

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**ELEKTRİK KONUSUNUN MODELLEME YOLUYLA
ÖĞRETİMİNİN KAVRAMSAL ANLAMA, AKADEMİK
BAŞARI VE EPİSTEMOLOJİK İNANÇLARA ETKİSİ**

Esra BİLAL

İzmir

2010

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

ELEKTRİK KONUSUNUN MODELLEME YOLUYLA
ÖĞRETİMİNİN KAVRAMSAL ANLAMA, AKADEMİK
BAŞARI VE EPİSTEMOLOJİK İNANÇLARA ETKİSİ

Esra BİLAL

Danışman
Prof. Dr. Mustafa EROL

İzmir
2010

Doktora tezi olarak sunduğum “Elektrik Konusunun Modelleme Yoluyla Öğretiminin Kavramsal Anlama, Akademik Başarı ve Epistemolojik İnançlara Etkisi” adlı çalışmamın, tarafımdan bilimsel ahlak ilkelerine aykırı düşecek hiçbir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

24.05.2010



Esra BİLAL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından... Ortaöğretim... Fen ve Matematik
.. Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
.. Fizik... Öğretmenliği Bilim Dalında
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

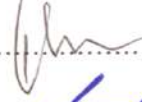
Başkan : Prof. Dr. Mustafa EROL



Üye : Prof. Dr. Nevzat KAUCAR



Üye : Prof. Dr. Ömer ERGİN



Üye : Prof. Dr. Mustafa BAKAÇ



Üye : Prof. Dr. Salih GEPNİ



Onay

Yukarıda imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../...

Prof. Dr. h. c. İbrahim ATALAY
Enstitü Müdürü

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ**TEZ VERİ FORMU**

Tez No :

Konu Kodu :

Üniv. Kodu :

Tezin Yazarının**Soyadı :** BİLAL**Adı :** Esra**Tezin Türkçe Adı:** Elektrik Konusunun Modelleme Yoluyla Öğretiminin Kavramsal Anlama, Akademik Başarı ve Epistemolojik İnançlara Etkisi**Tezin Yabancı Dildeki Adı:** Effects of Electricity Instruction By Modeling On Conceptual Understanding, Academic Achievement and Epistemological Beliefs**Tezin Yapıldığı****Üniversite:** Dokuz Eylül Üniversitesi **Enstitü:** Eğitim Bilimleri Enstitüsü **Yıl:** 2010**Tezin türü:** 1- Yüksek Lisans

2- Doktora (X)

3- Sanatta Yeterlilik

Dili: Türkçe**Sayfa sayısı:** 233**Referans sayısı:** 209**Tez Danışmanının****Ünvanı:** Prof. Dr.**Adı:** Mustafa**Soyadı:** EROL**Türkçe Anahtar Kelimeler:**

1- Fizik Eğitimi

2- Elektrik

3- Modellemeye Yoluyla Öğretim

4- Akademik Başarı

5- Kavramsal Anlama

6- Epistemolojik İnançlar

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1- Physics Education

2- Electricity

3- Modeling Based Instruction

4- Academic Achievement

5- Conceptual Understanding

6- Epistemological Beliefs

Tezimden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir.

TEŞEKKÜR

Uzun ve zorlu tez çalışmam boyunca akademik bilgi birikimini ve deneyimlerini benimle paylaşan ve tüm süreç boyunca beni cesaretlendirip, manevi desteğini hiç esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa EROL’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca yaptıkları eleştiriler ve yol gösterici tutumları ile bana yardımcı olan tez izleme jürisi üyelerim Sayın Prof. Dr. Nevzat KAVCAR ve Sayın Prof. Dr. Ömer ERGİN’e çok teşekkür ederim.

Katılımları ve çalışmaya karşı takındıkları olumlu tutum için tez uygulama çalışmasını birlikte yaptığım İlköğretim Bölümü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği İkinci Öğretim 2B Sınıfı öğrencilerinin tümüne tek tek teşekkürler...

Tez sürecimi Yurt İçi Doktora Burs Programı ile maddi olarak destekleyen TÜBİTAK’na teşekkür ederim.

Son olarak, tüm ömrüm ve tez çalışmam süresince desteklerini hiç esirgemeyen ve bu güne gelene kadar her zaman yanımda olan annem Münire BİLAL ve babam Mehmet Ali BİLAL başta olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkür ederim.

Esra BİLAL, 2010.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa Numarası
TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.1.1. Mevcut Durum, Geleneksel Fizik Öğretimi	1
1.1.2. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı ve Öğretime Uygulanması.....	4
1.1.3. Öğrenme İçeriği Olarak Elektrik.....	8
1.1.4. Akademik Başarı ve Kavramsal Anlama.....	11
1.1.5. Epistemolojik İnançlar.....	17
1.1.6. Modelleme Yoluyla Öğretim.....	20
1.2. Amaç ve Önem.....	30
1.3. Problem Cümlesi.....	31
1.4. Alt Problemler.....	31
1.5. Sayıtlılar.....	33
1.6. Sınırlılıklar.....	33
1.7. Tanımlar.....	33
1.8. Kısaltmalar.....	34
2. İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR.....	36
2.1. Elektrik Konusunda Kavramsal Anlama/Öğrenme Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	37
2.1.1. Kavram Yanılgıları.....	37
2.1.2. Kavramsal Değişim.....	44
2.2. Modelleme Yoluyla Öğretim Üzerine Yapılan Araştırmalar.....	48

2.3. Epistemolojik İnançlar Üzerine Yapılan Araştırmalar.....	54
2.3.1. Epistemolojik İnançların Dayandığı Temeller.....	54
2.3.2. Epistemolojik İnançların Belirlenmesi.....	56
2.3.3. Epistemolojik İnançların Diğer Değişkenler İle İlişkisi.....	61
2.3.4. Öğretim Yöntemlerinin Epistemolojik İnançlar Üzerine Etkisi.....	67
3. YÖNTEM.....	70
3.1. Araştırma Modeli.....	70
3.2. Denekler.....	70
3.3. Veri Toplama Araçları.....	71
3.3.1. Elektrik Başarı Testi (EBT).....	71
3.3.2. Elektrik Kavram Testi (EKT).....	74
3.3.3. Elektrik Yazılı Sınavı (EYS).....	78
3.3.4. Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik (Epistemolojik) İnançlar Ölçeği (BBDYİÖ).....	79
3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları (YYGS).....	83
3.4. Deney Deseni.....	83
3.5. İşlem Yolu.....	84
3.5.1. Deney Grubundaki Deneysel Süreç.....	85
3.5.2. Kontrol Grubundaki Deneysel Süreç.....	89
3.6. Veri Çözümleme Teknikleri.....	90
4. BULGULAR ve YORUMLAR.....	91
4.1. Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Akademik Başarıya Etkisi.....	91
4.1.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi akademik başarılarının karşılaştırılması.....	92
4.1.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişim....	93
4.1.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası akademik başarılarının karşılaştırılması.....	96
4.2. Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Kavramsal Anlamaya	

Etkisi.....	97
4.2.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin, uygulama öncesi kavramsal anlamalarının karşılaştırılması	98
4.2.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası kavramsal anlamalarındaki değişim.	98
4.2.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin, uygulama sonrası kavramsal anlamalarının karşılaştırılması	100
4.2.4. Elektrik Kavram Testinin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	100
4.2.4.1. Soru 1 ve Soru 2 nin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	101
4.2.4.2. Soru 3, Soru 4 ve Soru 5'in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	106
4.2.4.3. Soru 6, Soru 7 ve Soru 8 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	113
4.2.4.4. Soru 9, Soru 10 ve Soru 11 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	120
4.2.4.5. Soru 12 nin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	125
4.2.4.6. Soru 13, Soru 14 ve Soru 15 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular...	127
4.2.4.7. Soru 16, Soru 17 ve Soru 18 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular...	135
4.2.4.8. Soru 19, Soru 20 ve Soru 21 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular...	141
4.2.4.9. Soru 22, Soru 23 ve Soru 24 ün Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular...	147
4.2.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular.....	151
4.3. Modelleme Yoluyla Öğretimin Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlara Etkisi.....	155
4.3.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının karşılaştırılması.....	155
4.3.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası ve öncesi bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarındaki değişim.....	156
4.3.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının karşılaştırılması.....	157
4.4. Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Arasındaki İlişki.....	158

4.4.1. Deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişki.....	158
4.4.2. Kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişki.....	160
5. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	163
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	163
5.2. Öneriler.....	169
KAYNAKÇA.....	171
EKLER.....	189
EK 1. UYGULAMA İZİN BELGESİ.....	190
EK 2. KATILIMCI İZİN BELGESİ.....	191
EK 3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARININ GELİŞTİRİLMESİ İÇİN ALINMIŞ İZİN BELGESİ.....	192
EK 4.ÜNİTELER BAZINDA ÖĞRENCİ KAZANIMLARI.....	193
EK 5. ELEKTRİK BAŞARI TESTİ.....	203
EK 6. ELEKTRİK KAVRAM TESTİ.....	208
EK 7. ELEKTRİK YAZILI SINAVI.....	217
EK 8. BİLİMSEL BİLGİNİN DOĞASINA YÖNELİK İNANÇLAR ÖLÇEĞİ.....	219
EK 9. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI.....	220
EK10. MODELLEME DENEYLERİ.....	224
EK 11. ELEKTRİK ÜNİTELERİ PROBLEMLERİ	228

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Geleneksel ve Yapılandırmacı Sınıfların Karşılaştırılması.....	6
Tablo 2.1. Bilme ve Öğrenme Teorilerine Ait Veri Toplama Araçları ve Özellikleri.....	55
Tablo 3.1. EBT Maddelerinin Doğruluk Oranları ve Ayırtedicilik İndisleri.....	72
Tablo 3.2. EBT Sorularının Üniteler Bazında Dağılımı.....	73
Tablo 3.3. EKT Sorularına Ait Doğruluk Oranları ve Ayırtedicilik İndisleri.....	75
Tablo 3.4. EKT Sorularının Üniteler Bazında Dağılımı.....	76
Tablo 3.5. EKT Yazılı Açıklama Bölümüne Ait Kavramsal Anlama Kategorileri.....	77
Tablo 3.6. EYS Sorularının Üniteler Bazında Dağılımı.....	78
Tablo 3.7. BBDYİÖ Alt Boyutları.....	81
Tablo 3.8. BBDYİÖ Güvenirlilik Çalışması Sonuçları.....	82
Tablo 3.9. Deney Deseni.....	84
Tablo 4.1. EBT ve EYS Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları.....	93
Tablo 4.2. EBT Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	94
Tablo 4.3. EYS Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	95
Tablo 4.4. EBT Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları...	96
Tablo 4.5. EKT Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları...	98
Tablo 4.6. EKT Ön-Son Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	99
Tablo 4.7. EKT Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları...	100
Tablo 4.8. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 1 ve Soru 2 ye Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı.....	102
Tablo 4.9. EKT Soru 1 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	103

Tablo 4.10. EKT Soru 2 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	104
Tablo 4.11. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 3 ve Soru 4 ye Soru 5 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı.....	107
Tablo 4.12. EKT Soru 3 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	108
Tablo 4.13. EKT Soru 4 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	110
Tablo 4.14. EKT Soru 5 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	112
Tablo 4.15. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 6 ve Soru 7 ye Soru 8 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı.....	114
Tablo 4.16. EKT Soru 6 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	115
Tablo 4.17. EKT Soru 7 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	117
Tablo 4.18. EKT Soru 8 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	118
Tablo 4.19. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 9 ve Soru 10 ye Soru 11 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı....	121
Tablo 4.20. EKT Soru 9 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	122
Tablo 4.21. EKT Soru 10 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	123
Tablo 4.22. EKT Soru 11 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	124
Tablo 4.23. EKT Soru 12 İçin Öğrenci Çizimlerinin Grupları.....	125
Tablo 4.24. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 13 ve Soru 14 ye Soru 15 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı	128
Tablo 4.25. EKT Soru 13 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	129
Tablo 4.26. EKT Soru 14 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	131
Tablo 4.27. EKT Soru 15 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	133
Tablo 4.28. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 16, Soru 17 ve Soru 18 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı....	135
Tablo 4.29. EKT Soru 16 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	136
Tablo 4.30. EKT Soru 17 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	138
Tablo 4.31. EKT Soru 18 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	139
Tablo 4.32. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 19, Soru 20 ve Soru 21 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı....	142
Tablo 4.33. EKT Soru 19 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	143
Tablo 4.34. EKT Soru 20 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	144
Tablo 4.35. EKT Soru 21 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	145

Tablo 4.36. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 22, Soru 23 ve Soru 24 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı....	147
Tablo 4.37. EKT Soru 22 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	148
Tablo 4.38. EKT Soru 23 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	149
Tablo 4.39. EKT Soru 24 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları.....	150
Tablo 4.40. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler İçin Öğrencilerin EKT ve EBT Test Puanları.....	151
Tablo 4.41. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerde Elde Edilen Anlama Zorlukları ve Kavram Yanılgıları.....	152
Tablo 4.42. BBDYİÖ Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları.....	156
Tablo 4.43. BBDYİÖ Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	156
Tablo 4.44. BBDYİÖ Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları.....	157
Tablo 4.45. Deney Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Akademik Başarıları, Kavramsal Anlamaları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançları Arasındaki İlişki.....	159
Tablo 4.46. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Akademik Başarıları, Kavramsal Anlamaları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançları Arasındaki İlişki.....	162

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Halloun'un (2004) Modelleme Yoluyla Öğrenme Döngüsü.....	24
Şekil 1.2. Hestenes'in (2002) Modelleme Yoluyla Öğretim Döngüsü.....	27
Şekil 3.1. EKT Örnek Maddesi.....	74
Şekil 3.2. BBDYİÖ Özdeğer-Faktör Sayısı Değişimi Grafiği.....	81
Şekil 3.3. Grup Çalışmasıyla Modelleme Deneyi Yapan Öğrenciler.....	87
Şekil 4.1. Deney ve Kontrol Gruplarının EBT ve EYS Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları Grafiği.....	92
Şekil 4.2. Deney ve Kontrol Gruplarının EKT Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları Grafiği.....	97
Şekil 4.3. Deney ve Kontrol Gruplarının BBDYİÖ Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları Grafiği.....	155
Şekil 4.4. Deney Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlarının Değişim Grafikleri.....	158
Şekil 4.5. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlarının Değişim Grafikleri.....	161

ÖZET

Bu çalışmada lisans düzeyindeki elektrik konularının modelleme yoluyla öğretiminin, öğrencilerin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkileri ve akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve epistemolojik inançları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Araştırmada yarı deneme modellerinden biri olan eşitlenmemiş kontrol gruplu öntest-sontest araştırma modeli kullanılmış ve araştırma 2007-2008 eğitim öğretim yılında Genel Fizik II dersi alan üniversite ikinci sınıf öğrencilerinin oluşturduğu (n=41) iki grup üzerinde yürütülmüştür. Deney grubunda modelleme yoluyla öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır.

Araştırma verileri Elektrik Başarı Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Elektrik Kavram Testi, Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Ölçeği ile toplanmıştır. Araştırma verilerinin analizinde parametrik olmayan test teknikleri kullanılmıştır.

Araştırma bulgularına göre, modelleme yoluyla fizik öğretiminin elektrik konularındaki akademik başarı ve kavramsal anlama üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve epistemolojik inançları arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları ışığında geliştirilen öneriler sunulurak çalışma tamamlanmıştır.

Esra BİLAL, 2010.

ABSTRACT

In this research, it was aimed to determine effects of modeling based electricity instruction on the students' academic achievement, conceptual understanding and beliefs about the nature of scientific knowledge and also the correlation among the students' achievement, conceptual understanding on electricity subjects and beliefs about the nature of scientific knowledge .

In the research, pre-test and post-test research model with unbalanced control group, which is one of the semi-experimental models, was used and the research was carried out on two groups consisting of second grade students (n=41) at graduate level who took General Physics II course at 2007-2008 academic year. Modeling based electricity instruction was carried out in the experimental group and traditional physics instruction was carried out in the control group.

The research data was collected by means of Electricity Success Test, Electricity Essay, Electricity Concept Test, Semi-Structured Interview Questions and Beliefs on the Nature of Scientific Knowledge Scale. Non-parametric test techniques were used in order to analyze the research data.

According to the findings of the research, it was seen that modeling based instruction had positive effects on students' academic achievement and conceptual understanding of electricity subjects. Moreover, it was determined meaningful correlations between the experimental group students' academic achievement, conceptual understanding and beliefs on the nature of scientific knowledge. Some suggestions were forwarded under the light of results.

Esra BİLAL, 2010.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Tezin bu bölümünde, araştırmayı ortaya çıkaran problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi ve alt problemleri, sayıtları ve sınırlılıkları, araştırmada kullanılmış bazı terimler ve durumlara ait tanımlar ve kısaltmalar bulunmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Araştırmanın problem durumunda öncelikle üniversite seviyesinde kullanılan mevcut öğretim şekli, geleneksel fizik öğretimi, artıları ve eksileriyle irdelendikten sonra, yapılandırmacı öğrenme kuramı ve tezde neden modelleme yoluyla öğretim kullanıldığı açıklanmaktadır. Ayrıca öğrenme içeriği olarak seçilen elektrik konularının neleri kapsadığı belirlendikten sonra bu konulardaki kavramsal anlama ve akademik başarıya ait durum ele alınmakta ve son olarak epistemolojik inançlar ile araştırma problemi arasındaki bağ kurulmaktadır.

1.1.1. Mevcut Durum, Geleneksel Fizik Öğretimi

Okullarımızda süregelen öğretmen merkezli geleneksel öğretim uygulamaları, büyük ölçüde davranışçı öğrenme kuramına dayalıdır ve bu anlayışta, bilgi nesnel gerçekliğe dayalı ve mutlak bir bütün olarak görülür (Deryakulu, 2001). Davranışçı öğrenme kuramları öğrenme-öğretme sürecini uzun yıllardır etkilemiştir ve bu kurama dayalı öğretimde nesnel, objektif ve kesin olan bilginin öğrencilere bir

otorite tarafından aktarılabileceği düşünülmektedir (Erdamar ve Demirel, 2008). Davranışçı öğretim uygulamalarında, öğrencilerin öğrenirken hangi etkinliklerde bulunacakları da önceden onlar adına öğretmen ya da uzmanlar tarafından kararlaştırılır ve uygulanır (Şimşek ve Deryakulu, 1994). Öğretmen öğrencilere sormadan her şeyi planladığı için öğrencinin sorumluluğu çok azdır. Öğretmen öğrencilerin öğrenmesini sağlamakla yükümlüdür. Bu nedenle öğrenmedeki başarısızlık ya öğretmenin suçu ya da öğrencinin öğrenme yeteneğinin olmayışı şeklinde yorumlanır (Atasoy, 2004:123).

Davranışçı kurama dayalı öğretimde izlenen yol genellikle öğrencilerin özelliklerinin belirlenmesi gereksinimlerin saptanması davranışçı amaçların yazılması öğrenme içeriğinin sunulması değerlendirmenin yapılması ve pekiştireç verilmesi şeklindedir (Cooper, 1993). Öğrenme sürecinde öğrencinin zihinsel etkinliklerini dışlayan bu yöntem, temel ilgisini istenilen davranışların öğrencide oluşmasını sağlayacak dış çevrenin (öğretim ortamları, materyalleri ve stratejileri) düzenlenmesi üzerinde yoğunlaştırmıştır (Deryakulu, 2001; Şahinel, 2002). Geleneksel öğretim ortamlarında yürütülen etkinliklerde, didaktik anlatımla, kitapla, tebeşirle ve çalışma yapraklarıyla mutlak bilginin ve öğrenmenin delilleri doğrulanmakta, gerçekler öğretilmekte ve öğrenilmektedir (Keser ve Akdeniz, 2002). Mevcut öğretim kullanılan ders kitaplarında konu bilginin yapılandırılması şeklinde değil bilginin aktarılması anlayışına bağlı olarak düzenlenmiştir ve öğretmen kitaplarda olan bu tarz bilgileri tekrar ederek aktarmaktadır (Atasoy, 2004:123) ve öğrencilerden bu bilgiyi sorgulamaksızın kabullenmeleri beklemektedir. Geleneksel sınıflardaki öğrenciler kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu taşıyamayacak kadar edilgen tutulmaktadır ve bu tutumun öğrencinin özgüvenini, güdüsünü ve yaratıcılığını yok ettiği düşünülmektedir (Açıkgöz, 2003:33).

Geleneksel öğretimin öğrencilere uzman problem çözme yollarını öğretmekte yetersiz olduğu da açıktır. Geleneksel fizik öğretiminde sıklıkla izlenen öğretim yolu, öğrencilere denklemler şeklinde olan fizik yasalarını vermek ve bu denklemler yardımıyla nasıl problem çözeceğini öğretmektir; öğrenciden beklenen ise problemde verilenleri uygun denklemlerle eşleştirip gerekli cebirsel işlemler

sonucunda bilinmeyeni bulmaktır (White, 1993).

Geleneksel öğretim yoluyla edinilen bilgi, öğrencilerin varolan bilgileri ile genellikle tam olarak birleştirilemez ve bu nedenle yeni bilgi öğrenciler tarafından yalnızca sıklıkla sınavlar gibi okul etkinliklerinde kullanılmak üzere üretilir ve diğer zamanlarda kullanılmaz ya da kullanılabileceği fark edilmez. Bu nedenle öğrenciler bilgiyi pasif şekilde toplayıcı rolündedirler. Oysa fizik dersine yeni başlayan bir öğrenci, derse fiziksel olgular hakkında kişisel deneyimlerinden derlediği bir inanç ve sezgi sistemine sahip olarak gelir (Halloun ve Hestenes, 1985). Öğrencinin fizik dersinde öğrendiği bilgilerini önceden edinmiş olduğu deneyimlerini yorumlamakta kullanır ve geleneksel öğretimin önemsemediği bu ön deneyimler öğrencilerin derslerde ne öğrendiğini belirlemede önemli birer faktördür (Halloun ve Hestenes, 1985).

Öğrenme üzerine yapılan çalışmalar çoğu fizik öğreticisinin geleneksel yolla ulaşmayı düşündüğü hedefler ile öğrencilerin kavramsal anlamaları arasında fark olduğunu ortaya çıkarmıştır (Duit ve Treagust, 1998:46-69; Heron ve Meltzer, 2005; Thorton, 1999). Geleneksel öğretim yöntemleri öğrencilerin fiziği anlaması konusunda yardımcı olamamaktadırlar (Hestenes, 2006; Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Van Heuvelen, 2001; Redish ve Steinberg, 1999; Wells, Hestenes ve Swackhamer, 1995) ve fizik eğitiminde o kadar etkisizdirler ki öğrenme sürecinin sonundaki kazanç hemen hemen ihmal edilebilirdir (Özel, 2004).

Özetle; geleneksel anlayışta eğitim, öğretmen merkezlidir ve öğretmen öğrenci-bilgi üçgeninde, öğretmen bilgiyi aktaran, öğrenci ise bilgiyi alan durumundadır bu nedenle öğrenci bilginin oluşmasında aktif değil pasif bir rol üstlenir. Bu yolla öğrenilen bilgiler kalıcı değildir, sınavlar için ezberlenip daha sonra hızla unutulur, bilgilerin çoğu öğrencilerce eksik ya da yanlış anlaşılır ve öğrenciler öğrendikleri bilgi ve becerileri gelecek yaşamlarında etkin biçimde kullanamazlar.

Bilgi çağının yaşandığı günümüzde fen bilimleri, büyük bilgi birikimi ve

teknolojideki hızlı değişmelerle karakterize edilmekte ve eğitim sistemimizdeki temel amacın, öğrencilere mevcut bilgileri aktarmaktan çok, bilgiyi elde etme becerilerinin kazandırılması olması gerektiği vurgulanmaktadır (Gömleksiz ve Bulut, 2006). Davranışçı öğrenme kuramı ve geleneksel öğretim ile ilgili olarak ortaya koyulan tüm bu sorunlar eğitim bilimcileri daha verimli, etkili bir öğretim uygulaması geliştirmeye yöneltmektedir. Bu nedenle öğrenmenin nasıl gerçekteştiğine odaklanan farklı kuramlar geliştirilmiştir. Öğrencilere yukarıda bahsedilen nitelikleri kazandırabileceğine inanılan yapılandırmacı öğrenme kuramı ve bu kuramdan öğretimde nasıl faydalanılabileceğine dair bilgi aşığıda verilmektedir.

1.1.2. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı ve Öğretime Uygulanması

Öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmeye başlayan yapılandırmacılık zamanla öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırdıklarına ilişkin bir yaklaşım halini almıştır (Demirel 2004:233; Şaşan, 2002). Demirel'e (2004:233) göre yapılandırmacılık, öğretimle ilgili bir kuram değil, bilgi ve öğrenme ile ilgili bir kuramdır ve bu kuram bilgiyi temelden kurmaya dayanır.

