru olması bile beni geliştirdi. Merak duygum gelişti.”*
216. *3-4-K-ÖD: “Dediğim gibi ben de canlandırdım. Elektron demeti olayı. Derste takılmamıştık. Ama düşününce bana çok şey kattı. Dalgalar bütün mü.”*
217. *3-4-K-ÖB: “Bildiğimiz ama bilmediğimiz kavramlar gibi. Hayal gücümüzü geliştirdi. Kafama takılıp evde baktık mı? Çoğunluk olunca aklıma gelen çok şey oldu ancak suda pek gelmedi. Sürekli düşünmeye başladım.”*

218. **3-4-K-ÖD:** *“Bilim tarihini araştırmak istiyorum. Yarıiletken başlı başına ayrı. Yarıiletkenlerin keşfi. Bence çalışma çok güzeldi. Görseller çok aklımda kaldı. Fikirlerimin sorulması çok hoşuma gitti.”*



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...