Yapılandırmacılığın temelinde, öğrencilerin önceden edinmiş oldukları bilgiler ve geçmiş deneyimlerinin öğrenmeyi kolaylaştıran ve güçlendiren zengin bir kaynak olduğu inancı vardır. Çünkü geleneksel öğretimde görüldüklerinin aksine yapılandırmacı öğrenme kuramında bireyler doldurulmayı bekleyen boş variller değildir, tersine anlamları araştıran etkin organizmalardır (Jonassen, 1991). Bireylerin geçmiş yaşantıları aynı olmadığı için bir kavramla ilgili şemaları ve yeni bilgiyi yorumlamaları da diğer bir birey ile aynı olamaz. Bu düşünceye göre öğrenci yeni kazandığı bilgileri daha önceden sahip olduğu bilgilerle karşılaştırarak yorumlar ve anlamlı hale getirerek zihnine yerleştirir bu nedenle öğrenci kendine sunulan bilgiyi aynen kabullenmek yerine, kendi zihin yapısına uygun olarak anlamlandırır (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2006:66)

Yapılandırmacılıkta geçmiş deneyim ve bilgiler yeni bilgiye veya

uyarımlara anlam vermede önemli bir faktör olarak görülmektedir. Yapılandırmacılığa göre bilgiyi yapılandırma gereksinimi, bireyin çevresiyle etkileşimi sırasında geçirdiği yaşantıların getirdiği sıkıntılarla baş edebilmek için bilgiyi yapılandırmaya ve yaşantılarından anlam çıkarmaya çalışırken ortaya çıkar ve bu süreç yaşam boyu sürer (Açıkgöz, 2003:61). Her kazanılan bilgi bir sonraki bilgiyi yapılandırmaya zemin hazırlarlar böylece yapılandırmacı öğrenme var olanlarla yeni olan öğrenmeler arasında bağ kurma ve her yeni bilgiyi var olanlarla bütünleştirme sürecidir (Şaşan, 2002)

Ayrıca bu yaklaşımda bilgi ya da anlamın dış dünyada bireyden bağımsız olarak var olmayacağı ve edilgen olarak dışarıdan bireyin zihnine aktarılamayacağı, tersine etkin biçimde birey tarafından zihinde yapılandırıldığı görüşü benimsenmiştir (Duffy ve Jonassen, 1991; Erdamar ve Demirel, 2008; Hand ve Treagust, 1991; Olssen, 1996). Öğrenciler yeni kazandığı bilgileri eski bilgileri ile karşılaştırarak zihninde yeniden yapılandırır ve böylece etraflarındaki dünyayı anlamlandırır (Özmen, 2004). Bu nedenle, öğrencilerin ön bilgileri ve varsa kavram yanılgıları ortaya çıkarılmalı ve öğretim bunların dikkate alınmasıyla planlanmalıdır, çünkü öğrenci yeni bilgilerini bu eksik ya da hatalı bilgileri üzerine kuracaktır. Farklı yaşantılara sahip bireyler farklı yapılar üretirler. Görüldüğü gibi, öğrenme sürecinde öğrencilerin daha fazla sorumluluk almaları ve aktif olmaları gerekir.

Bazı eğitimciler yapılandırmacı öğrenmeye Piaget'nin bilişsel gelişme aşamaları yoluyla yaklaşırken bazıları Dewey'in deneyselselciği aracılığıyla yaklaşmaktadır; diğerleriyse objektivizmin yani gelenekselciliğin karşıtı olarak kabul etmektedir. Bu kuramcılar öğrenciyi doğasında etkinlik olan bir kişi olarak görmüşlerdir. Başka türlü ifade etmek gerekirse, öğrenci pasif olarak çevresinde olup bitene tepki veren biri değil, dünyada etkin bir rol oynayan kendi kendini düzenleyen biri olarak kabul edilir. Detaylar tartışmaya açıktır fakat çoğu otorite yapılandırmacılığa göre öğrencilerin bilgilerini oluştururken deneyimlerine dayanan aktif katılımına ihtiyaç duyulduğu konusunda hemfikirdir (Özerbaş, 2007).

Bir öğrenme yaklaşımı olarak yapılandırmacılık; radikal yapılandırmacılık ve sosyal yapılandırmacılık olmak üzere iki alanda incelenmektedir (Açıkgöz, 2003:63). Radikal yapılandırmacılıkta bilgiyi yapılandırma bireysel bir etkinlik olarak görülürken sosyal yapılandırmacılıkta zihinsel süreçlerin özünde toplumsal süreçler olduğuna inanılır.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının benimsendiği sınıflar ile geleneksel sınıflar arasındaki farklılıklar Tablo 1.1 de verilmiştir.

Tablo 1.1.
Geleneksel ve Yapılandırmacı Sınıfların Karşılaştırılması*

Geleneksel Sınıf	Yapılandırmacı Sınıf
• Önceden hazırlanmış programlara sıkı sıkıya bağlılık söz <i>konusudur</i>. • <i>Öğrenciler bilgi</i> ile doldurulabilecek levhalar olarak ve bilginin pasif alıcısı olarak görülürler • Öğretmenler bilgiyi aktaran kaynak olarak algılanır. • Öğrenciler öğretim sürecinde genellikle bireysel olarak çalışırlar. • Öğrenciler öğretim sonunda ve genellikle testler aracılığıyla değerlendirilirler.	• Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre program yönlendirilebilir. • Öğrenciler kendi öğrenmelerinden sorumlu olan, edindikleri bilgilere anlam veren bireylerdir. • Öğretmenler öğrenciyle etkileşime giren öğrenme çevresini düzenleyen yol göstericilerdir. • Öğrenciler grup içerisinde diğerleriyle etkileşim halindedirler. • Öğrenciler öğretim süresince değerlendirilirler.

*Saban (2002) *Öğrenme-Öğretme Süreci* ve Demirel (2004) *Eğitimde Program Geliştirme* adlı kitaplardan uyarlanmıştır.

Yapılandırmacılıkta öğrenme sürecinin temel ilkeleri şöyle sıralanabilir (Saban, 2002:171).

- Öğrenme edilgen bir süreç değil, etkin bir öğrenme ortamı oluşturma

sürecidir.

- Öğrenme öznelidir.
- Öğrenme durumsal olup çevresel olanaklara göre biçimlenir.
- Öğrenme sosyaldır.
- Öğrenme duygusaldır.
- Öğrenenin nasıl öğrendiği dikkate alınır.
- Öğrenme gelişimseldir.
- Öğrenme öğrenci merkezlidir.
- Öğrenme süreklidir.

Yapılandırmacı öğrenme kuramının okul ortamında uygulamaları farklı şekillerde yapılmaktadır. Bununla birlikte bu kuramın öğretime uyarlandığı dört aşamalı en temel model (4E modeli) şu şekildedir (Ayas, 1995):

Birinci Aşama: Bu aşamada öğrencilerin dikkatleri öğrenilecek kavram üzerine çekilir ve onların kavrama yönelik yaşantıları, eğer varsa yanlış öğrenmeleri belirlenmeye çalışılır ve bu yolla öğrencilerin kavramla ilgili ön öğrenmeleri yani hazır bulunuşluk düzeyleri belirlenir. Bunun için genelde sınıf içi tartışmalardan ve uygulanacak yazılı test sonuçlarından yararlanılır. Öğretim etkinlikleri elde edilen verilere göre düzenlenir.

İkinci Aşama: Bu aşamada öğrencilerin, öğrenilecek kavramla ilgili zengin öğrenme yaşantıları geçirmeleri için çaba gösterilir. Bu nedenle bu aşamaya **odaklama aşaması** da denilir. Bu amaçla öğretmen, öğrencilere ilginç gelebilecek araç-gereçleri kullanmanın yanı sıra, onları öğrenme sürecinde aktif kılacak öğretim yöntemlerinden (grup çalışması, beyin fırtınası, sınıf tartışması, yeni araç-gereçlerle deneyim kazanma vb.) yararlanmaya çalışır ve öğrencileri kavramlarla ilgili düşünmeye ve yorum yapmaya yöneltir.

Üçüncü Aşama: Bu aşama, öğrencinin kavramla ilgili yeni öğrendiklerini ön öğrenmeleriyle karşılaştırdığı ve sorguladığı aşamadır, **mücadele aşaması** olarak da adlandırılır. Eğer öğrencinin kavramla ilgili yeni öğrendiği bilgiler, önceki

öğrendikleriyle çelişmiyor ve zihninde belli bir sınıfa yerleşiyorsa bu bilgiler belleğe kaydedilir. Yeni öğrenilenlerin önceki öğrenilenlerle çatışması durumunda ise öğrenci zihninde kavramla ilgili birtakım yeni düzenlemeler yapar. Bunun için öğrenciye öğrenilecek kavramla ilgili değişik birçok örnek sunulur. Yapılacak açıklamaların öğrencilerin anlayabileceği düzeyde olmasına özen gösterilir.

Dördüncü Aşama: Bu aşama, öğrencilerin kavramla ilgili yeni öğrendiklerini başka durumlara uyguladıkları aşamadır bu yüzden **uygulama aşaması** da denilir. Bunun için öğrenme-öğretme sürecinde öğrencilerin öğrenilen kavramla ilgili değişik uygulamalar yapmalarına olanak sağlayacak problem çözme, kompozisyon yazma gibi etkinliklere yer verilir.

Bu dört aşamalı modelin dışında en bilinen uygulamalardan biri girme (enter), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleşme (elaborate), değerlendirme (evaluate) aşamalarını içeren 5E modeli ve teşvik etme (excite), keşfetme (explore), açıklama (explain), genişletme (expand), kapsamına alma (extend), değiştirme (exchange), inceleme/sınama (examine) aşamalarını içeren 7E modelidir (Çepni, Şan, Gökdere ve Küçük, 2001).

Yapılandırmacı öğrenme kuramı ve kuramın öğretime uygulanması hakkında verilen bilgiler göz önüne alındığında geleneksel öğretimin yukarıda açıklanan yetersizliklerini gidermede etkili olacağı düşünülmektedir. Ayrıca araştırmada kullanılan modelleme yoluyla öğretim öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol oynadıkları, mevcut bilgilerinden yola çıkarak kendi bilgilerini yapılandırdıkları bir süreci içermektedir ve bu açıdan yapılandırmacı öğrenme kuramının temelleri ile sıkı bağlara sahiptir.

1.1.3. Öğrenme İçeriği Olarak Elektrik

Mevcut öğretim sistemimizde elektrik konularının öğretimi ilköğretim seviyesinde başlamakta ve Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi içeriği olarak işlenmektedir. İlköğretim düzeyinde öğretilen elektrik konularında öğrencinin genel

olarak:

- Çevresindeki elektrikli araçları tanınması,
- Araçları kullanırken nelere dikkat etmesi gerektiğini bilmesi,
- Basit elektrik devrelerini kurabilmesi,
- Devre elemanlarının işlevlerini açıklayabilmesi,
- Elektrik enerjisi iletiminin hangi maddelerle sağlanacağını bilmesi,
- Elektriklenme türlerini bilmesi,
- Elektrik akımı ve gerilim kavramlarını anlaması ve akım ve gerilimi ölçebilmesi,
- Direnç-akım-gerilim arasındaki ilişkiyi kurabilmesi,
- Ampulleri ve pilleri seri ve paralel bağlayabilmesi ve günlük hayatta bu bilgilerini kullanabilmesi amaçlanmaktadır (Bağ ve Uşak, 2005)

Ortaöğretim seviyesine gelindiğinde elektrik konularının öğretimi Fen Bilimleri 2 Dersinde Madde ve Elektrik Ünitesinde işlenmektedir. Bu ünite kapsamındaki konular oldukça kapsamlıdır ve ünitenin amaçları MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından (URL1) aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Elektriklenmeyi ve elektrik yükünü kavrayabilme
- Yüklü iki cisim arasındaki etkileşmeyi kavrayabilme
- Elektrik yükünü ve akımı ölçebilme
- Maddelerin elektrik iletmelelerinin atomik yapılarından kaynaklandığını kavrayabilme
- Elektrik akımı kaynakları görme ve bunların nasıl çalıştığını kavrayabilme
- Alternatif akım kaynaklarını görme ve bunların nasıl çalıştığını kavrayabilme
- Basit elektrik devrelerini görme, devre elemanlarını tanıma, seri ve paralel bağlantıları inceleme ve devrelerin emniyetinin nasıl sağlandığını anlama

12. sınıfa gelindiğinde Elektrik ve Elektronik Ünitesinde elektrik konularının tekrar ele alındığı görülmektedir. Bu ünitenin amaçları MEB Talim ve

Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından (URL1) aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Değişken akım ve doğru akım arasındaki farkları ayırt edebilme
- Değişken akımın frekans etkin değer ve maksimum gerilim değerlerini ifade edebilme
- Elektrik enerjisinin sığaçlarda nasıl depolandığını açıklama
- Yüklendiği bir sığaçta yük gerilim arasındaki ilişkiyi keşfetme
- Bir sığacın sığasının geometrik özelliklerine bağlı olduğunu açıklayabilme
- Değişken ve doğru akım devrelerinde sığacın davranışını açıklayabilme
- Eşdeğer sığayı hesaplayabilme
- Değişken ve doğru akım devrelerinde bobinin davranışını açıklayabilme
- Elektrik enerjisinin santrallerden evlere iletimini açıklayabilme
- Bir transformatörün çıkış gerilimi ile akım değeri arasındaki ilişkiyi deneyerek bulabilme
- Elektronik devrelerinde kullanılan diyot, transistör, LED, fotodiyot, fotodirenç gibi devre elemanlarının rolünü kavrayabilme
- Basit elektronik devrelerini kurabilme

Görüldüğü gibi elektrik konularının öğretimi küçük yaşlarda başlamakta ve lisans seviyesine gelene kadar konu içeriği artarak ve yoğunlaşarak devam etmektedir. Ayrıca elektrik konularının uygulamaları günlük yaşamımızda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Buna rağmen üniversiteye gelen pek çok öğrencinin elektrik konularında anlama zorluklarına ve kavram yanlışlarına sahip olduğu hatta üniversite öğretimi sonunda bile bu sıkıntıların sürebildiğini gösteren pek çok araştırma vardır (Çepni ve Keleş, 2006; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhart ve Beichner, 2004; Fruio ve Guisasola 1998; Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001; Sencar ve Eryılmaz, 2002; Thacker, Ganiel ve Boys, 1999; Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay, 2008). Bu araştırmaların sonuçları Bölüm II de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tezin uygulama kısmında öğrenme içeriği olarak elektrik konuları

seçilmiştir. Elektrik konuları günlük yaşamla, teknolojik gelişmelerle ve üniversite Temel Fizik Dersi içeriğindeki diğer pek çok konu ile ilişkilidir. Bu nedenle bu konuların öğrencilerce öğrenilmesi önemlidir. Ayrıca elektrik konularından seçilmesinin bir diğer nedeni bu konuların modelleme yoluyla öğretim uygulamaları için uygunluğu ve daha önce modelleme yoluyla öğretim konusunda yapılmış çalışmaların genellikle kuvvet ve hareket konuları üzerine odaklanmasına bir alternatif olması isteğidir. Uygulamanın yapıldığı elektrik konuları ve kısaca içerikleri aşağıdaki gibidir:

- 1. Elektrik Alan:** Elektrik yüklerinin özellikleri, yalıtkanlar ve iletkenler, Coulomb Yasası, elektrik alan, sürekli yük dağılımının elektrik alanı, elektrik alan çizgileri ve düzgün elektrik alanda hareket.
- 2. Gauss Yasası:** Elektrik akısı, Gauss yasası ve yüklü yalıtkan ve iletkenler için yasanın uygulamaları.
- 3. Elektriksel Potansiyel:** Potansiyel farkı ve elektrik potansiyeli, düzgün elektrik alanda potansiyel farkı, noktasal bir yükün ve sürekli yük dağılımının oluşturduğu elektrik potansiyeli ve enerjisi, elektrik potansiyeli elektrik alan ilişkisi.
- 4. Sığa ve Dielektrik:** Sığanın tanımlanması ve hesaplanması, kondansatörlerin bağlanması, kondansatörlerde depolanan enerji, dielektrikli kondansatörler.
- 5. Akım ve Direnç:** Piller, elektrik akımı, direnç, öz direnç, Ohm Yasası, elektriksel enerji ve güç.
- 6. Doğru Akım Devreleri:** Elektromotor kuvvet, dirençlerin bağlanması, Kirchhoff Kuralları, RC devreleri

Elektrik konularının lisans seviyesinde öğretimi ile ulaşılması istenen öğrenci kazanımları araştırmacı tarafından belirlenmiş ve Ekler bölümünde verilmiştir.

1.1.4. Akademik Başarı ve Kavramsal Anlama

Bu tezde öğretim sürecinin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamalarına etkilerinin incelenmesi planlanmıştır. Akademik başarıdan kasıt öğrencilerin bilişsel başarılarıdır. Öğrencilerin bu bakımdan öğretim sonundaki erişileri genellikle mevcut sistemde çoktan seçmeli testler ve yazılı sınavlar gibi yollar kullanılarak belirlenmektedir. Bu çalışmada akademik başarının yanı sıra ölçülen bir diğer değişken ise öğrencilerin kavramsal anlamalarıdır.

Kavramlar, eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırdığımızda gruplara verilen adlardır (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997:4.1). Fizik bilimi soyut kavramları da içerdiğinden, fizik öğreniminde kavramsal boyutta anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi çok önemlidir. Bu nedenle öğrencilere kendi kavramlarını oluşturmalarına fırsat verecek öğrenme ortamlarının sağlanması gerekmektedir.

Fizik eğitimi alanındaki araştırmaların vardığı önemli sonuçlardan birisi, öğrencilerin fizik ile ilgili bilimsel kavramlarda birçok yanılgıya sahip olarak eğitimlerine başladıkları, diğeriyse fizik konularındaki anlamalarının öğretim süreci sonunda bile oldukça yetersiz olduğudur (Engelhardt ve Beichner, 2004; Halloun ve Hestenes, 1985; Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001).

Bilim adamlarının görüşleri ile uyuşmayan öğrenci görüşleri fizik eğitimi alan yazınında araştırmacıların bu durumu açıklamak için seçtikleri yollara bağlı olarak çeşitli isimler ile karşımıza çıkar. Örneğin, ön kavramlar (preconceptions) (Clement, 1982), alternatif kavramlar (alternative conceptions) (Petersson, 2002; Van den Berg ve Grosheide, 1993), alternatif çerçeve (alternative frameworks) (Muthukrishna, Camine, Grossen ve Miller, 1993; Pardhan ve Bano, 2001) veya kavram yanılgısı (misconceptions) (Andre ve Ding, 1991; Caillot ve Xuan, 1993) gibi. Bu çalışmada öğrencinin kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından farklılık göstermesi durumu için kavram yanılgısı terimi kullanılacaktır.

Fizik eğitimi alanında yapılan araştırmalar, öğrencilerin mekanik (Clement,

1982; Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Gunstone, 1987; Trowbridge ve McDermott, 1981), yeryüzünde hareket (İsen ve Kavcar, 2006), elektrik ve manyetizma (Demirci ve Çirkinoglu, 2004; Maloney ve arkadaşları, 2001), ısı ve sıcaklık (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003), ışık (Kara, Avcı ve Çekbaş, 2008) gibi fiziğin her dalında kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin kavram yanlışlığı üzerine yapılan araştırmalarda ulaşılan ortak bir sonuç bu yanlışlığı değiştirmenin oldukça güç olduğudur (Duit and Treagust, 1998:5; Hameed, Haekling ve Garnet, 1993; Osborn ve Freyberg, 1985; Redish ve Steinberg, 1999). Üniversitede temel fizik eğitimini tamamlayan pek çok öğrenci de bile bu yanlışlığın devam ettiği görülmektedir (Periago ve Bohigas, 2005). Bazı çalışmalarda ise fen öğretmenlerinde bile benzer yanlışlıkların olduğu ortaya konulmuştur (Pardhan ve Bano, 2001). Öğrencilerin sınıfa bu kavram yanlışlığı ile birlikte gelmeleri bilimsel kavramları öğrenmeleri üzerinde olumsuz bir etkidir. Bir başka deyişle, öğrencilerin yeni kavramları öğrenmelerinde, konu ile ilgili daha önceden edindikleri bilgiler son derece önemlidir. Bu nedenle öğrenme yapılandırıcılık esaslarına dayanmalıdır.

Elektrik konuları günlük hayatımızda sıklıkla kullanılan konulardır. Bununla birlikte yapılmış olan çalışmalar öğrencilerin elektrik yüklerinin özellikleri (Başer ve Geban, 2007; Park, Kim, Kim ve Lee, 2001), elektrik alan ve elektriksel kuvvet (Engelhardt ve Beichner, 2004; Furio ve Guisasola, 1998; Pocovi, 2007; Saarelainen, Laaksonen ve Hirvonen, 2007; Törnkvist, Pettersson ve Tranströmer, 1993; Viennot ve Rainson, 1992) ile elektrik devreleri (Brna, 1988; Pardhan ve Bano, 2001; Thacker, Ganiel ve Boys, 1999; Planinic, Krsnik, Pecina, ve Susac, 2005) konularını hakkındaki anlamaları üzerine yoğunlaşmıştır. Üniversite düzeyinde genel içeriği yukarıdaki gibi olan elektrik konularında öğrencilerin zorlandıklarını ve kavramsal anlamalarının yetersiz ya da kavram yanlışlığına sahip olduğu hem yurtiçi hem de yurt dışındaki pek çok araştırmada (Çepni ve Keleş, 2006; Engelhardt ve Beichner, 2004; Furio ve Guisasola, 1998; Lee ve Law, 2001; Pardhan ve Bano, 2001; Park, Kim, Kim ve Lee, 2001, URL 2, URL 3, URL 4) ortaya konulmuştur.

Alanyazın incelendiğinde öğrencilerde elektrik konularında sıklıkla karşılaşılan kavram yanlışları ve anlama zorlukları temel konular bazında aşağıdaki gibi özetlenebilir (Bakınız Bölüm 2):

Elektriksel Alan ve Elektriksel Kuvvet:

- Elektrik alanda hareket eden bir yük her zaman alan çizgilerini takip eder/Alan çizgileri hareketli yüklerin yoludur.
- Elektrik alan çizgileri üzerinde olmadığı zaman bir yüke kuvvet etkimez.
- Alan çizgileri gerçektir.
- Alan çizgileri sadece iki boyutludur.
- Bir yerde yük yoksa orada elektrik alan çizgileri de yoktur.
- Yüklü cisimler her zaman elektrik alanla aynı yönde hareket ederler.
- Düzgün elektrik alandaki yüklü cisimler sabit hızla hareket ederler.
- Elektrik alanla zıt yönde hareket eden parçacıklar her zaman yavaşlarlar.
- Yük miktarları farklı iki cisimden yükü büyük olan cisim küçük olan cisme daha fazla kuvvet uygular.
- Yüklü bir cisim sadece pozitif ya da negatif tip yüke sahiptir.

Eşpotansiyel, Potansiyel Farkı ve Sığa:

- Eş potansiyel çizgileri üzerinde bir yükü hareket ettirmek için iş yapılır.
- Sığa ve pil aynı prensiple çalışır.
- Potansiyel farkı sadece sığanın iki levhası üzerinde vardır, levhalar arasında bir yerde potansiyel fark yoktur.
- Yükler dielektrik maddelerden akabilir -mesela cam-.
- Yükler kondansatör boyunca hareket eder.

Doğru Akım Devreleri:

- Dirençler akım harcarlar (tükenen akım modeli)
- Akım devre boyunca aktıkça kullanılıp biter.
- Bir pilin negatif ve pozitif kutuplarından çıkan ve devre içerisinde çarpışan iki ayrı akım vardır (çarpışan akımlar modeli)

- Bir lambanın pilin bir kutbuna bağlanması yanması için yeterlidir (tek uçlu akım modeli)
- Elektronlar devrede oldukça hızlı (ışık hızına yakın hızlarda) hareket eder.
- Yükler direnç üzerinden geçerken yavaşlarlar.
- Cisimlerin büyüklüğü ile direnci daima doğru orantılıdır.
- Daha büyük pil daha büyük gerilim demektir.
- Bir devredeki lambaların parlaklığı devredeki (bağlanışları dikkate alınmaksızın) pil sayısı ile doğru orantılıdır.

Görüldüğü gibi elektrik konularının kavranmasında öğrencilerin sorun yaşadığı pek çok nokta vardır. Kavram yanlışlarının giderilmesi ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için, mevcut bilgilerin gözden geçirilmesi ve yeni bilgilerle uyum sağlamak amacıyla bu yanlış bilgilerin değiştirilmesi gerekir. Bu süreç, **kavramsal değişim** süreci olarak adlandırılmaktadır (Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993). Kavramsal değişim süreci, Redish ve Steinberg (1999) tarafından öğrencilerin var olan kavramalarının yeniden yapılandırılması olarak tanımlanmıştır.

“Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerin kavram yanlışlarından, yani bilimsel olmayan bilgilerinden, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendiren, alternatif bir yaklaşımı temsil etmektedir ve Piaget’in özümleme, düzenleme ve dengeleme ilkeleri üzerine kurulmuştur” (Wang ve Andre, 1991; aktaran Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004).

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog’a (1982) göre öğrenciler karşılaştıkları yeni bir olguyla baş etmek için bazen var olan kavramlarını kullanırlar. Özümleme olarak adlandırılan bu durum kavramsal değişimin ilk aşamasıdır. Ancak sıklıkla öğrencilerin mevcut kavramları yeni bir olguyu başarıyla kavramalarında yetersiz kalır ve bilişsel bir çatışma yaşanır. Bu nedenle, öğrenci mevcut kavramlarını değiştirmek ya da yeniden düzenlemek zorunda kalır. Uyumsama denilen bu durum ilkinde göre kavramsal değişimin daha radikal bir halidir. Bununla birlikte Posner ve diğerleri (1982) her durumda kavramsal değişim olmayacağını, kavramsal

değişimin yaşanması için şu dört şartın sağlanması gerekir: **Hoşnutsuzluk:** Öğrenci var olan kavramından hoşnutsuz olmalıdır, yeni kavramı açıklamada mevcut kavram yetersiz kalmalıdır. **Anlaşılabilirlik:** Yeni kavram öğrenci için anlaşılır olmalıdır. **Makullük:** Yeni kavram öğrencinin aklına uygun olmalıdır. **Verimlilik:** Yeni kavram verimli olmalı yani gelecekte benzer sorunları çözebilmelidir. Ayrıca kavramsal değişimi etkileyen bir diğer önemli hususta bireyin kavramsal ekolojisidir. Kavramsal ekoloji çeşitli bilişsel yapıları –aykırılıkları, analogileri, metaforları, epistemolojik inançları, metafiziksel inançları, diğer araştırma alanlarından gelen bilgileri- içerir ve öğretmenlerce kavramsal değişimi kolaylaştırmak amacıyla dikkate alınmalıdır.

Carey (1991) e göre kavramlar arasındaki değişim üç süreçle başarılabılır: **Değiştirme:** Bu süreçte bir kavram diğerinin yerini alır. **Farklılaşma:** Bu süreçte başlangıçta var olan kavram iki veya daha fazla kavrama ayrılır. **Birleşme:** farklılaşmanın tam tersi bir süreçtir ve bu süreçte iki ya da daha fazla kavram tek bir kavram altında toplanır (aktaran: Özdemir ve Clark, 2007).

Kavramsal değişim yaklaşımı ile yapılandırmacı öğrenme kuramı arasında sıkı bağlar vardır. Yapılandırmacılıkta bireyin ön bilgileri ve deneyimlerinin yeni bilgiyi anlamlandırmada temel oluşturduğuna inanılır. Kavramsal değişim yaklaşımında da öğrencilerin öğretim öncesinde sahip olduğu kavram yanlışlarının diğer bilgileri öğrenmesini etkileyebileceği düşünülür ve bu nedenle bu yanlışların bilimsel olarak kabul gören bilgilerle değiştirilmesi gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınarak düzenlenmiş öğrenme ortamlarının kavramsal değişim için daha etkili olabileceği görülmektedir.

Özetle, öğrenciler üniversiteye elektrik konularındaki öğrenme güçlükleri, eksiklikleri ya da kavram yanlışları ile gelmektedirler. Bütün bunların yapılandırmacı öğrenme kuramı dikkate alındığında öğrencilerin Temel Fizik II dersindeki performanslarını ciddi şekilde etkileyeceği açıktır. Yine az önce bahsedilen araştırmalarında gösterdiği üzere geleneksel fizik öğretimi bu yanlışların üstesinden gelmede çok az etkili olabilmekte ya da etkisiz kalmaktadır ve bu sonuç,

çoğunlukla öğreticinin bilgi birikimi, deneyimi ya da öğretme yeteneğinden bağımsızdır. Bu nedenle öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek için yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

1.1.5. Epistemolojik İnançlar

Felsefenin bir alanı olan epistemoloji farklı yazarlar tarafından birçok yönüyle benzer olmasına karşın şu şekilde tanımlanmaktadır. Epistemoloji terimi yunanca epistémé (bilgi) ve logia (bilim/kuram/açıklama) sözcüklerinin birleşiminden oluşmaktadır (Deryakulu, 2004; Buehl ve Alexander, 2001) ve felsefenin bilgi sorununu ele alan; bilgi nedir, bilginin kaynakları nelerdir, insanlar nasıl bilir gibi çeşitli soruları yanıtlayan çalışma alanını nitelemektedir (Deryakulu, 2004). Sönmez (2005:11) epistemolojide “Bilgi nedir? Kaynakları var mıdır? Varsa nelerdir? Gerçek bilinebilir mi? Bilginin neliği nedir? Doğru, yanlış, olası, belirsiz bilgi nedir? Bilgi apriori mi, aposteriori mıdır? Doğruluk değeri nedir? Mutlak (kesin, yüzde yüz doğru) bilgi var mıdır?” vb. gibi sorularının incelendiğini ve ayrıca bu sorulara verilen yanıtların da epistemolojinin kapsamı içinde olduğunu söylemektedir. Demir ve Acar’a (1992:120) göre epistemoloji, bilginin doğası, kaynağı, sınırları, doğruluğu, güvenilirliği, geçerliliği ile elde edilme ve aktarılma biçimlerini inceleme, araştırma ve sorgulamayı konu edinen disiplin olarak tanımlanmaktadır. Buehl ve Alexander’a (2001) göre epistemolojik çalışmanın esasları arasında insan bilgisinin doğası ve yapısı ile bu bilginin doğrulanması (verify), savunması (justify) ya da tartışılmasına (argue) yönelik sorular vardır. Epistemoloji, bilginin doğası, kapsamı ve kaynağı ile ilgilenen felsefe dalıdır (URL 5).

Epistemoloji temelde üç ana konu ile ilgilenmektedir: 1. Bilginin kaynağı, 2. Bilginin doğruluğu ve 3. Bilginin sınırları. Özlem’e (2008: 42) göre epistemoloji bu ana konular çerçevesinde şu türden sorulara yanıt vermeye çalışmaktadır: Neyi bilebiliriz? Bildiğimiz sadece nesnenin bilgisi ile mi sınırlıdır? Nesne denince ne anlıyoruz? Nesneleri oldukları gibi mi yoksa bize göründükleri gibi mi biliyoruz? Bilgimizin kaynağı duyularımız mıdır deney midir? Yoksa bizde deneyden önce

sahip olduğumuz bazı bilgiler de var mıdır? Doğruluk nedir?

Varlık; çok boyutlu, çok yönlüdür. Bilgi de varlığa ilişkindir. Bu nedenle bilgi, ait olduğu alan, elde edilişi, özne nesne ilişkisi ve bilgi aktı açısından aşağıdaki biçimde çeşitli türlere ayrılabilir (URL 6):

Gündelik bilgi: Duyu organları aracılığıyla dış dünyanın açıklanma biçimidir. Bu bilginin oluşumunda denemelerin, tecrübelerin ve gözlemlerin etkisi büyüktür. Belirli bir yönleme dayanılarak kazanılmış bir bilgi değildir, genel geçerliliği de yoktur

Teknik bilgi: İnsanın temel ihtiyaçlarını karşılamak ve günlük yaşamını kolaylaştırmak amacıyla araç gereç yapımı ile ilgili bilgidir. Teknik bilginin bilgi aktı yararadır.

Dinî bilgi: Tanrı'nın insanlara peygamberler aracılığıyla, vahiy yoluyla doğru olan yaşam tarzını bildirmesi şeklindeki bilgidir. Kutsal olanla bunun karşısındaki insanın konumunu ifade eder. Dinsel bilgiye kesin iman ile inanılır, eleştirisi yapılamaz.

Coğrafi bilgi: Bir coğrafi varlık hakkındaki bilgidir. Mekansal Bilgi türüdür. Bu bağlamda Yermekansal Bilgi olarak da adlandırılır.

Felsefi bilgi: Şüphe edilerek başlayan düşünme yolculuğundaki şüphe edilemeyen en son düşüncedir.

Bilimsel bilgi: Bilimsel yöntem ve akıl yürütme yoluyla varlıklar hakkında elde edilen bilgidir. Bilimsel bilgi nedensellik ilkesini kullanarak olgular üzerinde hipotezler üretir ve bunları deneyle sınar. Deneysel testleri geçen hipotezler bilimsel bilgi dağarcığına katılır.

Çepni (2010:18) tarafından bilimsel bilgi bilim insanlarının nitel veya nicel gözlemler veya akıl yürütme yolu ile merak ettikleri varlıklar ve olaylar hakkında elde ettikleri bilgiler olarak tanımlanmaktadır.

Bilimsel bilgi açıklanırken temel alınan yaklaşıma göre farklı bakış açıları oluşmaktadır. Pozitivist açıdan bakıldığında gerçeklik heterojen değil homojendir; akla uygundur; gözlem ve deney yoluyla anlaşılabilir ve doğada her şey bir makine

düzeninde işler, doğaya hâkim olan yasaların her zaman geçerli olacağına inanılır, gerçekliğin keşfedilmesinin zamandan ve mekândan bağımsız olduğu düşünülür (Terzi, 2005) Bu yaklaşımda, deney yapan nesnel gerçekliği doğru olarak yansıtır, gerçekliğin mekanik düzeni mantık ve matematiğin diliyle ifade edilebilir ve bilimin sonuçları evrenseldir, zorunludur çünkü tam bir nesnellikle deneysel ve matematiksel yoldan elde edilmiştir (Terzi, 2005). Yapılandırmacı bilim anlayışında ise bilimsel bilgi, pozitivistin aksine kendisini oluşturan bilim adamlarının yanlışlıklarını barındırır ve değişebilir doğrular olarak kabul edilmek zorundadır. (Terzi, 2005).

Çepni (2010:17) tarafından bilimin doğası açısından bilimsel bilgiye yönelik farklı bakış açıları sunulmuştur. Buna göre:

- Bilimsel bilgi kesin değildir: Bilimdeki bütün bilgiler şuan da kabul edilse de gelecekte yeni delil ve teorilerin geliştirilmesiyle kabul edilmeyebilirler.
- Bilimsel bilgi çıkarımlara dayalıdır: buradaki çıkarımlar bilim insanları gözlem veya daha önceki bilgilerini kullanarak bir sonuca varabilir.
- Bilimsel bilgi deneyseldir: Bilimde bilgi üretmek için deneylere ihtiyaç duyulur.
- Bilimsel bilgi kısmen insan hayalciliğine ve yaratıcılığına bağlıdır.
- Bilimsel bilgi öznelidir: Gözlemciden kaynaklanan ön yargılar olmaksızın objektif gözlem ve yorumlar yapılamaz çünkü bireyin önceki bilgileri, deneyimleri ve önyargıları yaptıkları gözlemi ve yorumlarını etkiler.

Epistemoloji oldukça köklü bir alan olmasına rağmen, kişilerin bilginin doğasına yönelik inançlarının araştırılması görece daha yeni bir alandır.

Epistemolojik inançlar ise, en genel biçimde, bireylerin bilginin ne olduğu bilmeleri ve öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ile ilgili öznel inançları olarak tanımlanmaktadır (Deryakulu, 2004). Bazı araştırmacılara (Schommer, 1990) göre epistemolojik inançlar bilgi, bilginin edinilmesi ve kullanılması sürecine ilişkin öğrenme ve zekâ ile ilgili inançları kapsayacak şekilde kapsamlı olarak ele alınırken, bazıları (Brownlee, Boulton-Lewis ve Purdie, 2002; Hofer ve Pintrich, 1997)

öğrenme ve zeka ile ilgili inançların epistemolojik inançlar içinde düşünülmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bireylerin inançlarının rolünün ve etkisinin incelenmesi eğitim alan yazınında büyük yer tutar. Örneğin, kavramsal değişim alan yazını, öğrencilerin gelişmemiş ve sezgisel kavramalarının sadece mantıkla yapılan kavramadan (cold cognition) daha fazlasını gerektirdiğini ileri sürmektedir ve inançların, kavram yanılgılarının oluşumu ve yeni bilgiye karşı direnme de belirleyici olabileceğini söylemektedir (Alexander, 1992; Gardner, 1991: aktaran Buehl ve Alexander, 2001). Epistemolojik inançların kavramsal değişim sürecini kolaylaştırabileceği ya da zorlaştırabileceği öne sürülmektedir (Vosniadou ve Brewer 1994). Epistemolojik inançlar insan doğumuyla birlikte gelen bir kişilik özelliğinden çok zamanla değişebilen bir yapı olarak görülmektedir (Deryakulu, 2004:268). Bu nedenle öğrencilerin bilgi hakkındaki inançları araştırılmaya değer önemli bir konu haline gelmektedir.

Ülkemizde yapılan çalışmaların çoğu epistemolojik inançların bazı değişkenler açısından incelenmesi esasına dayalı olarak yapılmaktadır (Deryakulu, 2002; Deryakulu ve Büyüköztürk, 2002; Deryakulu ve Bıkmaz, 2003; Eroğlu ve Güven, 2006; Şahin, 2009). Yurtdışında yapılmış olan bazı çalışmalarda öğrencilerin epistemolojik inançlarının kavramsal anlamaları ya da öğrenmeleri ile ilişkisi incelenmiştir (Cano, 2005; Hammer, 1994; Schommer-Aikins ve Easter, 2006; Songer ve Linn, 1991; Stathopoulou ve Vosniadou, 2007; Windschitl ve Andre, 1998). Bilimsel epistemolojik inançların incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar görece daha azdır (Buehl ve Alexander, 2001; Terzi, 2004; Pomeroy, 1993; Tsai, 1998). Bu çalışmada bilimsel bilginin doğasına yönelik öğrenci inançlarının modelleme yoluyla öğretim sürecindeki değişiminin ve kavramsal anlama ve akademik başarıyla ilişkisinin incelenmesinin gerektiği düşünülmüştür.

1.1.6. Modelleme Yoluyla Öğretim

Görüldüğü gibi geleneksel öğretim anlayışının yukarıda açıkladığımız

birçok açığı gidermede yapılandırmacı öğrenme kuramından yola çıkılarak hazırlanmış öğretim yollarından yararlanmak mantıklı ve gereklidir. Bu araştırmada modelleme yoluyla fizik öğretiminden yararlanılacaktır. Bu nedenle araştırmanın problem durumunun ortaya koyulması sırasında modeller, modelleme yoluyla öğretim ve neden modelleme yoluyla öğretim konusu açıklanacaktır.

Modeller fiziksel olguları gözlenebilen örneklerle temsil etmek için kullanılan yapılandırılmış bilgi birimleridir. Fizik, teorik ilkeler sistemiyle ilişkili karmaşık bir model ağı olarak karakterize edilebilir ve bundan dolayı, ‘fiziksel anlama’ bir dizi karmaşık modelleme becerisi şeklinde tanımlanır (Hestenes, 1996). Bilimsel modeller, bilim adamlarının araştırma yaparken ve problem çözerken gerçeği basitleştirebilmek için kullandıkları ürünler (Richards, Barowy ve Levin, 1992) ya da bilim adamlarının çalışırken izlediği doğal süreçlerin sonucu olarak ortaya konan bilimsel ürünler (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001) olarak tanımlanmaktadır.

Çeşitli araştırmacılar tarafından modeller farklı şekillerde sınıflandırılmıştır aşağıda Harrison ve Treagust’a (2000) göre modellerin sınıflandırılması sunulmaktadır:

Ölçek Modelleri: Bitkilerin, hayvanların, arabaların, teknelerin ve binaların ölçek modelleri renklerini, dış şekillerini ve yapılarını tarif etmek için kullanılırlar. Ölçek modelleri nesnelerin dış özelliklerini oldukça iyi bir şekilde yansıtmaya karşın nadiren nesnelerin içyapılarını, işlevlerini ve kullanımlarını gösterirler. Ölçek modellerine oyuncaklar ve oyuncak benzeri modeller örnek olarak gösterilebilir. Bu modellerde model ve hedef arasında paylaşılmayan bağlar saklı kalabilir.

Pedagojik Analojik Modeller: Bu modeller öğretim ve öğrenmede kullanılan tüm analojik modelleri ve ölçek modellerini kapsamaktadır. Bu modellere analojik denmesinin nedeni modelin bilgiyi hedef ile paylaşıyor oluşudur, olarak adlandırılırlar çünkü model bilgiyi hedef ile paylaşır. Bu modeller atomlar, moleküller gibi gözlenemeyen varlıkları açıklamak amacıyla biliminsanları ya da

öğretmenler tarafından üretilirler bu nedenle pedagojik olarak adlandırılırlar. Analojik modeller, model ile hedef arasında belirli özellikler için birebir uyuşan bağlar kurarlar.

Simgesel ya da Sembolik Modeller: Kimyasal denklemler ve eşitlikler bu tür modellerin iyi örneklerindendir. Bu modeller açıklayıcı iletişim modellerindendir. Bu modeller kullanılırken formüller ve eşitliklerin yorumlanması gereklidir.

Matematiksel Modeller: Fiziksel özellikler ve süreçler kavramsal ilişkileri ortaya koyan matematiksel denklemler ve grafiklerle gösterilebilir ($F=ma$ veya $k=PV$ gibi). Matematiksel modeller diğer modeller arasında en doğru, en soyut ve öngörücü gücü en yüksek modellerdir. Yalnız bu modellerin çoğunlukla ideal durumları yansıttığı öğrencilerle paylaşılmalıdır. Ayrıca öğrencilerin kendi kendilerine matematiksel modellerin sözlü ya da yazılı olarak nitel açıklamalarını oluşturmaları önemlidir.

Teorik Modeller: Manyetik alan çizgilerinin ya da fotonların analojik gösterimleri teorik modellerdir. Çünkü bu modeller teorik varlıkları açıklamak için insanlar tarafından oluşturulmuş yapılardır.

Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar: Bu modeller öğrenciler tarafından kolayca görselleştirilen ilişkileri, yolları ve örnekleri temsil ederler. Örneğin periyodik tablo, hava haritaları, devre şemaları, kan dolaşımı, soy ağacı, besin zincirleri gibi.

Kavram-Süreç Modelleri: Çoğu fen kavramı nesnelerden çok süreçlerden oluşmaktadır. Örneğin ışığın kırılmasını en iyi yapan açıklamalardan biri topların, tekerleklerin ya da askerlerin zordan kolayca hareket ettiği şeklindeki kavram-süreç modeliyle açıklanmaktadır.

Simülasyonlar: Simülasyonlar çoklu dinamik modellerin özel bir türüdür. Simülasyonlar nükleer reaksiyonlar, küresel ısınma gibi karmaşık olayları

modellerler. Simülasyonlar acemi öğrencilerin ve ya araştırmacıların can ve mal riski taşımadan becerilerini geliştirirler ve sanal deneyimler içerirler.

Zihinsel Modeller: Zihinsel modeller bireylerin bilişsel işlemler sırasında ürettikleri bir çeşit özel zihinsel, analogik gösterimdir. Bu modeller öğrencilerin kendi kendilerine ürettikleri modellerdir. Bu nedenle öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modeller tamamlanmamış ve değişken olabileceği gibi bilimsel olmayabilirler ve sınırları kesinleştirilmemiş modeller de olabilirler.

Sentetik Modeller: Bu modeller öğrencilerin kendi içsel modelleriyle öğretmenlerinin bilimsel modellerini sentezleyerek oluşturdukları alternatif kavramalarının gelişimini sergileyen modellerdir.

Bir sistemi anlamak o sisteme ait doğru zihinsel modele sahip olmayı gerektirir. Öğrencilerin soyut bir kavramı ya da fiziksel bir sistemi göstermek için kullandıkları zihinsel modeller (mental models), öğretim öncesinde ve hatta öğretim sonrasında bile öğretmenlerin ya da bilim adamlarının kullandıkları bilimsel modellerden farklı olduğunu ortaya koyan çalışmalar vardır (Coll ve Treagust, 2003; Hubber, 2006; Norman, 1983; Samarapungavan, Vosniadou ve Brewer, 1998; Vosniadou, 2002). Dolayısıyla öğretim sürecinde öğrencilerin sahip oldukları modelleri bilmek ve doğru modeller oluşturmalarına yardımcı olmak önemlidir.

Fen bilimlerinde modelleme; mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Treagust, 2002).

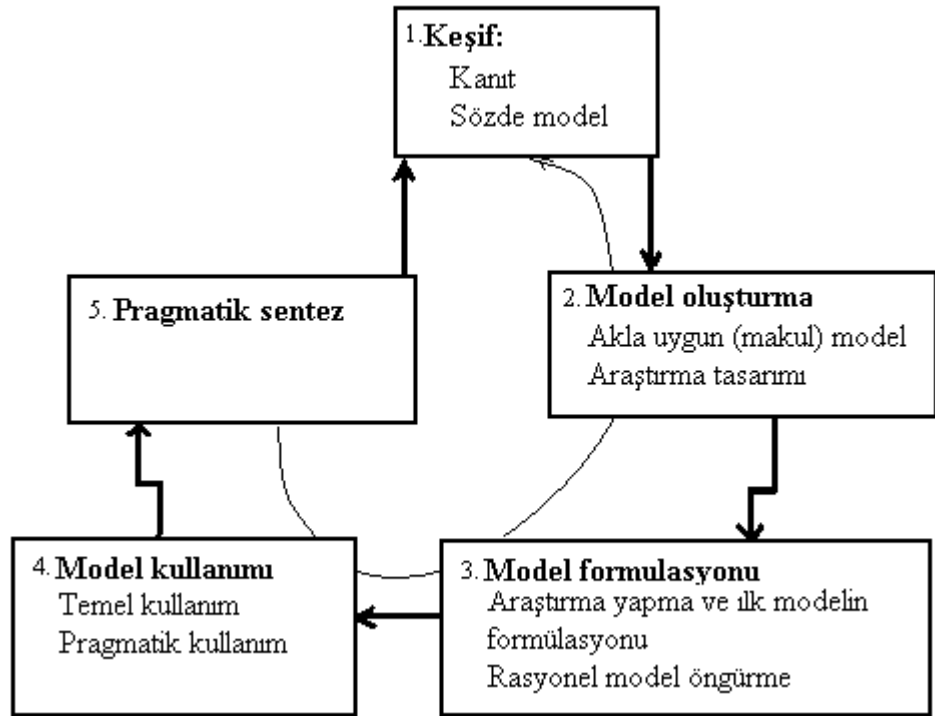
Woolridge'e (2000) göre, fen öğretiminde modellemenin gereği iki düşünce etrafında toplanabilir. Birincisi, fen, fen biliminin yapıldığı gibi öğretilmelidir düşüncesidir. Bilim insanları modellemeyi ve model tabanlı düşünmeyi soyut düşünceyi somut yapmak, karmaşık olguları basitleştirmek, işleyiş ve süreci öngörmek ve açıklamak için kullanırlar (Raghavan ve Glasser, 1995). Modelleme

bilim insanlarının teorilerini yaratma çabalarında önemli bir tekniktir. Modelleme bilgiyi oluşturmamıza ve bilginin doğasını öğretmemize olanak sağlar. İkincisi, modelleme kavramsal değişimde önemli bir etkidir. Modelleme yaparken öğrenciler kendi öğrenmelerini yönetirler, onlara bilgiyi yaratma ve öğrenme şansı verilmiş olur. Niedderer, Schecker ve Bethge'ye (1991) göre model yapımı ve kavramsal anlama el ele gitmektedir. Modelleme yöntemi geleneksel öğretim yönteminin; bilginin parçalanması, öğrenci pasifliği ve fiziksel dünya ile ilgili kavram yanlışları gibi zayıf yönlerini düzeltmeyi amaçlamaktadır (Hestenes, 1996).

Halloun (2004) tarafından Şekil 1.1'de gösterilen modelleme yoluyla öğrenme süreci beş aşamalı bir döngüde tanımlanmaktadır: Keşif, model oluşturma, model formülasyonu, modeli kullanımı ve pragmatik sentez.

Şekil 1.1

Halloun'un (2004) Modelleme Yoluyla Öğrenme Döngüsü



Keşif aşaması öğrencilerin yeni bir model oluşturmaya motive edildikleri bir aşamadır. İki bölümden oluşmaktadır: kanıt ve sözde model. Öğrenciler kanıt aşamasında bilişsel bir dengesizlik yaşayacakları bir durumla karşılaşılır ve ön

bilgilerinin ya da varsa daha önceden yapılandırıdıkları modellerinin bu durumu açıklamada yetersiz kaldığını fark ederler bu nedenle durumu açıklayacak bir model yapılandırma ihtiyacı hissederler. Yardımcı modeller aracılığıyla yeni modelin oluşumu sözde model aşamasında başlar. Bu aşamada öğretmen yönetiminde öğrenciler kendi sözde modellerini tartışır ve modellerini iyileştirmeye çalışır. Öğretmen bu aşamada öğrencilerini durumu açıklamakta kullanacakları sözde modellerini sergilemeleri için cesaretlendirir ve beyin fırtınası yoluyla öğrencilerin kavram yanılgılarını, alternatif kavramalarını ortaya çıkartmaya çalışır. Aşama bitiminde öğrenciler oluşturulan sözde modeller arasından eleme yaparak durumu açıklayan aday model sayısı üç ve daha az olacak şekilde sözde modellerini belirlerler (Halloun, 2004).

Keşif aşamasını öğrencinin dikkatinin durumu açıklamada kullanılacak akla uygun bir modele odaklandırıldığı model oluşturma aşaması izler. Halloun'a (2004) göre modelleme yoluyla öğrenme halkasının etkinliği ve verimliliği büyük ölçüde keşif aşaması ve özellikle model oluşturma aşamasına bağlıdır. Öğretmen bu aşamada düzenleyici rolündedir. Öğrenciler ilk olarak bir önceki aşamada oluşturdıkları sözde modellerini karşılaştırarak akla uygun tek bir model üzerinde uzlaşırlar. Uzlaştıkları bu model bir çeşit hipotez modeli olur. Daha sonra bu durumu inceleyebilecekleri bir araştırma süreci tasarlanır. Bu tasarı eldeki olanaklara göre sınıfta yapılacak bir deney, gözlem ya da öğretmen tarafından yapılmış bir deneyin verilerinin verilmesi şeklindeki farklı yollar olabilir. Formülasyon aşamasında öğrenciler işbirlikli gruplarda çalışır ve tasarladıkları deneyi ya da gözlemi gerçekleştirirler ve bu yolla bir önceki aşamada oluşturdıkları aday modellerini deney sonuçlarını kullanarak iyileştirirler. Elde ettikleri verilerini kullanarak modellerini matematiksel olarak gösterirler. Henüz model kullanılmadığı için bu gösterim çok ayrıntılı değildir. Öğrenciler matematiksel olarak oluşturdıkları modellerini kapsamlı hale getirmek için rasyonel olarak incelerler ve açık kalan noktaları akıl yoluyla tamamlamaya çalışır ve raporlarını hazırlarlar.

Oluşturulan zihinsel ve matematiksel model döngünün dördüncü aşamasında karşılaşılan fiziksel olayları açıklamada, kestirmede ve kontrol etmede

kullanılarak gerçek hayata uyarlanır. Halloun (2004) tarafından bu aşama modelin gerçek öneminin anlaşıldığı aşama olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada öğrenciler modelin kullanımı ile ilgili olarak hazırlanan etkinliklerde yine grup çalışması yaparlar. Bu yolla model ile ilgili yeni anlayışlar kazanırlar.

Modelin son aşamasında öğrencilerin daha önceki aşamalarda başardıkları pragmatik değerlendirmenin bir özetidir. Bu aşamada karşılaşılan herhangi bir değerlendirme probleminde öğrenciler Şekil 1.1’de eğrisel ince çizgilerle gösterilen yolu takip ederek geri dönerler ve problemin kaynağını bulmaya çalışırlar. Bu aşamada yine grup çalışmalarından, sınıf tartışmalarından veya öğrencilerin hazırladıkları raporlardan yararlanılabilir.

Halloun (2003) tarafından modelleme yoluyla öğretim programı uygulandıktan sonra değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Modelleme yoluyla öğretim yapılan gruptaki öğrencilerin bilimsel kavramları geleneksel gruptaki öğrencilere göre daha iyi kavramıştır.
- Fizik kitapların bölüm sonlarındaki problemlerin benzerlerini içeren sınavlar yapıldığında modelleme yoluyla öğretim yapılan öğrencilerinin başarısının geleneksel öğretim yapılan öğrencilere göre ortalama üç kat daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum araştırmacı tarafından öğrencilerin sistematik problem çözme ilkelerini daha iyi kullanabildikleri şeklinde yorumlanmıştır.
- Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin bilimsel araştırma hakkındaki fikirlerinin diğer öğretim gruplarındaki öğrencilere göre daha iyi olduğu görülmüştür.
- Öğretim bitene kadar modelleme yoluyla öğretim yapılan grupta dersten ayrılan öğrenci sayısının diğer gruplara göre daha az oranda olduğu görülmüştür.
- Modelleme yoluyla öğretimin en önemli sonuçlarından birisi de geleneksel öğretimin düşük başarılı ve yüksek başarılı olarak ayırdığı öğrenciler arasındaki boşluğu kapatarak daha adil bir öğretim sunmasıdır. Geleneksel öğretimde başarısız olarak nitelendirilen öğrencilerin

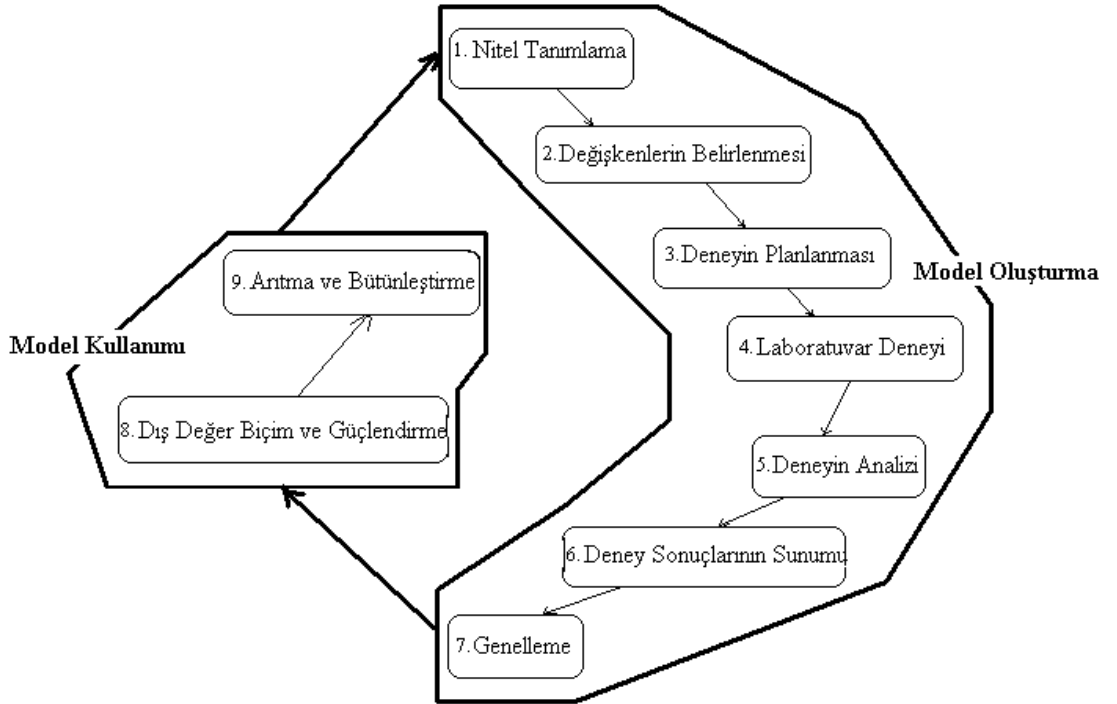
modelleme yoluyla öğretim yapıldığında ortalamanın üzerinde başarıya sahip oldukları görülmüştür.

- Öğrencilerin modelleme yoluyla öğretim sonucu kazandıkları araştırma becerileri ve öğrenme stilleri kalıcıdır bu nedenle modelleme yoluyla öğretim yapılsın ya da yapılmassın diğer fen derslerinde de kullanılabilir.

Hestenes (1996) tarafından düzenlenen ve Modeling Workshop 2002’de (URL 7) tanıtılan modelleme yoluyla öğretim süreci model oluşturma ve model kullanımı şeklinde iki temel aşamadan oluşmaktadır. Hestenes tarafından düzenlenen modelleme yoluyla öğretim süreci Şekil 1.2’de gösterilmiştir.

Şekil 1.2.

Hestenes’in (2002) Modelleme Yoluyla Öğretim Döngüsü



Hestenes (2002) tarafından düzenlenen bu döngü Karplus’un öğrenme halkası göz önünde tutularak hazırlanmıştır. Modelleme yoluyla öğretimde her ünite bir deney ile başlar. Sürecin ilk aşaması model oluşturma aşamasıdır ve bu aşama yedi öğretimsel işin yapımını kapsar: nitel tanımlama, değişkenlerin belirlenmesi, deneyin planlanması, laboratuvar deneyi, deneyin analizi, deney sonuçlarının

sunumu ve genelleme.

Nitel tanımlama aşamasında öğrenciler modellenecek olayı görürler ve olayı açıklamada kullanılacak kavramlar için uygun önerilerde bulunurlar. Öğretmen bu aşamada öğrencilerin önerilerinin tümünü kaydeder. Örneğin Atwood aleti kullanılarak sabit kuvvet etkisi altındaki cismin hareketinin modelleneceği ve Newton'un ikinci yasasına ulaşılacak bir süreçte öğretmen öğrencilere bu aşamada Atwood aletini tanıtır. Olayla ilgili öğrencilerin önerilerini alır ve kaydeder. Konu ile ilgili tek boyutta hareket, referans noktası, sistem gibi teknik tanımlamaları durumu netleştirmek için öğrencilerine söyler.

Değişkenlerin belirlenmesi aşamasında öğrenciler grup çalışması yaparak bu olayda neden-sonuç ilişkisi olan ve deneyle ölçülebilecek değişkenleri yani modelin bileşenlerini belirlerler. Bu aşama modelleme için oldukça önemli bir aşama olarak tanımlanmaktadır (URL7). Bu aşamada uygun olmayan öneriler elenir. Öğretmen öğrencilerinden grup halinde çalışarak bu değişkenleri kullanarak matematiksel bir gösterim yapmalarını ister.

Daha sonra gruplar halinde çalışarak deney planlanır. Bu aşamada öğretmen öğrencilerine deneyle ilgili güvenlik önlemlerini hatırlatır. Gruplar halinde çalışan öğrenciler deneyi gerçekleştirirler ve verilerini toplarlar. Deney verilerini tablo, grafik, şekil denklem şeklinde kendilerine verilen yazı tahtalarına özetleyerek olayla ilgili model önerilerini ortaya koyarlar.

Model önerileri oluştuktan sonra model sunumu aşaması başlar. Bu aşamada öğretmen gruplardan birkaçını seçerek oluşturdukları modeli sınıfa sunmalarını ister. Gruplar sunulan modeller hakkında tartışılır.

Model oluşturma aşamasının son bölümü genelleme yapmadır. Bu aşamada öğretmenin önderliğinde veriler formüle edilerek fiziksel ilkelerin ya da yasaların matematiksel sunumuna ulaşılmaya çalışılır.

Modelleme yoluyla öğretim sürecinin ikinci temel aşaması model kullanımı aşamasıdır. Model kullanımının ilk aşaması olan dış değer biçim ve güçlendirme aşamasında öğrenciler kendilerine verilen problemler ve etkinlikler üzerinde çalışarak modellerini kullanmayı öğrenirler. Problemlerin çözümü işbirlikli gruplarda gerçekleştirilir. Çözümler tamamlandıktan sonra gruplardan seçilen bir sözcü tarafından problem çözümü sınıfa sunulur. Çözüm ile ilgili olarak öğretmen önderliğinde yapılan sınıf tartışmalarında rastlanan kavram yanılgıları model kullanılarak giderilir. Öğretmenin görevi tartışmaların konuya uygunluğunu sağlamak ve soracağı sorularla olayın değişik bölümlerinin görülmesini ve açıklığa kavuşmasını sağlamaktır.

Model kullanımının ikinci aşaması arıtma ve bütünleştirmedir. Bu aşamada gösteri deneyleri, sınıf tartışmaları, film, video klipler, okuma metinleri kullanılarak modelin sınırları netleştirilir, ilgili olduğu ya da olmadığı durumlara örnekler gösterilebilir. Bu yolla öğrencinin döngünün diğer aşamalarında geliştirdiği kavramsal ve deneysel çıkarımlar pekiştirilir.

Hestenes (2006) tarafından yapılan çalışmalarda modelleme yoluyla öğretimin Newton mekaniğinde kavramsal anlamayı artırdığını ortaya koyulmuştur.

Modelleme yoluyla öğretim öğrenci merkezlidir ve öğrencilerin kendi modellerini yapılandırmalarını ve değerlendirmelerini öğrendikleri durumlar yaratmaya odaklanır (Brewer, 2008; Hestenes, 1992; Halloun, 2004). Modelleri yapılandırmanın ve değerlendirmenin anahtar unsuru mevcut fiziksel duruma modelin uygunluğudur (Brewer, Sawtelle ve Pamela, 2007). Bu nedenle öğrencilerin deneyler, gözlemler vb. yollarla gerçek hayattan topladıkları verilerini kullanarak oluşturdukları modellerini analiz etmeleri ve yorumlamaları modelleme yoluyla öğretimde oldukça önemlidir.

Araştırmada kullanılacak modelleme yolu da bu modelleme döngüsüne benzer şekilde düzenlenmiştir. İlk aşamada öğrencilere ilgili konuda bir problem durumu verilmektedir. Bu durum genellikle bir sonraki aşamada deneyi yapılacak

konu ile ilgilidir. Yapılacak deney ilgili konudaki yasa ya da ilkeleri ortaya koyacak ve öğrencilere onların matematiksel modellerini, konu ile ilgili fiziksel ilkeleri, yasaları yapılandırmalarına fırsat verecek ve uygun zihinsel modeller üretmelerinde yardımcı olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonrasında üretilen modeller konular ile ilgili problemlerde kullanılarak yeni durumlara adapte edilmeleri sağlanmıştır.

1.2. Amaç ve Önem

Bu çalışmada, lisans düzeyindeki elektrik konularının öğretiminde, geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretimin, öğrencilerin akademik başarıları, elektrik konusundaki kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin elektrik konularına yönelik bilişsel başarıları, kavramsal anlama düzeyleri ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişki incelenmiştir.

Elektrik konularına ait bilgiler gerek günlük yaşamda, gerekse diğer fen bilimleri alanında oldukça yaygın ve önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle elektrik konularına yönelik temel bilgi ve kavramların öğrenilmesi önemlidir. Bununla birlikte yurtiçinde ve yurt dışındaki araştırmalar incelendiğinde, elektrik konularının öğrenilmesinin öğrencilere göre oldukça sıkıntılı bir durum olduğu, ilköğretimden yükseköğretime kadar pek çok eğitim seviyesindeki öğrencilerin bu konularda benzer ve yaygın kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür (Andre ve Ding, 1991; Çepni ve Keleş, 2006; Engelhardt ve Beichner, 2004; Furio ve Guisasola, 1998; Lee ve Law, 2001; Maloney, O’Kuma ve Hieggelke, 2001; Pardhan ve Bano, 2001; Park, Kim, Kim & Lee, 2001; Periago ve Bohigas, 2005; Sencar ve Eryılmaz, 2002).

Araştırmalarda, özetle bu durumun temel nedeni olarak, geleneksel öğretimin yetersizliği, laboratuvar çalışmalarının olmayışı ya da eksikliği ve öğrencinin aktif olmadığı öğretim süreçleri gösterilmektedir. Bu nedenle, öğrenciye öğrenme sürecinde aktif bir rol veren, onların bilimsel bilgiye ulaşmalarına, kavramlar ve kavramlar arası ilişkileri oluşturmalarına olanak sağlayan ve bilimsel

bir yasanın ya da ilkenin matematiksel modeline ulaşırken uygun zihinsel modelleri geliştirmelerine yardımcı olan modelleme yoluyla öğretimin uygulanması ve sonuçlarının paylaşılması önemlidir. Alanyazın incelendiğinde ülkemizde yapılan çalışmaların çoğunun elektrik konularındaki kavram yanılgılarını ve öğrenme zorluklarını belirlemekle yetindikleri ve sorunu çözmek amacıyla bir uygulamaya gidilmediği göz önüne alınırsa; bu çalışmanın, alanyazında bu açıdan önemli bir yerinin olacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve öğretim materyalleri, bu alanda çalışmak isteyen diğer araştırmacılara kolaylık sağlayacaktır.

Bu çalışmada, öğrencilerin bilimsel yasa ya da ilkelere modelleme yoluyla ulaşmaları hedeflenmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin bilimsel bilginin doğası hakkındaki inançlarının, onların fizik bilgisini kavramaları ya da akademik başarıları üzerindeki etkilerinin incelenmesi bu araştırmanın bir diğer amacıdır. Yurt içindeki ve yurt dışındaki araştırmaların pek çoğunun öğrencilerin epistemolojik inançlarının çeşitli değişkeler açısından incelenmiştir (Buehl ve Alexander, 2001; Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001; Deryakulu, 2002; Deryakulu ve Bıkmaz, 2003; Eroğlu ve Güven, 2006; Smith, Maclin, Houghton ve Hennessey, 2000). Uygulanan bir öğretim yönteminin bu inançlar üzerindeki etkisinin incelendiği araştırma sayısı diğerlerine göre oldukça azdır (Cano, 2005; Hammer, 1994; Songer ve Linn, 1991; Stathopoulou ve Vosniadou, 2007). Dolayısıyla, çalışma alandaki bu boşluğu doldurmak açısından önemlidir.

1.3. Problem Cümlesi

Lisans düzeyindeki elektrik konularının öğretiminde, geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretimin, öğrencilerin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkileri nelerdir?

1.4. Alt Problemler

1. Geleneksel öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda elektrik konularındaki akademik başarılarında araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
2. Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda elektrik konularındaki akademik başarılarında araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
3. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin, elektrik konularındaki akademik başarıları arasında araştırma sonunda anlamlı bir fark var mıdır?
4. Geleneksel öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda elektrik konularındaki kavramsal anlamalarında araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
5. Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda elektrik konularındaki kavramsal anlamalarında araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
6. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin, elektrik konularındaki kavramsal anlamaları arasında araştırma sonunda anlamlı bir fark var mıdır?
7. Geleneksel öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
8. Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin, araştırma sonunda bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları araştırma öncesine göre anlamlı bir değişim var mıdır?
9. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin, bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasında araştırma sonunda anlamlı bir fark var mıdır?
10. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin elektrik konularındaki bilişsel başarıları ile kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
11. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları ile elektrik konularındaki bilişsel

başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

12. Geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretim grupları öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları ile elektrik konularındaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

1.5. Sayıtlar

Araştırma, aşağıda belirtilen varsayımlar doğrultusunda geçerlidir:

1. Araştırma sırasında, katılımcılar veri toplama araçlarına verdikleri yanıtlarda içten davranmışlardır.
2. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında etkileşim olmadığı varsayılmaktadır.
3. Deneysel süreç boyunca araştırmayı etkileyebilecek kontrol edilemeyen değişkenlerin etkisi her iki grupta da aynıdır.

1.6. Sınırlılıklar

Aşağıda belirtilen durumlar araştırmayı sınırlamaktadır:

1. Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı, II öğretim 2B şubesi öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırma için seçilen konular Elektrik Alanlar, Gauss Yasası, Elektriksel Potansiyel, Sığa ve Dielektrikler, Akım ve Direnç ile Doğru Akım Devreleri Ünitelerinin içeriği ile sınırlıdır.
3. Araştırmada deneysel süreç, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı MTÖ 206 Fizik II ne uygun olarak haftada dört saat ve 6 haftalık süre ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Model: Modelleme sonucu ortaya çıkan üründür ve fiziksel olguları gözlenebilen örneklerle temsil etmek için kullanılan yapılandırılmış bilgi birimleridir.

Modelleme: Mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanmaktadır.

Modelleme Yoluyla Öğretim: Öğrencilere kendi modellerini yapılandırma, onu onaylama, yorumlama ve kullanma olanağı veren bir öğretim yoludur.

Kavram: Eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandığıımızda gruplara verilen adlardır.

Kavram Yanılgısı: Bireyler tarafından yapılandırılmış fakat bilimsel gerçeklerle uyuşmayan inanışlardır.

Kavramsal Değişim Yaklaşımı: Öğrencilerin kavram yanılgılarından, yani bilimsel olmayan bilgilerinden, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendiren, alternatif bir yaklaşımdır.

Epistemolojik İnanç: En genel biçimde, bireylerin bilginin ne olduğunu bilme ve öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ile ilgili öznel inançlarıdır.

1.8. Kısaltmalar

BBDYİÖ: Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Ölçeği

CLASS: Colorado Learning Attitudes about Science Survey-Colorado Fen Hakkında Öğrenme Tutumları Ölçeği

CSEM: The Conceptual Survey of Electricity and Magnetism- Elektrik Manyetizma Kavram Testi

EBT: Elektrik Başarı Testi

EKT: Elektrik Kavram Testi

EYS: Elektrik Yazılı Sınavı

DK: Deney Grubu (Modelleme Yoluyla Öğretim Grubu)

FCI: Force Concept Inventory-Kuvvet Kavram Testi

MPEX: Maryland Physics Expectation-Maryland Fizik Beklentisi

KG: Kontrol Grubu (Geleneksel Öğretim Grubu)

YYGS: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

BÖLÜM II

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Tezin bu bölümünde araştırma konusuna ışık tutan alanyazın özetle sunulmaktadır. Alanyazın incelemesi yapılırken konu ile ilgili yayın ve araştırmalar üç ana başlık altında derlenmiş ve akışı bozmamak adına tarih sırasıyla verilmiştir.

1. Elektrik Konusunda Kavramsal Anlama/Öğrenme Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bu ana başlık altında çalışmalar “kavram yanılgıları” ve “kavramsal değişim” başlıkları altında derlenmiştir.

2. Modelleme Yoluyla Öğretim Üzerine Yapılan Çalışmalar

3. Epistemolojik İnançlar Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bu başlık altında bulunan çalışmalar “epistemolojik inançların dayandığı temeller”, “epistemolojik inançların ölçülmesi”, “epistemolojik inançların diğer değişkenlerle ilişkisi” ve “öğretim yönteminin epistemolojik inançlara etkisi” başlıkları altında derlenmiştir.

2.1. Elektrik Konusunda Kavramsal Anlama/Öğrenme Üzerine Yapılan Çalışmalar

Öğrenmenin öğrencinin kendisine öğretilenlerle var olan fikirleri ya da kavramları arasında etkileşim kurmasının bir sonucu olduğu inancı, öğrencilerin var olan anlamalarının ve kavram yanılgılarının incelenmesini gerektirir (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982, Lee, 2007). Öğrencilerin elektrik konusundaki kavramsal

anlamaları/öğrenmeleri üzerine daha önceden yapılmış çalışmalarda bulunan sonuçlar araştırma verilerinin yorumlanması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle bu başlık altında öğrencilerin elektrik konularında yaşadıkları güçlüklerin ve sahip oldukları kavram yanlışlarının tespitine ait çalışmalar “kavram yanlışları” ve bu yanlışları gidermek amacıyla yapılan çalışmalar da “kavramsal değişim” alt başlıkları altında derlenerek sunulmuştur.

2.1.1. Kavram Yanlışları

Öğrencilerin elektrik konularında sahip oldukları kavram yanlışları çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Elektrostatik konularında kavram yanlışları üzerine yapılan çalışmalar temel olarak elektrik alan kavramı üzerine yoğunlaşmaktadır (Bilal ve Erol, 2009; Furio ve Guisasola, 1998; Pocovi, 2007; Pocovi ve Finley, 2002; Planicic, 2006; Törnkvist, Petterson ve Tranströmer, 1993; Saarelainen, Laaksonen ve Hirvonen, 2007; Viennot ve Raison, 1992). Bununla birlikte statik elektrik kavramları (Başer ve Geban, 2007), elektrik kuvveti, elektriksel potansiyel, iş (Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001; Bilal ve Erol, 2009) gibi kavramlar üzerine de yapılmış çalışmalar vardır. Çalışmaların yoğunlaştığı bir diğer alan ise doğru akım devrelerine ait kavramlar –akım şiddeti, direnç, kapasitör, potansiyel farkı, piller- üzerinedir (Bilal ve Erol, 2008; Bilal ve Erol, 2009; Brna, 1988; Çepni ve Keleş, 2006; Kibble, 1999; Küçüközer ve Kocakulah, 2007; Lee, 2007; Lee ve Law, 2001; Thacker, Ganiel ve Boys, 1999). Ağda bu çalışmalara örnekler verilmiştir.

Dupin ve Johsua (1987) yaptıkları bir çalışmada ortaokuldan üniversite son sınıfa kadar her düzeyde öğrenim gören 920 öğrencinin elektrik devreleri hakkındaki fikirlerini ve bu fikirlerin gelişimini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda; basit kavram yanlışları (ampulün yanabilmesi için ampul ile pil arasında yalnızca bir bağlantı olmasının yeterli olduğu) öğretimle giderilmiş, ancak daha güçlü olan kavram yanlışlarının (elektrik akımının tükenmesi, pilin sabit akım kaynağı olması) birçok yıl süren eğitim sonrasında bile giderilemediği ve varlığını koruduğu görülmüştür.

Fruió ve Guisasola (1998) tarafından yapılan bir çalışmada elektrik alanı kavramının öğrenilmesindeki zorluklar incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından elektrik etkileşimlerinin yorumlandığı kavramsal yollar (Coulombian ve Maxwellian) özetlendikten sonra lise ve üniversite öğrencilerin bunları ne ölçüde kullandığı incelenmiştir. Araştırma verileri açık uçlu bir anket ve görüşme yoluyla toplanmış ve üniversite öğrencilerinin bile pek çok kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmüştür. Sonuçlar öğrencilerin elektrik alan şiddeti ve elektriksel kuvvet kavramlarını arasında açık bir fark oluşturmadıkları, kendilerine verilen elektrik alanda yüklü parçacığın hareketi problemlerinde karşılaştıkları karmaşık durumları açıklamakta elektrik alan kavramını kullanmadıkları bu nedenle sıkıntı yaşadıkları görülmüştür.

Thacker, Ganiel ve Boys (1999) tarafından yapılan bir çalışmada DC devredeki kondansatörler hakkındaki öğrenci anlamaları incelenmiştir. Çalışmada bir grup öğrenciye geleneksel yolla öğretim yapılırken bir grup öğrenciye kondansatörlerin dolma ve boşalma süreçlerini mikroskobik olarak anlatan bir metinle öğretim yapılmıştır. Öğretim sonucunda öğrencilere iki açık uçlu soru sorulmuş ve veriler analiz edilmiştir. Geleneksel yolla öğrenim gören öğrencilerin öğretim sonunda diğer gruptaki öğrencilere göre daha fazla kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonunda öğrencilerin devrede akımın kondansatöre geleceği kondansatör tamamen dolduktan sonra devreyi tamamlayacağı, kondansatörün yüklenmesi nedeniyle diğer tarafa akım geçemeyeceği ya da daha az akım geçeceği şeklinde yanlışlıklara sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Araştırmada mikroskobik süreç modelinin öğrencilerin kondansatörlerin dolma ve boşalma süreçlerini öğrenmede etkili bir araç olduğu vurgulanmaktadır.

Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen (2001) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin elektrik ve manyetizma konularındaki bilgilerini ölçmek için 32 sorudan oluşan bir kavram testi geliştirilmiştir: Elektrik ve Manyetizma Kavram Testi (The Conceptual Survey of Electricity and Magnetism). Test 5000 den fazla genel fizik dersi öğrencine ön test-son test şeklinde uygulanmıştır. Hem ön testte hem de son testte öğrencilerin soruların ortalama olarak yarısından daha azını doğru yanıtlayabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin elektrik

manyetizma konularında yaşadıkları zorluklar ders bitiminde bile devam etmektedir. Araştırma verileri detaylı incelendiğinde öğrencilerin Coulomb Yasasını öğretim sonunda bile kullanamadıkları bu nedenle, yüklü iki cisimden yükü büyük olan cisimlerin küçük olan cisimlere daha fazla kuvvet uyguladığına inandıkları, elektrik alan şiddeti kavramını karıştırdıkları, eş-potansiyel eğrileri arasındaki potansiyel farkına bakmaksızın çizgiler arasındaki uzaklığa bağlı olarak daha fazla ya da daha az iş yapıldığına inandıkları, manyetik alana koyulan durgun yüklü cisme kuvvet uygulanacağına inandıkları şeklinde yanlışlara sahip oldukları görülmüştür. Aynı elektrik ve manyetizma kavram testi Planicic (2006) tarafından Zagrepte öğrenim gören 84 öğrenciye, Saarelainen, Laaksonen ve Hirvonen (2007) tarafından yapılan bir çalışmada ise 144 elektromanyetizma dersi öğrencisine uygulanmış ve Maloney ve diğerlerinin (2001) çalışmasında bulduklarına benzer sonuçlar ve yanlışlar bu çalışmalarda da bulunmuştur.

Pardhan ve Bano (2001) tarafından yapılan bir çalışmada lise fizik öğretmenlerinin elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları incelenmiştir. Dört tanesi yüksek lisans bitirmiş 6 ortaokul öğretmenine bir tek uçlu model, çarpışan akımlar modeli, tükenen akım modeli ve bilimsel modeli içeren bir test uygulanmış ve öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır. Araştırma verilerinin incelenmesi sonucu öğrencilerde sıklıkla rastlanan kavram yanlışlarına öğretmenlerinde sahip olduğu görülmüştür. Öğretmenler basit her DC devreden akım geçebilmesi için kapalı bir devre olması gerektiğini ifade etmektedirler. Bazı öğretmenler iletken kabloları elektronların içlerinden aktığı boş borulara benzetmişlerdir. Elektrik akımının yönünün kuru pilin pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru olduğunu doğru bir şekilde ifade ederken bazı öğretmenlerin ise çarpışan akımlar modeline uygun açıklamalar yaptığı görülmüştür. Yine bazı öğretmenlerin tükenen akımlar modeline uygun olarak devredeki lambanın rolünü açıkladığı görülmüştür. Dirençleri elektrik akımını durduran ya da yavaşlatan devre elemanları olarak tanımlayan öğretmenler bulunmaktadır. Seri devrelere lamba eklenmesi durumunda devreden daha fazla akım geçeceğini çünkü fazla direncin fazla akım gerektirdiğini savunan öğretmenlere rastlanmıştır. Sonuçlarında açıkça gösterdiği gibi elektrik konusundaki benzer kavram yanlışlarına farklı düzeylerdeki

öğrencilerde hatta öğretmenlerde bile rastlanmaktadır.

Pocovi ve Finley (2002) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin elektrik ve manyetik alan çizgilerini konularındaki anlamaları araştırılmıştır. Araştırma verileri 39 üniversite öğrencisinden toplanmıştır. Araştırmada kuvvet çizgileri üzerine ve arasına koyulan yüklü cisimlere kuvvet etkiyip etkimeyeceği ve etkimesi durumunda yüklü parçacığın hareketinin açıklanması istenmiştir. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin kuvvet çizgileri üzerindeki yüke kuvvet çizgileri yönünde kuvvet etki edeceği bu nedenle hareket edecekleri, çizgiler arasındaki yüke ise kuvvet etki etmeyeceği ve bu nedenle bunların hareket edemeyeceklerini savundukları görülmüştür. Bir başka grup öğrenci ise çizgiler arasındaki yüke kuvvet etki edeceğini çünkü oraya da bir çizgi çizilebileceğini bu nedenle onunda hareket edeceğini savunmuştur. Öğrencilerde kuvvet çizgisi üzerinde olmayan yüke kuvvet etki etmez şeklinde bir yanılgı vardır. Bazı öğrenciler ise kuvvet çizgilerinin yükü taşıyacağına, hareket ettireceğine inanmaktadırlar. Bu tip yanılgıya başka araştırmalarda da rastlanmıştır (Bilal ve Erol, 2009; Pocovi, 2007).

Sencar ve Eryılmaz (2002) tarafından yapılan bir çalışmada dokuzuncu sınıf lise öğrencilerinin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiş ve cinsiyetin sahip olunan kavram yanılgısı sayısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. İki-aşamalı ve çoktan seçmeli 10 sorudan oluşan elektrik devreleri kavram testi toplam 1678 dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Kız ve erkek öğrencilerin sahip olduğu toplam yanılgı sayıları karşılaştırıldığında kız öğrenciler aleyhine anlamlı bir fark bulunmuştur. Fakat alt kategorilere göre bakıldığında hem kız öğrenciler hem de erkek öğrenciler lehine fark bulunan durumlara rastlanmıştır. Cinsiyet farkının sebebi araştırmacılar tarafından teoriye dayalı rahatlıkla denenemeyen durumlarda kız öğrencilerin başarılı olabildiği, tersi durumlarda erkek öğrencilerin üstünlük sağladığı şeklinde yorumlanmıştır. Toplam skorlar bakımından kız ve erkek öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarının karşılaştırıldığı Chambers ve Andre (1997) ile Shipstone, Jung ve Dupin'in (1988) çalışmalarında bu çalışmanın aksine elektrik konusunda kız

öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha az sayıda kavram yanlışlığına sahip oldukları bulunmuştur.

Engelhart ve Beichner (2004) tarafından yapılan çalışmada lise ve üniversite öğrencilerin DC devrelerine ait anlamalarını ölçmek için bir kavram testi geliştirilmiştir (The Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test). Test geliştirildikten sonra ilgili kavramlar hakkında 17 üniversite ve 11 lise öğrencisi ile görüşme yapılmıştır. Öğrenci görüşmelerinden çıkan kavram yanlışlıkları araştırmacılar tarafından belirlenmiş ve öğretim seviyesi, cinsiyet ve öğretim yöntemine bağlı olarak incelenmiştir. Öğrenciler devredeki pillerin bağlantısına bakılmaksızın pil sayısı arttıkça lamba parlaklığının arttığını düşünmektedirler. Pillerin devredeki elemanların bağlantısına bakılmaksızın her elemana aynı akımı sağlayacağı düşüncesi yine öğrenciler arasında görülen bir başka yanılgıdır. Elektrik akımının devre boyunca azaldığı ve bittiği şeklindeki yaygın inanç bu çalışmada da bulunmuştur. Akım voltaja sebep olur ve akım ve voltaj her zaman birlikte oluşur inancı araştırmada bulunmuş bir başka yanlış anlamadır. Üniversite öğrencilerinin ve lise öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlıkları sayıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Görüşmeler sonunda genel olarak kız öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlığı erkek öğrencilerden anlamlı seviyede fazla bulunmuştur. Aynı durum üniversitedeki kız ve erkek öğrenciler arasında da görülürken lisede öğrenim gören kız ve erkek öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlığı sayısı arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çepni ve Keleş (2006) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin iki lamba ve bir pilden oluşan elektrik devreleri hakkındaki anlama seviyeleri araştırılmıştır. İlköğretim, ortaöğretim ve üniversitede öğrenim gören ve yaşları 11 ile 22 arasında değişen 250 öğrenciye konu ile ilgili açık uçlu sorular sorulmuştur. Öğrenci açıklamaları alanyazında geçen tek uçlu model, çarpışan akımlar modeli, tükenen akım modeli ve bilimadamı modeli başlıkları altında gruplanmıştır. Tek uçlu modele inanan öğrenciler lambaların yanabilmesi için kapalı bir devre olmasına gerek duymamakta lambaların pilin bir kutbuna dokundurularak yanabileceğini düşünmektedirler. Araştırmada ilköğretim öğrencileri arasında tek uçlu modelin

oldukça yaygın olduğu görülmüştür. Çarpışan akımlar modeline inanan öğrenciler pilin her iki kutbundan da ayrı akımlar çıktığını bunların lamba vb. devre elemanlarında çarpıştıklarını ve lambanın bu şekilde yandığını açıklamaktadırlar. Tükenen akım modelinde ise öğrenciler pilin bir kutbundan çıkan akımın devre elemanları boyunca harcadığını ve azalarak devreyi tamamlayacağını ya da devre boyunca tamamen bitebileceğini düşünmektedirler. Araştırmada dokuzuncu sınıf öğrencilerinin yarısında tükenen akım modelinin olduğu bulunmuştur. Bilimadamı modeli ise durumun bilimsel açıklamasını içermektedir.

Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay (2008) tarafından yapılan bir çalışmada ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amaçlanmıştır. Veriler 28 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir kavram testi kullanılarak toplam 1162 öğrenciden toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin elektrik akımı hakkında çok sayıda kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca direnç eklenerek devrede değişiklik yapıldığında, öğrencilerin devredeki akımın değişimini anlamakta güçlük çektikleri görülmüştür ve bu durumla ilgili kavram yanlışlarına sahiplerdir. Araştırmanın önemli bir sonucu ise 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunda benzer kavram yanlışlarına sahip olduklarının görülmesidir. Araştırmacılar öğrencilerin değişime direnç gösterdiklerini bu nedenle fen eğitiminde geleneksel öğretim yöntemleri yerine, kavram yanlışlarını giderebilecek ve oluşumunu engelleyebilecek öğretim yöntemleri kullanılması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Bilal ve Erol (2008) tarafından yapılan bir çalışmada bir DC devrede kondansatörlerin dolma ve boşalma süreçleri hakkındaki kavram yanlışları incelenmiştir. Bu süreçler hakkındaki iki aşamalı beş soru konuyu öğrenmiş 170 öğretmen adayına uygulanmıştır. Araştırma verilerinin analizi sonucu öğrencilerin kondansatörlerin dolma ve boşalma süreci sırasında plakaların yüklenmesini açıklama konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Paralel plakalı bir kondansatörün levhaları arasındaki yalıtkan maddenin kondansatörün dolmasını engelleyeceği levhaların yüklenmeyeceği ya da gelen akımın yönüne bağlı olarak

levhalardan yalnızca birinin yükleneceği inancı öğrenciler arasında yaygın olarak görülmektedir. Bazı öğrenciler ise levhalardan önce birinin yükleneceğini daha sonra levhalar arasından akım geçerek diğerinin yükleneceğini düşündükleri görülmüştür. Görüldüğü üzere bu çalışma sonunda ulaşılan bazı kavram yanlışları Thacker, Ganiel ve Boys'un (1999) çalışmalarında ortaya koydukları yanlışları desteklemektedir.

Bilal ve Erol (2009) tarafından yapılan bir çalışmada öğretmen adaylarının bazı elektrik kavramları hakkındaki anlamaları incelenmiştir. Araştırmaya 177 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma verileri araştırmacılar tarafından geliştirilen Elektrik Kavram Testi ile toplanmıştır. Verilerin analizi sonucu öğretmen adaylarının elektrik konularında kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür bu yanlışlar içinde diğer çalışmalarda sıklıkla rastlanmayan kavram yanlışları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) Yüklü iki cisimden yükü fazla olan az olana daha fazla elektriksel kuvvet uygular.
- 2) Üzerlerine eşit elektriksel kuvvet etki eden cisimler diğer kütle vb. özelliklerinin eşitliğine bakılmaksızın eşit hızlarla hareket ederler.
- 3) Yüklü cisimler elektrik alanla aynı yönde hareket ederler.
- 4) Düzgün elektrik alandaki yüklü cisimler sabit hızla hareket ederler.
- 5) Elektrik alanla zıt yönde hareket eden parçacıklar her zaman yavaşlarlar.
- 6) Kesit alanı büyük olan metallerin direnci büyük olur.
- 7) Seri bağlı iki dirençten, direnci büyük olandan daha az akım geçer.

Karal, Alev ve Yiğit (2009) tarafından yapılan bir çalışmada alan eğitimi tamamlamış öğretmen adaylarının akım, direnç, potansiyel kavramları ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek ve kavram yanlışlarını tespit etmek amaçlanmıştır. Fizik öğretmenliği beşinci sınıfta okuyan 26 öğretmen adayı ile sürdürülen çalışmada açık uçlu 5 soruluk bir test ve görüşme yoluyla veriler toplanmıştır. Araştırma öğretmen adaylarının akım, direnç ve potansiyel fark kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliğine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Karşılaşılan yanlışların temelinde bilgi eksikliği, işlemsel öğrenme ve üst düzey bilişsel yetersizliklerin

olduğu bulunmuştur. Öğretmen adaylarının devrede bulunan direnç sayısı, büyüklüğü ve bağlantı şekilleri ne olursa olsun üreteçlerin devreye aynı akımı sağladığına inandıkları, bölgesel ve ardışık düşünme yolu ile seri bağlı devre elemanlarının sırası değiştiğinde üzerlerinden geçen akımın değişeceğini düşündükleri, ampul parlaklığını yalnızca akıma bağlı olarak değerlendirdikleri, Ohm kanununa uymayan iletkenler hakkında bilgi eksikliklerinin olduğu bulunmuştur.

2.1.2. Kavramsal Değişim

Kavram yanılgıları üzerine yapılan araştırmalar, bu yanılgıları değiştirmenin oldukça güç olduğunu ve bazen öğrencilerin öğretim süreci sonunda bile bu yanılgılarını sürdürdüğünü göstermiştir. (Bilal ve Erol, 2009; Clement, 1982; Hammer, 1996; Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001; Pocoví, 2007; Thacker, Ganiel ve Boys, 1999).

Öğrenme, öğrencilerin yeni fikirler kazanmalarıyla birlikte, sahip oldukları kavramları geliştirme, yani eskileri ile yenilerini yer değiştirme süreci olarak tanımlanmakta ve kavramsal değişim öğrencilerde farklı oranlarda meydana gelen özgün bir süreç olarak görülmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerin kavram yanılgılarından, yani bilimsel olmayan bilgilerinden, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendiren, alternatif bir yaklaşımı temsil etmektedir ve Piaget’in **özümleme**, **düzenleme** ve **dengeleme** ilkeleri üzerine kurulmuştur (Wang ve Andre, 1991; aktaran Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçıken ve Geban, 2004).

Wang ve Andre (1991) tarafından yapılan bir çalışmada bilimsel olarak doğru olan bir kavramın öğrencilerine sunumundan önce kavramsal değişim metinleri kullanımının ortaokul öğrencilerinin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi incelenmiştir. Bu metinlerde verilen elektrik

devrelerinin çalışıp çalışmayacağı sorgulanmıştır. Öğrenciler yanıtlarını açıklayarak yazmışlardır. Wang ve Andre (1991) tarafından kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarını kolaylaştırdığı bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar tarafından ulaşılan bir diğer sonuçta bu metinlerin hem erkeklerin hem de kızların kavramsal anlamalarını kolaylaştırdığıdır. Bununla birlikte, daha fazla çaba deneyim gerektiren öğretim metinleri erkek öğrenciler için daha kolaylaştırıcı etkiye sahipken, daha az deneyim gerektirenler kız öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmada daha etkilidir.

Chambers ve Andre (1997) tarafından yapılan bir çalışmada ise kavramsal değişim metinleri ve geleneksel metinler kullanan kız ve erkek öğrencilerin konuya ait ilgi düzeyleri, deneyimleri ve ön bilgileri analize katılmadığında her iki durumda da kavramsal anlamalarında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Fakat bahsedilen değişkenler analize dâhil edildiğinde kavramsal değişim metnlerinin öğrencilerin elektrik kavramlarını öğrenmelerinde geleneksel metinlere göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Ateş ve Polat (2005) tarafından yapılan bir çalışmada Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfta okuyan öğrencilerin elektrik devreleri konusunda hangi kavram yanlışlarına sahip oldukları ve kavramları anlama sürecinde karşılaştıkları güçlükler incelenmiş ve kavram yanlışlarının ve kavramsal anlama düzeyindeki güçlüklerin giderilmesinde öğrenme evreleri yaklaşımının etkileri araştırılmıştır. Öğrenme evreleri yöntemi, keşfetme (exploration), kavram tanıtmaya (concept introduction) ve kavram uygulama (concept application) evrelerinden oluşur. Araştırmada deney grubunda (n=38) öğrenme evreleri yöntemi kullanılırken kontrol grubunda (n=38) geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırma verileri Elektrik Devreleri Kavram Testinin ön test-son test olarak kullanılması ile toplanmıştır. Ön test verilerinin incelenmesi sonucu öğrencilerin elektrik devreleri konusunda üç tip kavram yanlışına -sabit akım kaynağı modeli, bölgesel düşünme, paylaşılan akım modeli- ve devrelerinin fiziksel yönlerini anlama düzeyinde de üç tip probleme -devre elemanlarının iki uçluluğu, kısa devre, bir elektrik devre şemasının gerçek şeklini belirleme- sahip oldukları bulunmuştur. Araştırma sonunda öğrenme evreleri

metodunun ‘güç kaynağını sabit akım kaynağı olarak algılama’ yanılgısını gidermede geleneksel öğretim modeline göre daha etkili olduğu fakat ‘bölgesel düşünme’ ve ‘paylaşılan akım’ yanılgılarını gidermede etkisiz kaldığı görülmüştür. Ayrıca öğrenme evreleri modelinin elektrik devrelerinin fiziksel yönlerini anlama düzeyinde öğrencilerin karşılaştıkları güçlüklerin tamamını gidermede geleneksel öğretim modeline göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Chiu ve Lin (2005) tarafından yapılan bir çalışmada dördüncü sınıf öğrencilerinin elektrik devresi kavramını öğrenmelerinde analogi kullanımının etkileri incelenmiştir. Araştırmaya katılan 32 dördüncü sınıf öğrencisi analogi kullanımlarına göre dört gruba ayrılmıştır: analogisiz grup, tek analogi grubu, benzer analogiler grubu, tamamlayıcı analogiler grubu. Araştırmada seri ve paralel elektrik devreleri konusunda hazırlanmış analogiler kullanılmıştır. Araştırma sonunda analogi kullanımının yalnızca karmaşık bir fen kavramının derinlemesine anlaşılmasını sağlamakla kalmadığı aynı zamanda bu konudaki kavram yanılgılarını yenmelerinde öğrencilere yardımcı olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin elektrik kavramını anlamada yaşadıkları sıkıntının sebebi olarak kavramın ontolojik ön varsayımları gösterilmiştir.

Planinic, Krsnik, Pecina ve Susac (2005) tarafından yapılan bir çalışmada bilişsel çatışma (cognitive conflict), kavram yerdeğiştirme (concept substitution), köprü analogileri (bridging analogies) ve Sokratik Diyalog (Socratic dialogue) isimli dört temel öğretim tekniğinin kavramsal değişime etkileri incelenmiştir. Tekniklere ait bilgiler ve örnekler veren araştırmacılar her tekniğin kavram değişimde avantajları ve dezavantajları olduğunu vurgulamaktadırlar. Bilişsel çatışmanın öğrencilere önemli bir zihinsel mücadele ortamı sunmaktadır bu öğrenciler için motive edici olabileceği gibi bazı durumlarda can sıkıcı da olabilir. Kavram yer değiştirmeler ve analogiler öğrenciler için kabul edilmesi daha kolayken bunların her kavram yanılgısına uygun uygulamaları olmayabilir. Sokratik diyalog ise öğrencilerin sorgulamalarını geliştirebilir ama zaman alıcı bir tekniktir. Bu nedenle araştırmacılar tarafından seçilen konuya uygun olan tekniklerin bir birleşiminin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Başer (2006) tarafından yapılan bir çalışmada öğretmen adaylarının doğru akım devreleri konusundaki öğrenmelerine kavramsal değişim temelli simülasyonların ve geleneksel doğrulayıcı simülasyonların etkisi incelenmiştir. Araştırma 3 hafta sürmüş, deney grubundan kavramsal değişim simülasyonları kullanılarak kontrol grubunda ise doğrulayıcı simülasyonlar kullanılarak konu işlenmiştir. Araştırma verileri Elektrik Devreleri Kavram Testi, Bilimsel Süreç Becerileri Testi, Fizik Tutum Ölçeği ve Bilgisayar Tutum Ölçeği ile toplanmıştır. Araştırma sonunda kavramsal değişim temelli simülasyonların DC elektrik kavramlarının değişiminin sağlanmasında önemli derecede daha fazla etki sağladığı görülmüştür. 11 hafta sonunda uygulanan kavram testi sonucunda da aynı etki görülmüştür.

Küçüközer ve Kocakulah (2008) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarını göz önünde bulundurarak düzenlenmiş bir öğretimin kavramsal değişime etkisi incelenmiştir. Araştırma verileri sekiz açık uçlu sorudan oluşan bir kavram testi ve görüşme yoluyla toplanırken, araştırma dokuzuncu sınıf öğrencileri ile sürdürülmüştür. Öğretim sırasında voltaj kavramı ana kavram olarak seçilmiştir. Yapılan etkinliklerde bilişsel çatışma, tahmin-gözlem-açıklama ve simülasyon stratejilerinden yararlanılmıştır. Araştırmada uygulanan öğretimin öğrencilerin mevcut yanlışlarını hem son testte alınan veriler hem de geciktirilmiş testte alınan veriler uyarınca azalttığı bulunmuştur. Yalnızca pillerin sabit akım kaynağı olduğuna dair yanlışının öğretim sonunda arttığı görülmüştür.

Elektrik konularında öğrencilerin kavramsal anlamalarını belirlemek üzere yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında öğrencilerin bu konuları öğrenmede çeşitli sıkıntılara sahip oldukları görülür. Öğretim sonunda bile öğrenciler elektrik konularında kavram yanlışlarına sahiptir ve benzer yanlışlara ilköğretimden yükseköğretime kadar her seviyedeki öğrencide görülmektedir. Bu durum mevcut öğretim yönteminin bu sorunları ortadan kaldırmada ve kavramsal değişimi sağlamada yetersiz olduğunu ortaya çıkartmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada

yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanılarak modelleme yoluyla öğretim uygulanmış ve bu konudaki alanyazın aşağıda verilmiştir.

2.2. Modelleme Yoluyla Öğretim Üzerine Yapılan Araştırmalar

White (1993) tarafından yapılan bir çalışmada 6 yaş grubu okul öncesi çocukların nedensel modelleri yapmayı ve kullanmayı öğrenebileceği ileri sürülmüştür. Öğrencilerin bir oyun olarak yapılandırılan ThinkerTools programını kullanarak kuvvet ve hareket için alternatif sunumlar yapabilecekleri düşünülmüştür. White'e göre modelleme müfredatı üç şey içermelidir: öğrenciler ilk olarak genel olarak kabul edilebilir (soyut) modeller geliştirmelidir, ikincisi bunu yaparken model oluşturmak için gerekli becerileri öğrenmelidir ve son olarak soyut modellerini gerçek dünya ile ilişkilendirmelidirler. White göre bu şekilde yapılacak bir öğretim dört aşamalı olmalıdır: isteklendirme evresi, model değerlendirme evresi, resmileştirme evresi ve transfer evresi. Motivasyon evresinde öğrenci problem durumunu analiz eder geleceğe yönelik hipotezler kurar. İkinci aşamada öğrenciler durumu açıklayacak modeller oluştururlar ve onları denerler. Üçüncü aşamada öğrenciler durumu açıklayacak formal kurallar türetirler ve son olarak oluşturdukları bu yeni kurallarını gerçek hayat problemlerine uygularlar.

Sauer (2000) tarafından yapılan bir çalışmada lise öğrencilerin Fiziğe Giriş Dersinde teorik matematiksel model oluşturmayı kullanmasının ivme konusunu öğrenmelerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın öğrenciler açısından amacı matematiksel modelleme stratejilerini kullanabilmelerinin problem çözme becerilerini aynı zamanda bilimsel ve kavramsal anlamalarını geliştirilmesidir. Çalışmada deney grubu öğrencilerinin (n=24) matematiksel modellemeyi problem çözme durumlarında kullanılması sağlanmıştır. Deney grubu öğrencileri problem çözümünde kullanacakları tüm formülleri deneylerde topladıkları verileri kullanarak oluşturmuş kontrol grubu öğrencileri ise (n=24) kendilerine doğrudan verilen formüllerle problemleri çözmüşlerdir. Araştırma sonunda matematiksel modelleme grubu öğrencilerinin fazla tanıdık olmadıkları ve daha karmaşık problemleri kontrol grubu öğrencilerine göre daha kendilerine güvenerek çözdükleri görülmüştür. Ayrıca

yapılan görüşmeler sonucu matematiksel modelleme grubunda kontrol grubuna göre daha az kavram yanlışlığı kaldığı görülmüştür.

Woolridge (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Hestenes ve Wells tarafından önerilen modelleme yönteminin mekanik dersinde üniversite düzeyinde uygulaması yapılmıştır. Araştırma 1997 ve 1998 yıllarında mekanik derslerinde denenmiş ve modelleme yönteminin uygulandığı bu iki sınıfın kuvvet kavram testi (FCI) puanları geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin puanları ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda geleneksel yolla öğretim yapılan grubun kuvvet kavram testi puanları araştırma sonrasında %13 lük bir artış göstermiş ve ancak %39'lara ulaşılabilmiştir ve yeterli bulunmamıştır. Deney gruplarında ise ortalama %27'lik bir artış görülmüş ve son puanlar ortalama %49 olmuştur. Ayrıca araştırma sonunda deney gruplarının başarıları kontrol grubu başarısından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Vosniadou (2002) tarafından çocukların dünyanın şekline ait zihinsel modelleri ve gece gündüz döngüsünü nasıl açıkladıkları incelenmiştir. Araştırmacı tarafından çocukların ve yetişkinlerin oluşturdukları zihinsel modellerin öngörücü ve açıklayıcı güçleri olduğu ve var olan teorilerinin gözden geçirilip düzeltilmesi ve yenilerinin oluşturulmasında arabuluculuk yapabileceği vurgulanmaktadır.

Hallolun (2003) tarafından yapılan bir çalışmada lise ve kolej öğrencilerine şematik modelleme yaklaşımı ile öğretim yapılmış ve modelleme öğretiminin etkililiğine bakılmıştır. Modelleme yoluyla öğretim alan öğrencilerin diğer öğretim türlerindeki öğrencilere göre bilimsel teori hakkında daha iyi kavramsal anlamaya sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca modelleme grubu öğrencilerinin verilen dersteki kavram ve yasalar üzerindeki kavramalarının geleneksel öğretim alan öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Ramsdell (2004) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğretimi için geleneksel fizik laboratuvarına alternatif olarak model merkezli projeler sunulmuştur. Öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri Kuvvet Kavram Testi (FCI) ve Elektrik

Manyetizma Kavram Testi (CSEM) ile ölçülürken, tutumları Maryland Fizik Beklentileri Ölçeği (MPEX) ile ölçülmüştür. Araştırma sonunda model merkezli proje grubundaki öğrencilerin FCI'ye göre belirlenen gelişmeleri geleneksel laboratuvar grubundaki öğrencilere göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte tutumlarda olumlu bir gelişme izlenmemiştir.

Sins, Savelsbergh ve van Joolingen (2005) tarafından yapılan bir çalışmada bilgisayar modellemesinin karmaşık bir olguyu derinlemesine anlamada iyi bir yol olduğu savunulsa da modelleme sürecinin kendisinin oldukça karmaşık olduğu ve öğrencinin bu süreçte desteğe ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır. Öğrencilerin bir modelleme çalışması yaparken karşılaştıkları zorlukların ve uyguladıkları düşünme sürecinin bilinmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada fizik alanında modelleme çalışması yapan ve ikişerli gruplarda çalışan 26 öğrenci gözlenmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin çoğunun geçmiş bilgileri ile çok az ilişkilendirerek model parametrelerini deneysel verilerle uydurmaya odaklanmaktadır. Başarılı öğrenciler geçmiş bilgilerini kullanma ve daha tümevarımsal düşünme konusunda az başarılı öğrencilerden ayrılmaktadır. Modelleme sürecinin karmaşıklığından dolayı öğrenme kazancı için deneyimin önemli olduğu ve uygun araçlarla desteklenmesinin iyi olacağı önerilmiştir.

Etkina, Warren ve Gentile (2006) insanların kendi dünyalarını açıklamak için bireysel içsel teorilerini yapan doğal model yapıcıları olduğuna inanmaktadır. Araştırmacılar tarafından anlamlı öğrenmeyi desteklemek için neden model oluşturulması gerektiği şu şekilde özetlenmiştir:

- 1) Model yapımı doğal bilişsel bir olgudur. Bilinmeyen bir olgu ile karşılaşıldığında bu olgu hakkında teoriler üretmeye başlarlar ki bu anlama sürecinin önemli bir bölümüdür.
- 2) Modelleme hipotez test etmeyi, tahmin yapmayı, anlam çıkarmayı destekler ve diğer önemli bilişsel becerileri barındırır.
- 3) Modelleme birçok modelde kavramsal değişimin temeli olan nedensel akıl yürütmenin yapılmasını gerektirir.
- 4) Modelleme kavramsal değişimin önemli bir öngörücüsü olan yüksek

derecede kavram kullanımını sağlar.

- 5) Modelleme bilişsel eserlerin (zihinsel modeller) yapımıyla sonuçlanır.
- 6) Öğrenciler model oluşturdıklarında bilginin sahibi olurlar.
- 7) Modelleme epistemolojik inançların gelişimini destekler.

Hestenes (2006) tarafından lise öğrencilerinin fizik dersi öncesi Newton mekaniğine uygun olarak düşünmekten çok uzak oldukları ve geleneksel olarak işlenen fizik dersi sonunda bile bunu değiştirmenin oldukça güç olduğu değişimin %15 ten küçük olduğu belirtilmektedir. Modelleme öğretimi projesine katılan öğretmenlerden (n=66) toplanan verilere göre geleneksel öğretim yapılan öğrencilerin öğretim öncesi Kuvvet Kavram Testinden (Force Concept Inventory) başarıları %26 iken öğretim sonunda %42 olmuştur. Modelleme öğretimi alan öğrencilerin (n=3394) ders öncesi başarıları %26 dan %52 ye çıkmıştır. Aynı öğretmenler modelleme öğretimini bir yıl sonra tekrar yaptıklarında öğrencilerin (n=647) başarıları %29 dan %69a çıkmıştır. Görüldüğü gibi modelleme öğretimi yapılan dersteki başarı geleneksel öğretim yapılan dersteki başarıdan daha fazladır ve ayrıca modelleme eğitiminde uzaman öğretmenlerin sınıflarındaki öğrencilerin kavram testinden aldıkları son test puanları yeni başlayan öğretmenlerinkinden daha fazladır.

Malone (2006) tarafından yapılan bir çalışmada modelleme yoluyla öğretim yapılan lise öğrencileri ile geleneksel öğretim yapılan lise öğrencilerinin bilgi yapıları, biliş ötesi stratejileri ve problem çözme becerileri arasındaki farklar incelenmiştir. Öğrencilerin bilgi yapıları uzman, yüzeysel ve sorulan sorular olarak ele alınmıştır. Araştırma sonunda modelleme öğrencilerinin diğer öğrencilere göre daha uzman benzeri bilgi yapılarına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca yüksek uzman puanının yüksek kuvvet kavram testi skoru ortaya çıkardığı ve yüksek yüzeysel sonucun düşük kuvvet kavram testi skorunu belirlediği bulunmuştur. Araştırmada ulaşılan bir diğer sonuç ise modelleme öğrencilerinin problem çözme biliş ötesi becerilerinin diğer gruptaki öğrencilere göre daha uzman benzeri olduğudur.

Ogan-Bekiroglu (2007) tarafından yapılan bir çalışmada hizmet öncesi fizik öğretmenlerinin ay, ayın evreleri ve aya ait diğer olgular hakkındaki bilgileri ve anlamalarının belirlenmesi ve model merkezli öğretimin öğretmenlerin zihinsel modellerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının zihinsel modelleri kategorize edilmiştir. Araştırma sonunda bazı öğretmen adaylarının kusurlu ya da tamamlanmamış zihinsel modellerinin model merkezli öğretim sayesinde bilimsel zihinsel modellere doğru değiştiği görülmüştür.

Küçüközer (2008) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarının mevsimler ve ayın evreleri hakkındaki kavram yanlışları belirlenmiş ve üç boyutlu bilgisayar modellemesinin bu konudaki kavramsal değişim üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarında artış ve kavram yanlışlarında önemli derecede azalma olduğu bulunmuştur. Araştırma sonrasında 15 gönüllü öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmış ve öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine üç boyutlu bilgisayar modellemesinin olumlu etkileri olduğunu vurguladıkları görülmüştür.

Araujo, Veit ve Moreira (2008) tarafından yapılan bir çalışmada teorik yapısı Halloun'un (1996) modelleme yaklaşımı ve Ausubelin anlamlı öğrenme teorisinden uygulanan ve Modellus yazılımı kullanılan tamamlayıcı bilgisayarlı modelleme etkinliklerinin üniversite öğrencilerinin fizik başarılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma kinematik grafiklerinin yorumlanması konusunda yapılmıştır. Araştırma sonunda modelleme grubu öğrencilerinin başarılarının geleneksel yöntem uygulanan kontrol grubu öğrencilerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede artış gösterdiği görülmüştür.

Angell, Kind, Henriksen ve Guttersrud (2008) öğrencilerin fizik dersinde birçok durumla (deneyler, grafikler, sözlü tanımlar, formüller, resim/diyagramlar) baş etmek ve bunlar arasında dönüşüm yapmak zorunda kalmaları nedeniyle fiziği zor bir ders olarak algıladıkları vurgulanmaktadır. Araştırmacılar tarafından bu duruma çözüm bulmak amacıyla modelleme yaklaşımı içerisinde çoklu temsillerin (multiple representaion) kullanılması gerektiği düşünülmüş ve deneysel-

matematiksel modelleme yaklaşımı önerilmiştir. Ortaokul mekanik konularında yaklaşımın uygulaması yapılmıştır. Yapılan sınıf gözlemleri ve öğretmen görüşmeleri sonucu yaklaşımın öğretmenler tarafından oldukça cazip bulunduğu fakat öğrencilerin ne yapacaklarını ne öğreneceklerini önceden bilme alışkanlıklarının ve bu konudaki ısrarlarının olumsuz etkenler olduğu rapor edilmiştir.

Brewe, Kramer ve O'Brien (2009) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin model oluşturma, onaylama ve gözden geçirme şeklindeki bilimsel çalışmalarla uğraşmasını sağlayan modelleme öğretimi yapılmış ve modelleme öğretiminin öğrencilerin tutumlarına etkisi incelenmiştir. Uygulama Florado'da bir üniversitede iki dönem boyunca mekanik ve elektrik konularında devam etmiştir. Bu şekilde öğrenciler küçük gruplarda çalışarak model yapımına teşvik edilmiş, görüşlerini taşınabilir yazı tahtalarında diğer arkadaşları ile paylaşır ve tartışırlar. Öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri FCI verileri ile karşılaştırıldığında tutarlı bulunmuştur. Tutum verilerini toplamak için CLASS (Colorado Learning Attitudes about Science Survey) ve MPEX (Maryland Physics Expectations Survey) ve görüşme tekniği kullanılmıştır. Modelleme öğretiminin öğrencilerin toplam tutumlarına ve ölçeğin 4 alt boyutundaki tutumlarının gelişimine önemli derecede pozitif etkilerinin olduğu görülmüştür.

Modelleme yoluyla öğretim üzerine yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında ilköğretim seviyesinden yüksek öğretime kadar modelleme yoluyla öğretim yapılmış çalışmalara rastlanmaktadır. Modelleme yoluyla öğretimin gerekliliği araştırmacılarca vurgulanmaktadır. Bu yolla öğretim süreci sonunda öğrencilerin kavramsal anlamaları, tutumları, başarıları ve problem çözme becerileri incelenmiş ve modelleme yoluyla öğretimin bunlar üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür. Modelleme yoluyla yapılan çalışmalar genel olarak mekanik konuları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte ayın evreleri, gece gündüz döngüsü ve elektrik konularında yapılmış az sayıda çalışmaya rastlanmıştır.

2.3. Epistemolojik İnançlar Üzerine Yapılan Araştırmalar

Bireylerin epistemolojik inançlarının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalar gerek ülkemizde gerekse ülke dışında son yıllarda hızla artmaktadır. Araştırmacılar tarafından epistemolojik inançlar dayandırıldıkları temellere bağlı olarak farklı şekillerde ele alınıp yorumlanmaktadır. Alanyazında bireylerin epistemolojik inançları üzerine öğrenim düzeylerinin, yaşlarının ve cinsiyetlerinin etkisinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar varken epistemolojik inançlarının akademik başarıları, kavramsal anlamaları, öğrenme yaklaşımları, başarı güdülerini ve problem çözme becerileri gibi önemli değişkenler üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalara da alanyazında sıklıkla rastlanmaktadır. Ayrıca öğretim süreci sonunda epistemolojik inançlarının değişimi de yine araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bu başlık altında tez konusuyla ilgili olan çalışmalar derlenmiştir.

2.3.1. Epistemolojik İnançların Dayandığı Temeller

Bireylerin epistemolojik inançlarını açıklamak üzere geliştirilmiş teoriler inanç boyutlarının birbiriyle ilişkili olma durumuna yönelik yaklaşımları açısından iki temel gruba ayrılmaktadır: bilme ve öğrenme hakkındaki tek boyutlu teoriler ve çok boyutlu teoriler (Duell ve Schommer-Aikins, 2001). Aslında her iki gruptaki teoriler, zihnin karmaşıklığını ele aldığından çok boyutludur, bununla birlikte tek boyutlu ve çok boyutlu teoriler arasındaki temel fark inanç boyutları arasındaki ilişkiye bakış açılarıdır. Tek boyutlu epistemolojik inanç teorisinde inanç boyutlarından biri gelişirse diğerlerinin de geliştiği düşünülürken, çok boyutlu teorilerde boyutlardan birinin gelişmesi durumunda diğerlerinin gelişebileceği gibi gelişemeyebileceği de esas alınmaktadır. Alanyazında bilme ve öğrenme ile ilgili olarak sıklıkla kullanılan inanç teorilerine uygun olarak geliştirilmiş veri toplama araçları Tablo 2.1’de gösterilmiştir. Tek boyutlu teorilere örnek olarak epistemolojik inançlarla ilgili ilk çalışmalardan biri olması ve ayrıca alandaki birçok araştırmacıya ışık tutması açısından Perry’nin (1968) çalışması ve çok boyutlu bilme ve öğrenme teorilerinin bir örneği olarak Schommer’in (1993) çalışması ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tablo 2.1. Bilme ve Öğrenme Teorilerine Ait Veri Toplama Araçları ve Özellikleri

Bilme ve Öğrenme Teorilerine Ait Veri Toplama Araçları	Boyut
1. Checklist of Educational Views (Perry, 1968)	Tek
2. Women's Ways of Knowing Interview (Belenky, Clinchy, Goldberger ve Tarule, 1986)	
3. Epistemic Doubt Interview (Boyes ve Chandler, 1992)	
4. Measure of Epistemological Reflection (Baxter Magolda, 1992; Baxter Magolda ve Porterfield, 1988)	
5. Reflective Judgement Interview (King ve Kitchener, 1994)	
6. Attitudes Towards Thinking and Learning Serway (Galotti, Clinchy, Ainsworth, Lavin ve Mansfield, 1999)	
1. Beliefs About Knowledge and Learning (Schommer, 1990)	Çok
2. Beliefs About Knowledge and Learning (Jehng, Johnson, ve Anderson, 1993)	
3. Epistemic Belief Inventory (Schraw, Dunkle ve Bendixen, 1995)	
4. Epistemological Understanding by Judgement Domain (Kuhn, Cheney ve Weinstock, 2000)	

Perry (1968) çalışmasında her ne kadar epistemolojik inanç olarak belirtmese de kişilerin bilgi ve öğrenme hakkındaki düşüncelerini ve bunların zamanla değişimini inceleyerek tek boyutlu inanç teorisini ortaya atmıştır. Kolej öğrencileriyle yapılan görüşmeler sonucu öğrencilerin bilgi hakkındaki fikirleri öğretim süreçleri boyunca 3 boyut altında ilerlemektedir: ikililik (dualism), göreliliğin keşfi (relativism discovered), görelilik gelişimine ait yorumlar (commitments in reativism discovered) (Perry, 1968). Bilme hakkındaki fikirler bu üç boyut altında dokuz durumda toplanmıştır (Perry, 1997). İkicilik boyutundaki öğrenciler bilginin otoriteler tarafından bilinebileceğine, mutlak olduğuna, diğerlerinin yanlış olduğuna ve bilgilerin çok çalışarak, kelime kelime okunarak öğrenilebileceğine inanmaktadırlar. Göreliliğin keşfi boyutundaki öğrenciler otoritelerin doğru yanıtları bilmediği durumlarda herkesin kendi doğru fikrine sahip

olabileceğine, kimsenin yanlış olmadığına inanırlar. Bu boyutun son aşamalarında teorilerin gerçekler olmadığına, verilerle yorumlanabilen metaforları olduğuna inanmaya başlarlar. Teorinin son boyutundaki öğrenciler değerlerine inanmaya ve onlar için savaşılmaya başlarlar, konular üzerinde çeşitli kişisel yorumlar yaparlar ve yorumlarını dengelemeye çalışırlar. Perry (1968) tarafından yapılan araştırmada birinci sınıftaki birçok öğrenci basit ve değişmeyen gerçeğin otoriterler tarafından aktarılacağını düşünürken, zamanla ikinci sınıfa geldiklerinde öğrenciler bilginin deneysel ve sorgulama yoluyla derlendiğine, karmaşık ve geçici olduğuna inanmaya başladıkları bulunmuştur.

Schommer (1990) tarafından ortaya koyulan çok boyutlu epistemolojik inanç teorisinde ise daha önceki çalışmalarda ortaya koyulan beş epistemolojik inanç üzerine odaklanılmıştır: Bilginin yapısı (the structure of knowledge), bilginin değişmezliği (stability of knowledge), bilginin kaynağı (the source of knowledge), öğrenmenin hızı (the speed of learning) ve öğrenme yeteneği (the ability of learning). Schommer'e (1990) göre bireyin epistemolojik inançları aynı oranda değişmez bu nedenle epistemolojik inançların senkronize olmadığı kabul edilir.

2.3.2. Epistemolojik İnançların Belirlenmesi

Schommer (1993) tarafından yapılan bir çalışmada ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin epistemolojik inançlarının gelişimi ve epistemolojik inançların akademik başarı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Schommer'in (1990) Epistemolojik İnançlar Ölçeğinde bazı değişiklikler yapılarak tekrar düzenlenen ölçek 1000 den fazla öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin bilgi basittir, bilgi kesindir, öğrenme hemen gerçekleşir ve değişmez öğrenme yeteneği boyutlarındaki epistemolojik inançlarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Araştırma verilerin çözümlenmesi sonucu, bilgi basittir, bilgi kesindir ve öğrenme hemen gerçekleşir inancının kolejlin birinci sınıfından son sınıfına doğru azalmakta olduğu görülmüştür. Kız öğrenciler erkek öğrencilere göre öğrenme hemen gerçekleşir ve değişmez öğrenme yeteneğine daha az inanmaktadırlar. Ayrıca öğrenme hemen gerçekleşir fikrine daha az inanan öğrencilerin kümülâtif ortalamaları (GPA) daha yüksek

olduğu görülmüştür.

Schommer (1990) tarafından geliştirilen epistemolojik inanç ölçeği pek çok dile uyarlanmıştır. Ülkemizde, Deryakulu ve Büyüköztürk (2002) tarafından yapılan bir çalışmada epistemolojik inançların belirlenmesinde sıklıkla kullanılan Schommer'ın (1990) Epistemolojik İnanç Ölçeği'nin geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır. Ölçeğin İngilizce ve Türkçe formları arasındaki eşdeğerliğin saptanması için 17 üniversite öğrencisine ölçek bir hafta ara ile uygulanmıştır. Daha sonra ölçek 595 üniversite öğrencisine uygulanarak faktör analizine tabi tutulmuştur. Epistemolojik İnanç Ölçeği özgün ölçekten farklı olarak 35 maddeli ve üç faktörlü – öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna inanç, öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna inanç, tek bir doğrunun var olduğuna inanç- son halini almıştır. Faktörlere ait Croanbach Alpha katsayıları sırasıyla 0.83, 0.62, 0.59 iken ölçeğin bütünü için 0.71'dir.

Hammer (1994) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin yalnızca fizik hakkındaki epistemolojik inançları incelenmiştir. Bir dönem boyunca Fiziğe Giriş Dersi alan 5 erkek 1 kız öğrenci ile çeşitli zamanlarda görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler dersle yakından ilişkili konuşmalar ve çalışmalar (problem çözme vb.) yapılmıştır. Aşağıdaki üç boyutlu teorik ayrım kullanılarak katılımcıların inançları karakterize edilmiştir:

- 1) Fizik bilgisinin yapısı hakkındaki inançlar; fizik bilgisi a) yalıtılmış parçaların bir birleşimidir b) zayıf uyum gösteren bir sistemdir c) uyumlu tek bir sistemdir.
- 2) Fizik bilgisinin içeriği hakkındaki inançlar a) formüller b) aşıkav kavramlar c) formüllerin temelini oluşturan kavramlar
- 3) Fiziği öğrenme hakkındaki inançlar; fiziği öğrenme a) bilgiyi bir otoriteden alış eklindedir b) bilgiyi kendine göre yeniden yapılandırma gibi aktif bir süreçtir.

Görüşmelerin analizi yapılırken katılımcıların cümleleri ve davranışları

(problem çözme, sınava nasıl hazırlandığı, ders kitabını kullanma şekli vb.) analiz edilmiştir. Yaygın kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla öğrencilere üç soru sorulmuştur. Zayıf kavram, aşikâr kavramlar ve otoriteden bilgiyi alan olarak karakterize edilmiş olan katılımcıların üç sorudan en az birinde temel kavram yanlışlarına sahip olduğu görülmüştür. Bu tip inançlara sahip olmayan iki öğrenci ise hiçbir soruda kavram yanlışısına sahip çıkmamıştır. Anlamanın ya aşikâr kavramsal bağlantılar bulmayı ya da formal yolların detaylarını takip etmeyi gerektirdiğine inanan öğrenciler, daha önceden öğrendikleriyle karar verme eğilimindedirler. Kavramlarla karakterize edilen öğrenciler kendi kavramsal anlamalarını yapılandırmak ve değiştirmek konusunda dikkatlidirler. Araştırmacı tarafından, sınıfta öğrenci zorluklarının içerik-bilgi tabanlı tanımlanması için alternatif bir bakış açısı sağlanması gerektiği, öğretmenlerin öğretim yöntemlerinin ya da materyallerinin ima ettikleri olası zarar verici epistemolojilere karşı uyanık olmaları gerektiği, istemeden yapılan ima edici mesajlardan sakınmak yerine öğretmenlerin epistemolojik inançları öğretimsel amaçlar olarak seçebileceğini söylenmektedir.

Hofer (2000) tarafından yapılan bir çalışmada kolej birinci sınıf öğrencilerinin epistemolojik inançlarının sorgulanan alan (fen ve psikoloji) bazında farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. 326 kolej birinci sınıf öğrencisi Schommer'in ölçeğinden uyarlanan Genel Epistemolojik İnançlar Ölçeğini ve Disiplin Odaklı Epistemolojik İnançlar Ölçeğini yanıtlamıştır. Araştırma verilerinin çözümlenmesi sonucu öğrencilerin fen alanındaki bilgiyi psikoloji alanındaki bilgiye göre daha kesin ve değişmez buldukları, bilme konusunda kişisel bilgi ve birinci elden deneyimin psikoloji alanında fen alanındakine göre daha önemli olduğunu düşündükleri, otorite ve uzman görüşünün psikoloji alanından çok fen alanında bilginin kaynağı olduğunu ve psikoloji alanından çok fen alanında bilginin uzmanlarca elde edilebileceğine inandıkları görülmüştür. Öğrencilerin psikoloji ve fen alanında farklı epistemolojik inançları vardır. Bu durum epistemolojik inançların alanlar genelinde değil alanlara bağlı olarak geliştiğini ortaya koymuştur.

Deryakulu ve Büyüköztürk (2005) tarafından yapılan çalışmada Schommer

tarafından geliştirilen ölçeğin faktör yapısı yeniden incelenmiş ve üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançlarının cinsiyet ve öğrenim görülen program türü değişkenleri açısından farklılaşıp farklılaşmadığını incelenmiştir. Araştırma, 626 üniversite öğrencisi üzerinde yürütülmüştür. Türkçe uyarlaması yapılan ölçek maddeleri üç faktör altında toplanmıştır. Araştırmada kız öğrencilerin erkek öğrencilerden; Sınıf Öğretmenliği ve Sosyal Bilgiler Öğretmenliği programı öğrencilerinin BÖTE programı öğrencilerinden daha gelişmiş/olgunlaşmış epistemolojik inançlara sahip olduğunu göstermiştir.

Görüldüğü gibi epistemolojik inançlar öğrencilerin öğrenim gördükleri alana hatta aynı alandaki öğrenciler arasında sorgulanan epistemolojik alana bağlı olarak bile değişebilmektedir. Bazı araştırmacılar ise genel olarak bilginin doğasını sorgulamak yerine yalnızca bilimsel bilgi ve bilim hakkındaki epistemolojik inançlar üzerine yoğunlaşarak çalışmışlardır.

Carey ve Smith'in (1993) yapmış olduğu çalışmayı takip eden ve Smith ve diğerleri (2000) tarafından yapılan araştırmada öğrencilerin bilimsel epistemolojik inançları üç seviyede toplanmıştır. Birinci seviyedeki öğrenciler, bilimsel bilginin basit olay ve işlemler hakkındaki doğru inançların parça parça bir toplamından oluştuğu düşünmektedirler. Deneylerin keşfedilmeyi bekleyen kesin/gerçek bilgiyi sağlayan araçlar olduğu, bilimsel fikirlerin gözlem, deney ve deneysel sonuca göre farklılık gösteremeyeceği düşünülmektedir. İkinci seviyede bilimsel bilgi test edilmiş fikirler topluluğudur şeklinde ifade edilmektedir. Deneyler fikirlerin doğruluğunu test etmek, çoğunlukla verilerden tümevarım yoluyla açıklamalar bulmak ya da fikir geliştirmek için yapılır. Bilginin kesinliği inancı hala yok olmamıştır ve kesin doğruya ulaşılabilir olarak görülmektedir. Üçüncü seviyedeki fikirler, yapılandırılmış bilimsel epistemolojiyi yansıtmaktadır. Bu seviye, öğrencilerin bilgi edinme sürecindeki fikirlerin merkezi rolünün, fikirlerin nasıl geliştiğinin ve tahmin, tartışma ve test etme yoluyla nasıl gözden geçirildiğinin farkında olduğu bir epistemolojik seviyedir. (Smith, Maclin, Houhton ve Hennessey, 2000:350). Bilimsel bilgi hipotezlenmiş teorik kavramlar ağı olarak görülmektedir. Teorilerin değerlendirilmesi bilimsel topluluk tarafından halk münazarası yoluyla yarar ve

verimlilik gibi ölçütler kullanılarak yapılır. Deneylerin sorgulama yüklü teorisinin bir parçası olduğuna, teoriler için ve onlara karşı kaynak sağlamayı ve hipotezler için ve onlara karşı basit olmayan kanıtlar sağlamayı amaçladığına inanılmaktadır (Carey ve Smith, 1993; Smith ve diğerleri, 2000). Araştırmacılar çalışmalarında yapılandırmacı epistemolojinin bilimde kavramsal değişimi geliştirmek için tasarlanan programlar için uygun bir hedef olduğunu savunmaktadırlar.

Deryakulu ve Hazır Bıkmaz (2003) tarafından yapılan çalışmayla Pomeroy (1993) tarafından geliştirilen “The Scientific Epistemological Beliefs Survey” isimli ölçek Bilimsel Epistemolojik İnançlar Ölçeği olarak Türkçeye çevrilmiş ve geçerlik güvenirlik çalışması yapılmıştır. İngilizce ve Türkçe formlarının eşdeğerliği için ölçek 15 üniversite öğrencisine bir hafta ara ile uygulandıktan sonra geçerlik ve güvenirlik hesabı için 204 sınıf öğretmenine uygulanmıştır. Özgün hali 50 maddeden oluşan ölçek faktör analizi sonucu Croanbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.91 olan tek faktörlü 30 maddeli son halini almıştır. Ölçek bu haliyle bir uçta geleneksel ve diğer uçta geleneksel olmayan bilim anlayışı inancını yansıtacak şekilde 5li Likert formundadır. Ölçekten alınan yüksek puan güçlü geleneksel bilim anlayışını, düşük puan ise güçlü geleneksel olmayan bilim anlayışını temsil etmektedir.

Terzi (2005) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançlarının belirlenmesi amacıyla 437 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Pomeroy (1993) tarafından geliştirilen ve Deryakulu ve Bıkmaz (2003) tarafından Türkçeye uyarlanan “Bilimsel Epistemolojik İnançlar Ölçeği” kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin pozitivist bir bilim anlayışına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Sosyal bilimlerde okuyan öğrenciler fen bilimlerinde okuyan öğrencilere göre, kız öğrenciler ise erkek öğrencilere göre daha pozitivist bir bilim anlayışına sahiptir. Araştırma sonuçlarının yurt dışında bilimsel epistemolojik inançların belirlenmesinde farklı ölçeklerle yapılan araştırma sonuçlarını desteklediği belirtilmiştir.

2.3.3. Epistemolojik İnançların Diğer Değişkenler İle İlişkisi

Çeşitli araştırmacılarca ortaya atılan epistemolojik gelişim modelleri temel alınarak öğrencilerin epistemolojik inançlarının kavramsal anlamaları, akademik başarıları, öğrenme yaklaşımları, başarı güdüler, öğrenme stratejileri, özyeterlikleri gibi pek çok değişkenle ilişkisi incelenmiş ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren modeller oluşturulmuştur.

Qian ve Alverman (1995) epistemolojik inançların ortaokul öğrencilerinin bir çürütme metninden bilimsel kavramları öğrenmesine etkisini incelemişlerdir. Araştırmalarının sonuçlarına göre, epistemolojik inançlar fizikteki kavramsal değişimle güçlü bir ilişkiye sahiptir. Basit-kesin bilgi ve öğrenmenin hemen gerçekleştiğine inanan öğrenciler daha gelişmiş epistemolojik inançları olan öğrencilerle karşılaştırıldıklarında çürütme metnini okuduktan sonra atış hareketi konusunda daha az kavramsal değişim gösterdikleri görülmüştür.

Chan (2003) tarafından 292 öğretmen adayının epistemolojik inançları ile öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişki incelenmiştir. Öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarını belirlemek için Schommer (1990) tarafından geliştirilen ölçeğin Hong Kong uyarlaması olan Epistemolojik İnanç Ölçeği (Chan and Elliott, 2000) kullanılmış, öğrenme yaklaşımları ise Çalışma Süreçleri Anketi (SPQ) (Biggs, 1991) kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonunda epistemolojik inançların öğrenme yaklaşımları, motivasyon ve stratejileri ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Buna göre, yeteneğin doğuştan ve değişmez olduğuna inanan öğrenciler ile bilginin otorite ya da uzmanlar tarafından aktarıldığına inanan öğrencilerin yüzeysel motivasyonlu ve çalışırken yüzeysel stratejilerini tercih ettikleri; bilginin doğasının kesinliğine inanan öğrencilerin yine yüzeysel motivasyona sahip oldukları fakat yüzeysel ve başarı stratejilerini birlikte kullandıkları bulunmuştur. Bununla birlikte öğrenmede çabaya ve sürece inan öğretmen adaylarının ise derin motivasyona sahip oldukları ve derin çalışma stratejilerini tercih ettikleri görülmüştür.

Buehl (2003) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin epistemolojik

inançların başarı güdöleri ve bilişsel süreçlerine (strateji kullanımı) doğrudan etkidiği varsayılarak bir model oluşturulmuştur. Fakat verilerin çözümlenmesi sonucu epistemolojik inançların öğrencilerin güdöleri, bilişsel süreçleri ve öğrenme durumunda kullandıkları taktikleri etkilemesi yoluyla başarı güdölerini ve akademik başarılarını dolaylı yoldan etkilediği görölmüştür.

Ongen (2003) tarafından yapılan bir çalışmada eğitim fakölteşi öğrencilerinin epistemolojik inançlarının cinsiyet ve sınıf düzeyine göre farklılaşıp farklılaşmadığı ve epistemolojik inançlarından problem çözmeye stratejilerinin yordayabilirliği incelenmiştir. Araştırma verileri 155 eğitim fakölteşi öğrencisinden Epistemolojik İnanç Ölçeği (Deryakulu ve Büyüköztürk, 2002) ve Problem Çözmeye Envanteri kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizi sonucu epistemolojik inançların üç boyutunun da sınıf düzeyine bağılı olarak gelişim göstermediği ve kızların öğrenmenin yeteneğe bağılı olduğuna ilişkin daha gelişmiş epistemolojik inançlarının olduğu bulunmuştur. Regresyon analizi sonuçları "Öğrenmenin çabaya bağılı olduğuna inanç" boyutunun problem çözmeye stratejilerinin yordaymasında önemli bir değişken olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Cavallo, Potter, ve Rozman (2004) tarafından yapılan bir çalışmada kolej öğrencilerinin öğrenme yaklaşımları, başarı güdöleri, epistemolojik inançları ve öz-yeterliklerinin fizik başarıları ve kavramsal anlamaları üzerindeki yordayıcı etkileri araştırılmıştır. Veriler 290 kolej öğrencisinden toplanmıştır. Yapılan korelasyon ve regresyon analizi sonucu öğrenme hedefleri ve anlamlı öğrenme arasında ayrıca kök öğrenme ve performans hedefleri arasında pozitif anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Öz-yeterliğin fizik anlaması ve ders başarıları için önemli bir yordayıcı olduğu görölmüştür. Öte yandan performans hedefleri ve kök öğrenmenin deneysel bilim inançları ile negatif ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Cano (2005) tarafından yapılan bir çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin epistemolojik inançları ve öğrenme yaklaşımlarındaki değişim incelenmiş ve epistemolojik inançlarının öğrenme yaklaşımları, öğrenme yaklaşımlarının ise akademik başarıları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmanın verileri 1600

ortaöğretim öğrencisinden toplanmıştır. Araştırma sonunda bilme ve öğrenme ile ilgili epistemolojik inançların acemi ve basitten daha gerçekçi ve karmaşığa doğru değiştiği görülmüştür. Ayrıca epistemolojik inançların ve öğrenme yaklaşımlarının akademik başarıyı doğrudan etkilediği, ayrıca epistemolojik inançların öğrenme yaklaşımlarını etkilemek yoluyla akademik başarıyı dolaylı olarak etkilediği bulunmuştur.

Dahl, Bals ve Turi (2005) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançları ile öğrenme stratejileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma verileri 81 öğrenciden Schommer'in Epistemolojik İnançlar Ölçeği ve Motivated Strategies for Learning Questionnaire ile toplanmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin bilgi basittir ve bilgi değişmezdir inançları ile bilişsel ve biliş ötesi öğrenme stratejilerinin seçimi arasında anlamlı ilişki olduğu bulunmuştur.

Eroğlu ve Güven (2006) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin (n=624) epistemolojik inançları cinsiyet, bölüm, sınıf düzeyi, ebeveynlerin eğitim durumu ve geldikleri yerleşim yeri değişkenleri açısından incelenmiştir. Verilerin toplanmasında Schommer (1990) tarafından geliştirilen Epistemolojik İnançlar Ölçeği ve kişisel bilgi formu kullanılmıştır. Öğrencilerin epistemolojik inançlarının ne düzeyde olduğu incelendiğinde, tek bir doğrunun var olduğuna dair inançlarının; öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna dair inançlarına ve öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğu inanç boyutlarına kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca cinsiyet değişkenine göre epistemolojik inançlar incelendiğinde kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna dair inançlarının ve erkek öğrencilerin kız öğrencilere kıyasla öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğuna dair inançlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Üniversite 1. sınıf öğrencileri ile 4. sınıf öğrencilerinin epistemolojik inanç düzeyleri karşılaştırıldığında öğrenmenin çabaya bağlı olduğu inanç boyutunda gruplar arasında anlamlı fark bulunamamış fakat 1. sınıf öğrencilerinin hem öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğu inancına hem de tek bir doğrunun var olduğu inancına 4. sınıf öğrencilerinden daha fazla sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Epistemolojik inanca

öğrencilerin okudukları bölümün etkisi incelendiğinde sözel bölüm öğrencilerinin (İngilizce ve Türkçe Eğitimi Bölümleri) sayısal bölüm öğrencilerine (Bilgisayar Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Bölümü) kıyasla tek bir doğrunun varlığına daha fazla inandıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmada öğrencilerin geldikleri yerleşim yerine göre epistemolojik inançlarında bir farklılaşma bulunmamıştır. Öğrencilerin annelerinin eğitim durumuna göre epistemolojik inançlarının farklılaşmadığı bulunurken babası ortaokul, lise ve üniversite mezunu olan öğrencilerin, babası ilkokul mezunu olan öğrencilere kıyasla daha yüksek düzeyde öğrenmenin yeteneğe bağlı olduğu inancını taşıdıkları gözlenmiştir.

Stathopoulou ve Vosniadou (2007) tarafından ortaöğretim öğrencilerinin fizikle ilgili epistemolojik inançları ile fizikte kavramsal anlamaları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla birbirini izleyen üç çalışma yapılmıştır. İlk çalışmada Yunanca fizik için epistemolojik inançları değerlendirme ölçeği için Bilginin Kaynağı, Bilginin Yapısı, Bilginin Durağanlığı ve Bilmenin Savunulması (Justification) adlı dört boyuta ait 9 u tartışma şeklinde olan 49 madde yazılmıştır. Yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucu ölçek faktörleri, bilginin yapısı, bilginin inşa edilmesi ve durağanlığı (stability), kesin doğruya ulaşılabilirlik ve bilmenin kaynağı şeklinde isimlendirilmiştir. İkinci çalışmada fiziğe yönelik gelişmiş epistemolojik inançların fizikte kavramsal anlama ile ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla ölçekten en yüksek ve en düşük puanları almış olan öğrenciler seçilmiş ve bu öğrencilere kuvvet ve hareket konuları ile ilgili 43 maddelik kavramsal değerlendirme ölçeği uygulanmıştır. Epistemolojik inançları gelişmemiş öğrencilerin kavram ölçeğinden aldıkları puanlar 4-21 arasında değişirken (ortalama 9), gelişmiş epistemolojik inanca sahip öğrencilerin puanları 4-41 arasında (ortalama 18,94) değişmiştir. Kavram ölçeğinden maksimum notu alan 11 öğrencinin tümünün gelişmiş epistemolojik inanca sahip olduğu görülmüştür. İki grubun kavram ölçeği ortalamaları arasında t testi yapıldığında gelişmiş epistemolojik inanca sahip öğrenciler lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Üçüncü çalışmada fizikle ilişkili epistemolojik inançlar ile fiziği anlama arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada ikici çalışmadan elde edilen sonuçların başka gruplar üzerinde çalışıldığında nasıl değiştiğinin görülmesi amaçlanmaktadır. Atina'daki iki

ortaokulda okuyan 98 kişilik 10. sınıf öğrencisine epistemolojik inançları değerlendirme ölçeği ve kavramsal anlamayı değerlendirme ölçeği uygulanmıştır. Kesin doğruya ulaşılabilirlik, bilginin doğası ve bilmenin kaynağı faktörlerinin öğrencilerinin kavramsal anlama puanlarını önceden belirleme gücüne sahip olmadığı yalnızca bilginin yapısı ve durağanlığı faktörünün kavramsal anlamayı yordayıcı gücü olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak araştırmacılar fizik ile ilgili gelişmiş epistemolojik inançların fizikte kavramsal anlama için gerekli fakat yeterli olmadığını, fizik eğitiminde bu noktaya dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Trautwein ve Lüdtke (2007) tarafından yapılan bir çalışmada 1886 lise öğrencisine epistemolojik inançların bilginin kesinliği boyutu ile ilgili bir ölçek uygulanmış ve bu öğrencilerin içinden koleje başlayan 1495 öğrenciye aynı ölçek tekrardan uygulanmıştır. Araştırma sonunda bilginin kesinliği ile ilgili inancın öğrencilerin kavramsal yeterlikleri, cinsiyetleri, ailelerinin geçmişi değişkenleri kontrol altına alındığında bile okul başarılarını negatif yönde yordadığı görülmüştür.

Aksan ve Sözer (2007) tarafından yapılan bir çalışmada üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişki incelenmiş. Schommer'in (1990) Deryakulu ve Büyüköztürk (2002) tarafından Türkçeye uyarlanan Epistemolojik İnançlar Ölçeği ve Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilen ve Şahin, Şahin ve Heppner (1993) tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılan Problem Çözme Envanteri kullanılarak veriler toplanmıştır. Verilerin analizi sonucu epistemolojik inançların problem çözme becerileri üzerinde anlamlı farklılaşmalara neden olduğu görülmüştür. Buna göre, öğrenmenin çabaya bağlı olduğuna ilişkin daha gelişmiş epistemolojik inançlara sahip olan öğrenciler, problem çözme sürecinde problemin ne olduğuna, uygulayacakları çözüm yolunun ne olacağına ve bu yolun nasıl çözüm vereceğine ilişkin daha düşünen bir yaklaşımı benimsemektedirler. Ayrıca bu öğrenciler problemin çözüm aşamasında daha değerlendirci bir yaklaşımı benimsemekte; yani, problemin çözüm sürecinde ortaya çıkan sonuç ile olması gerektiğini düşündükleri sonucu karşılaştırma tutumunu daha fazla sergilemektedirler. Bilginin bağlama göre değişebilen geçici doğru ya da yanlışlar biçimde kabul edilerek tek bir doğrunun var

olduğuna ilişkin epistemolojik inancından uzaklaşma eğiliminde olan öğrencilerin, problemin çözme sürecinde ortaya çıkan sonuç ile olması gerektiğini düşündükleri sonucu karşılaştırma tutumunu daha fazla sergiledikleri görölmüştür.

Özdemir (2007) tarafından yapılan çalışmada, fen öğretmenlerinin bilimin doğası konusundaki inançlarının öğretim şekillerini ve öğrencilerin bilimin doğası konusundaki inançlarının öğrenme şekillerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Çalışmada bilimin doğası ile öğretme ve öğrenme arasındaki ilişki göz önünde bulundurularak, anlamlı fen öğrenimi için yapılandırmacı yaklaşım önerilmektedir.

Kızılgüneş, Tekkaya ve Sungur (2009) tarafından yapılan bir çalışmada epistemolojik inançlar, başarı güdüsü ve öğrenme yaklaşımlarının akademik başarı ile ilişkisini ortaya koyan bir model oluşturulmuştur. Veriler 1041 altıncı sınıf öğrencisinden toplanmıştır. Öğrenme-hedef yaklaşımı yüksek olan öğrenciler ve bilimsel bilginin dikkatli düşünme ve fikirlerin analizi yoluyla geliştiiğine, yeni buluşlar yoluyla zamanla geliştiiğine ve otoriteden gelmediğine inanan öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri oluşturmak yoluyla kavramları öğrenmede daha iyi oldukları ayrıca sınıflama ünitesi başarılarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Epistemolojik inançların başarı güdüsü ve öğrenme yaklaşımları üzerindeki etkileri yoluyla akademik başarıyı doğrudan değil fakat dolaylı yoldan etkilediği bulunmuştur. Bu nedenle, araştırmacılar fen öğretmenlerinin anlamlı öğrenme stratejileri kazandıracak ve epistemolojik inançları geliştirecek öğretim stratejilerini seçmelerini tavsiye etmektedir.

Delice, Ertekin, Aydın ve Dilmaç (2009) tarafından yapılan bir çalışmada öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ile matematik kaygısı arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada Deryakulu ve Büyüköztürk (2002) tarafından Türkçeye uyarlanan Schommer'in (1990) Epistemolojik İnançlar Ölçeği ve Matematik Kaygısı ölçeği kullanılarak Selçuk ve Marmara Üniversitesi'nde öğrenim gören 547 öğretmen adayından araştırma verileri toplanmıştır. Araştırmada epistemolojik inanç ölçeğinin çaba alt boyutunun, matematik kaygısı ölçeği alt boyutlarından, "matematik dersine ilişkin kaygı", "günlük yaşamda matematik konusunda kendine

güven” ve ölçeğin toplam puanları arasında pozitif yönde manidar bir ilişki bulunmuştur. Epistemolojik inanç ölçeğinin yetenek alt boyutunda da matematik kaygı ölçeğinin dört alt boyutu ve toplam puanları arasında bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca tek doğrunun varlığı alt boyutunun “matematik sınavı ve değerlendirilme”, “günlük yaşamda matematik kaygısı”, “matematik konusunda kendine güven” alt boyutları ile matematik kaygısı ölçeği toplam puanları arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur. Başka bir deyişle üç inanç alt boyutu için inancın kuvveti kaygı düzeyinin yüksekliği ile doğru orantılıdır.

Meral ve Çolak (2009) tarafından yapılan çalışmada, üniversite öğrencilerinin epistemolojik inançları bazı değişkenler (cinsiyet, bölüm, sınıf düzeyi, lise türü, sınıf tekrar etme) açısından incelenmiştir. Çalışma grubu, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinin 1. ve 4. sınıflarında okumakta olan 651 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, Pomeroy (1993) tarafından geliştirilen ve Deryakulu ve Bıkmaz (2003) tarafından Türkçeye uyarlanan “Bilimsel Epistemolojik İnançlar Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçekte, bilimsel epistemolojik inançlar geleneksel bilim anlayışı ve geleneksel olmayan (yapılandırmacı) bilim anlayışı şeklinde gruplanmaktadır. Araştırmaya katılan öğrencilerin büyük kısmının geleneksel anlayışa sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte epistemolojik inançların sınıf düzeyi ve mezun olunan lise değişkenine göre anlamlı bir fark göstermediği ancak cinsiyet, bölüm ve sınıf tekrar etme değişkenlerine göre anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Buna göre baylar bayanlara, sınıf tekrarı yapmış olanlar yapmamış olanlara göre daha güçlü yapılandırmacı inanca sahiptir.

2.3.4. Öğretim Yöntemlerinin Epistemolojik İnançlar Üzerine Etkisi

Bir grup çalışmada ise uygulanan öğretim yönteminin epistemolojik inançların değişimine etkisi incelenmiştir.

Songer ve Linn (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, 12 haftalık bir öğretimden sonra bilimi fikirlerin gelişme ve değişmesinin dinamik bir süreci olarak

gören ve en iyi yorumlama-bütünleşme yoluyla öğrenen ortaokul öğrencilerin, bilimi değişmeyen olgular ve doğrular yığını olarak gören, en iyi ezberleme yoluyla öğrenen öğrencilere göre termodinamikteki enerji, ısı ve sıcaklık gibi kavramları daha iyi anladığını ve onları etraflarındaki bilimsel ilkelerle daha iyi bütünleştirdiklerini bulunmuştur.

Conley, Pintirch, Vekiri ve Harrison (2004) tarafından yapılan bir çalışmada epistemolojik inançların zamanla değişimi ve cinsiyet, etnik grup, sosyoekonomik durum ve başarının epistemolojik inançların gelişimindeki rolü incelenmiştir. Dokuz hafta süren fen ünitesinin (maddenin kimyasal özellikleri, elektrik devreleri, kerevides ve astronomi) başında ve sonunda öğrencilere dört boyutlu (kaynak, kesinlik, gelişimsel ve savunma) epistemolojik inanç sistemini içeren kendini değerlendirme anketi verilmiştir. Öğrencilerin bilginin kaynağı ve kesinliği boyutlarında geliştikleri fakat bilginin gelişimi ve savunması konusunda anlamlı bir farklılık oluşmadığı bulunmuştur. Ayrıca düşük sosyoekonomik durumlu ve düşük başarılı öğrencilerin ortalama sosyoekonomik durumlu ve yüksek başarılı öğrencilerle kıyaslandığında az gelişmiş epistemolojik inanca sahip oldukları görülmüştür. Araştırmacılar ilköğretim öğrencilerin epistemolojik inançlarındaki bu değişimin uygulanan hands-on ve soruşturma temelli (inquiry-oriented) fen öğretiminden kaynaklanmış olabileceğini vurgulamaktadır. Bu alanda yapılan bir diğer çalışmada ilköğretimde yapılandırmacı sınıflardaki öğrencilerin geleneksel sınıflardaki öğrencilere göre daha gelişmiş epistemolojik inançlar oluşturacakları ileri sürülmüştür (Smith, Maclin, Houghton ve Hennessey, 2000) .

Turgut (2007) tarafından yapılan bir çalışmada yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretimin lise fizik öğrencilerinin genel ve fiziğe dair epistemolojik inanışlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Silahlı Kuvvetler Bando Okulları Komutanlığı 9. sınıf öğrencileri ile Fizik Dersi'nde bir öğretim dönemi boyunca "Optik" ünitesinde yürütülmüştür. Araştırma verileri "Genel Epistemolojik İnanışlar Anketi (GEİA)" ve "Fiziğe Dair Epistemolojik İnanışlar Anketi (FEİA)" ile toplanmıştır. Araştırma sonunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1) Lise fizik öğrencilerinin genel epistemolojik inanışlarının daha üst seviyelere doğru geliştirebilmesi sağlanmıştır.

2) Bilginin kesinliği, basitliği ve sağlanması boyutlarında, genel epistemolojik inanışları realist seviyede olan öğrenciler üst seviyelere geçiş yapabilmişler fakat mutlakçı seviyede inanışlara sahip öğrenciler ise inanışlarını geliştirmekte zorlanmışlardır.

3) Bilginin kesinliği, basitliği ve sağlanması boyutlarında öğrencilerin genel epistemolojik inanışlarını en üst düzey olan değerlendirmeci seviyeye çıkartmaları sağlanamamıştır.

4) Lise fizik öğrencilerinin fiziğe dair epistemolojik inanışlarının daha üst seviyelere doğru geliştirebilmesini sağlamıştır.

5) Bilginin kesinliği, basitliği, kaynağı ve sağlanması boyutlarında, fiziğe dair realist epistemolojik inanışlara sahip öğrenciler üst seviyelere geçiş yapabilmişler fakat mutlakçı seviyede inanışlara sahip öğrenciler ise inanışlarını geliştirmekte zorlanmışlardır.

6) Bilginin kesinliği, basitliği, kaynağı ve sağlanması boyutlarında öğrencilerin fiziğe dair epistemolojik inanışlarını en üst düzey olan değerlendirmeci seviyeye çıkartmaları sağlanamamıştır.

Erdem (2008) tarafından yapılan bir çalışmada Bilgi ve İletişim Teknolojileri destekli karma öğretmenlik uygulaması sürecinin öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarına etkisi incelenmiştir. Schommer tarafından geliştirilen Epistemolojik inanç ölçeği ile toplanan veriler incelendiğinde süreç sonunda yalnızca “öğrenmenin çabaya bağlı olduğu inancı” ile ilgili olarak anlamlı bir olgunlaşmanın oluştuğunu görülmüştür. Akademik başarı düzeyleri ve cinsiyetler açısından incelendiğinde ise, epistemolojik inançlarda, akademik başarı düzeyine bağlı anlamlı bir değişme gözlenmemişken; “öğrenmenin çabaya bağlı olduğu inancında” kız öğrenciler anlamlı olgunlaşma göstermişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Tezin bu bölümünde araştırma modeli, araştırmanın denekleri, veri toplama araçları, deney deseni, araştırmada izlenen işlem yolu, denel işlemler, öğrenme malzemeleri ve veri çözümleme teknikleri hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada yarı-deneysel modellerden “eşitlenmemiş kontrol gruplu model” (Karasar, 2002) kullanılmıştır. Bu modelin en büyük özelliği, deneklerin gruplara yansız atama yoluyla atanmıyor oluşudur. Ancak, katılanların, benzer nitelikte olmalarına olabildiğince özen gösterilir (Büyüköztürk, 2001; Karasar, 2002). Araştırma, veri toplama araçlarından alınan puanlara göre olabildiğince benzer nitelikte olmalarına özen gösterilmiş biri deney ve diğeri kontrol grubu olmak üzere iki grupta yürütülmüştür. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel yolla öğretim araştırmanın bağımsız değişkenleri iken akademik başarı, kavramsal anlama ve epistemolojik inançlar araştırmanın bağımlı değişkenleridir.

3.2. Denekler

Araştırmanın deneklerini 2007–2008 öğretim yılı, bahar yarıyılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı ikinci öğretim 2B şubesinde okuyan ve MTÖ 206 Fizik

II dersini alan 41 öğrenci oluşturmuştur.

Bu öğrencilerle çalışılmış olunmasının iki temel nedeni vardır. Bunlardan ilki ilgili konuları içeren fizik dersinin bu anabilim dalında öğretim programı gereğince zorunlu ders olarak okutulması, ikincisi ise bu dersin tez danışmanının yürütme sorumluluğunda olmasıdır. Öğrencilerinin araştırma öncesi veri toplama araçlarından aldıkları puanlara göre, başarı, kavramsal anlama ve epistemolojik inanç açısından hazır bulunuşluklarının benzer olması ya da bu farkın mümkün olduğunca az olması istenmiştir. Bu nedenle aynı sınıftaki öğrenciler deney grubunda 21, kontrol grubunda 20 öğrenci olacak şekilde veri toplama araçlarından aldıkları puanlarına göre benzer iki gruba ayrılmıştır.

Araştırmanın seçilen sınıfla yapılması için alınmış izin belgesi EK 1’de, ve her öğrenciden alınan Katılımcı İzin Belgesi EK 2’de verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın verileri Elektrik Başarı Testi, Elektrik Kavram Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlar Ölçeği ile toplanmıştır. Veri toplama araçlarının geliştirilme süreci aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur. Veri toplama araçlarının geliştirilme çalışmalarının Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi öğrencileri ile yapılması için alınmış izin belgesi EK 3’te verilmiştir.

3.3.1. Elektrik Başarı Testi (EBT)

Elektrik Başarı Testi (EBT), öğrencilerin Elektrik Alan, Gauss Yasası, Elektriksel Potansiyel, Sığa ve Dielektrikler, Akım ve Direnç ile Doğru Akım Devreleri Ünitelerine yönelik akademik başarılarını ölçmek amacıyla geliştirilmiştir.

Öncelikle ünitelere ait kazanımlar (EK4) belirlenerek yazılmıştır. Bu sürecin sonunda EBT için 5 seçenekli 50 adet çoktan seçmeli soru hazırlanmıştır. Testteki

soruların kapsam geçerliliğinin yoklanması ve çözüm süresinin belirlenmesi amacıyla sorular Fizik Eğitimi Anabilim Dalındaki 2 öğretim üyesi, 2 araştırma görevlisi, bir doktora öğrencisi ve araştırmacı tarafından incelenip yanıtlanmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda 2 soru testten çıkartılmış ve EBT güvenilirlik çalışması öncesi 48 soruluk son halini almıştır. EBT, Temel Fizik II dersini almış Fizik Öğretmenliği, Fen Bilgisi Öğretmenliği, İlköğretim Matematik Öğretmenliği, Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliği bölümlerinde okuyan 254 öğrenciye uygulanmış ve bazı soruları boş bırakan öğrencilerin testleri elendikten sonra değerlendirme için uygun 218 test güvenilirlik çalışmasına alınmıştır. Finesse İstatistik Programı kullanılarak test maddelerinin ayırtedicilik indisleri ve doğruluk oranları belirlenmiştir.

Tablo 3.1
EBT Maddelerinin Doğruluk Oranları ve Ayırtedicilik İndisleri

Soru No	Doğruluk Oranı	Ayırtedicilik İndisi	Soru No	Doğruluk Oranı	Ayırtedicilik İndisi
1	0,65	0,41	17	0,41	0,50
2	0,72	0,31	18	0,59	0,45
3	0,62	0,41	19	0,49	0,39
4	0,34	0,26	20	0,43	0,29
5	0,31	0,39	21	0,86	0,43
6	0,12	0,20	22	0,51	0,31
7	0,48	0,50	23	0,84	0,44
8	0,78	0,36	24	0,66	0,24
9	0,41	0,24	25	0,42	0,23
10	0,40	0,52	26	0,41	0,28
11	0,74	0,38	27	0,45	0,36
12	0,29	0,31	28	0,53	0,33
13	0,71	0,43	29	0,36	0,42
14	0,62	0,26	30	0,35	0,42
15	0,71	0,38	31	0,56	0,22
16	0,12	0,34	32	0,32	0,22

Ayırteedicilikleri 0,20 nin altında olan 16 sorunun uzaklaştırılması sonucu EBT, 32 soru ve KR–20 güvenirlik katsayısı 0,76 (Standart sapma= 5,129, Standart hata= 2,504) olan son halini almıştır. Testin son halindeki maddelerin doğruluk oranları ve ayırteedicilik indisleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Güçlük ve ayırıcılık yönlerinden madde seçilirken yoklanan davranışla ilgili gereğin karşılanması koşulu ile kolaylığın 0,50 dolaylarında toplanmak üzere 0,20 ile 0,80 arasında, ayırıcılığında olanaklar ölçüsünde yüksek (zellikle 0,20 nin üzerinde) olmasına çalışılmıştır (zelik, 1998: 217). Bir test için, ayırıcı gücü 0,40 veya üzeri olan maddeler çok iyi, 0,30 ile 0,40 arası maddeler iyi, 0,20 ile 0,30 arası maddeler zorunlu ise kullanılmalı, 0,20 den düşük maddeler mutlaka geliştirilmelidir. Ayırıcı gücü negatif olan maddelere ise hiç yer verilmemelidir (zelik, 1998: 218). Elektrik Başarı Testinde kalması uygun görülen maddelerin ayırteedicilikleri 0,20–0,52 arasında, güçlük indisleri 0,12–0,86 arasındadır. Bu durumda testte kalan maddeler kullanılmak için uygundur. Test maddelerinin ortalama doğruluk oranı 0,42; ayırt ediciliği 0,35’dir.

Tan ve Erdoğan’ın (2004:184) belirttiğine göre 10–15 civarı maddeden oluşan çoktan seçmeli başarı ölçekleri için 0,50 kadar düşük bir KR–20 güvenirlik katsayısının yeterli olacağını ve 50 maddenin üzerindeki ölçekler için ise KR–20 değerinin en az 0,80 olması gerektiğini belirtmiştir. zelik (1997:117) ise yayınlarında grup karşılaştırmalarında kullanılmak üzere hazırlanan ölçeklerin güvenirliklerinin 0,60–0,80 arasında olabileceğini belirtmiştir.

Tablo 3.2
EBT Sorularının niteler Bazında Dağılımı

niteler	Soru No
Elektrik Alanlar	1, 2, 3, 4, 5
Gauss Yasası	6, 7, 8, 9
Elektrik Potansiyel	10, 11, 12, 13, 14
Sığa ve Dielektrikler	15, 16, 17, 18, 19, 20
Akım ve Direnç	21, 22, 23, 24, 25
Doğru Akım Devreleri	26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Bu değerlendirmelere göre testin hesaplanan KR–20 güvenirlik katsayısının 0,76 olması uygundur. Testten alınabilecek minimum puan 0, maksimum puan 32 dir. Testin cevaplama süresi 80 dakikadır. EBT sorularının ünitelere dağılımı Tablo 3.2’de ve EBT’nin son hali EK-5’te verilmiştir.

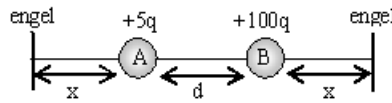
3.3.2. Elektrik Kavram Testi (EKT)

Elektrik Kavram Testi (EKT) ğrencilerin Elektrik Alan, Gauss Yasası, Elektriksel Potansiyel, Sığa ve Dielektrikler, Akım ve Direnç, Doğru Akım Devreleri ünitelerine ait kavramsal anlamalarını ölçmek üzere hazırlanmıştır. İlgili alanyazın taranarak bu konularda sıklıkla rastlanan kavram yanılığları belirlenmiştir. Daha sonra bu kavramsal anlamalarını lcek 27 tanesi iki aşamalı 1 tanesi çizim içeren 28 soru hazırlanmıştır. Soruların birinci aşamasında öğrenciler öncelikle dört seçenekli çoktan seçmeli bir soruya yanıt verirler. Seçeneklerden yalnızca bir tanesi doğrudur. Diğer seçenekler alanyazında sıklıkla karşılaşılan kavram yanılığlarını açığa çıkaracak şekilde oluşturulmuştur.

şekil 3.1

EKT rnek Maddesi

Bilgi: Aralarında d kadar uzaklık bulunan, eşit büyüklük ve ktlede, sırasıyla $+5q$ ve $+100q$ yüklü A ve B küreleri ierilerinden geirilmış ince yalıtkan bir tel üzerinde aşağıdaki gibi durmaktadırlar. (sürtünmeler önemsizdir)



1. A ve B küreleri aynı anda serbest bırakıldığında kendilerinden x kadar uzaklıktaki engellere çarpma süreleri için hangisi doğrudur?

- A) A küresi engele daha önce çarpar.
- B) B küresi engele daha önce çarpar.
- C) Aynı anda çarparlar.
- D) Hareket etmezler.

Yanıtınızı Açıklayınız:.....

.....

2. Başka hiçbir şey değiştirilmeden A küresinin ktlesi B küresinin ktlesinin iki katı olacak şekilde değiştirdiğinde kürelerin engellere varma süreleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) A küresi engele daha önce çarpar.
- B) B küresi engele daha önce çarpar.
- C) Aynı anda çarparlar.
- D) Hareket etmezler.

Yanıtınızı Açıklayınız:.....

.....

Sorunun ikinci aşamasında ise öğrenci o seçeneği seçme nedenini yazılı olarak açıklamaktadır. EKT nin bu tür maddelerine ait bir örnek Şekil 3.1’te verilmiştir.

EKT’nin güvenirlik katsayısının hesaplanması amacıyla test daha önceden ilgili konuları öğrenmiş Buca Eğitim Fakültesi, Fizik, Fen Bilgisi, İlköğretim Matematik ve Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliği bölümü öğrencilerinden oluşan 186 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Toplanan testler incelendiğinde 178 tanesinin değerlendirme yapmak için uygun olduğu görülmüştür. Çizim sorusu güvenirlik çalışmasına katılmamıştır. Testteki dört sorunun ayırtedicilik indislerinin 0,20 nin altında olduğu görülmüştür. Bu soruların testten atılmasıyla güvenirlik çalışması yinelenmiş ve testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,73 (Standart sapma=3,726, Standart hata=1,937) olarak değişmiştir.

Tablo 3.3

EKT Sorularına Ait Doğruluk Oranları ve Ayırtedicilik İndisleri

Soru No	Doğruluk Oranı	Ayırtedicilik İndisi	Soru No	Doğruluk Oranı	Ayırtedicilik İndisi
1	0,865	0,441	13	0,624	0,585
2	0,629	0,380	14	0,781	0,276
3	0,910	0,380	15	0,713	0,307
4	0,787	0,440	16	0,826	0,460
5	0,539	0,504	17	0,607	0,507
6	0,253	0,285	18	0,551	0,346
7	0,124	0,342	19	0,882	0,292
8	0,202	0,263	20	0,416	0,524
9	0,876	0,236	21	0,388	0,445
10	0,921	0,262	22	0,493	0,282
11	0,635	0,328	23	0,404	0,446
12	Çizim Sorusu		24	0,787	0,304

Bu değer alanyazına göre uygundur. Testte kalan maddelerin güçlük

oranları ve ayırtedicilik indisleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Bu durumda test, toplam 23 çoktan seçmeli +1 çizim sorusu olmak üzere 24 maddeden oluşmaktadır. Testte kalan maddelerin güçlük oranları 0,124–0,921 arasında, ayırtedicilik indisleri ise 0,236–0,585 arasında değişmektedir. Testin cevaplanma süresi 60 dakika olarak belirlenmiştir. Elektrik Kavram Testinin son hali EK 6 da verilmiştir. EKT sorularının üniteler bazında dağılımı Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4
EKT Sorularının Üniteler Bazında Dağılımı

Üniteler	Soru No
Elektrik Alanlar	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Gauss Yasası	12
Elektrik Potansiyel	13, 14, 15
Sığa ve Dielektrikler	16, 17, 18
Akım ve Direnç	19, 20, 21
Doğru Akım Devreleri	22, 23, 24

Testin çoktan seçmeli ve açık uçlu kısmına verilen yanıtları değerlendirilirken önce seçenekler doğru (D) ve yanlış (Y) olarak ayrılmıştır. Yazılı açıklama bölümleri doğru kavramsal anlama (D), kısmen doğru kavramsal anlama (KD), yanlış kavramsal anlama (YD) ve boş (B) olacak şekilde gruplanmıştır. Daha sonra öğrencilerin verdikleri yanıtlar seçenek ve açıklama bölümleri birlikte kodlanarak tekrar gruplanmıştır. Bu durumda oluşturulan kavramsal anlama düzeyleri tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.5.

EKT Yazılı Açıklama Bölümüne Ait Kavramsal Anlama Kategorileri

Kategori		Kategorinin Açılımı
Şık	Yazılı Açıklama	
D	D	Doğru şık+Doğru açıklama
	KD	Doğru şık+Kısmen Doğru açıklama
	B	Doğru şık+Açıklama yok
	Y	Doğru şık+Yanlış açıklama
Y	D	Yanlış şık+Doğru açıklama
	KD	Yanlış şık+Kısmen doğru açıklama
	B	Yanlış şık+Açıklama yok
	Y	Yanlış şık+Yanlış açıklama
B	D	Şık Yok+Doğru açıklama
	KD	Şık yok+Kısmen doğru açıklama
	B	Şık yok+Açıklama yok
	Y	Şık yok+Yanlış açıklama

Testin nicel değerlendirmesi amacıyla bir puanlama ölçeği hazırlanmıştır. Buna göre testin çoktan seçmeli bölümü için doğru seçenek 1, yanlış seçenek 0 olarak, testin yazılı açıklama bölümü için ise yanlış açıklama ya da açıklama olmaması 0, kısmen doğru açıklama 1, tam doğru açıklama 2 puan olarak puanlanmıştır. Her soru için çoktan seçmeli ve yazılı açıklama bölümlerinin puanları toplanarak öğrencinin sorudan aldığı toplam puan hesaplanmıştır. Çizim sorusu da çizim yapmama ya da hatalı çizim 0 puan, doğru çizim 1 puan ve açıklama bölümü açıklama yapmama ya da yanlış açıklama yapmama 0, kısmen doğru açıklama 1, tam doğru açıklama 2 olarak puanlanmıştır. Bu durumda bir sorudan alınabilecek maksimum puan 3, minimum puan 0'dır. Testten alınabilecek maksimum puan 72, minimum puan 0'dır.

Bu puanlama esasları kullanılarak araştırmacı tarafından seçilen 30 EKT bir ay arayla iki kez okunmuş ve iki okuma arasındaki korelasyon 0,91 olarak hesaplanmıştır. İlişkinin yüksek çıkması araştırmacı tarafından yapılan değerlendirmenin tutarlılığının bir göstergesidir.

3.3.3. Elektrik Yazılı Sınavı (EYS)

Pek çok araştırmacı öğrencilerin bilişsel başarısının yalnızca çoktan seçmeli testlerle değerlendirilmesinin eksik olacağı fikrindedir. Bu nedenle, bu sınav öğrencilerin ilgili konulardaki bilgilerini ve bu bilgilerini kullanmalarını daha derinlemesine ölçmek üzere hazırlanmıştır.

Tablo 3.6
EYS Sorularının Üniteler Bazında Dağılımı

Üniteler	Soru No
Elektrik Alanlar	1a, 1b, 1c, 1d, 1e
Gauss Yasası	2a, 2b, 2c, 2d, 2e
Elektrik Potansiyel	3a, 3b, 3c, 3d
Sığa ve Dielektrikler	4a, 4b, 4c, 4d
Akım ve Direnç	5a, 5b, 5c
Doğru Akım Devreleri	6a, 6b

EYS sorularının üniteler bazında dağılımı Tablo 3.6’da verilmiştir. EYS’nin puanlaması yapılırken problem çözümü soruyu anlama, işlem ve sonuç olmak üzere üç bölümde incelenmiştir. Bu bölümlerde aranan nitelikler aşağıdaki gibidir.

1. Soruyu Anlama: Bu aşamada öğrencilerin soruda istenilenleri elde etmeye yönelik bir çalışma yapıp yapmadıklarına bakılır.

2. İşlem: Bu aşamada soru nicel ise gerekli matematiksel formüllerin yer alıp almadığına ve verilerin doğru kullanılıp kullanılmadığına bakılır, soru nitel örneğin bir açıklama sorusu ise ilgili fizik yasa ya da ilkelere değinilip değinilmediğine, kavramlar arası ilişkilerin doğruluğuna ve yeterliğine bakılır.

3. Sonuç: Bu aşamada öğrencilerin istenilen matematiksel ya da mantıksal sonuca ulaşip ulaşamadıklarına ve birimleri doğru kullanıp kullanamadıklarına bakılır.

Puanlama yapılırken soruyu anlama, işlem ve sonuç boyutlarında: boş

bırakma/tamamen hatalı olma durumuna 0 puan, büyük kısmı hatalı fakat kısmen doğru olma durumuna 1 puan, büyük kısmı doğru fakat kısmen hatalı olma durumuna 2 puan ve tamamen doğru/yeterli olma durumuna 3 puan verilmiştir. Bu durumda her şıktan alınabilecek maksimum puan 9, minimum puan 0'dır. Dolayısıyla EYS'dan alınabilecek minimum puan 0, maksimum puan 207 dir.

EYS, Fizik Öğretmenliği 2. sınıfta okuyan 36 öğrenciye uygulanarak ön denemesi yapılmıştır. Öğrenci yanıtları Elektrik Yazılı Sınavı Değerlendirme Ölçeği kullanılarak araştırmacı tarafından 3 hafta ara ile okunmuştur. İki değerlendirme arasındaki ilişkinin Pearson Momentler Korelasyon Katsayısı 0,90 bulunmuştur. Araştırmacı tarafından yapılan puanlama kendi içinde tutarlıdır. EYS, EK 7'de verilmiştir.

3.3.4. Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik (Epistemolojik) İnançlar Ölçeği (BBDYİÖ)

Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlar Ölçeği lisans düzeyinde eğitim gören öğretmen adayı öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki; inançlarını ölçmek amacıyla geliştirilmektedir. BBDYİÖ maddelerinin belirlenmesi amacıyla alanyazın taramasının ardından Buca Eğitim Fakültesinde okuyan 6 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Görüşmede öğrencilere şu sorular yöneltilmiştir:

1. Size “bilim nedir?” diye sorulsa kendi cümlelerinizle nasıl anlatırsınız?
2. Bilimsel bilginin hangi niteliklere sahip olması gerekir? Bilimsel bilgi ile diğer bilgiler arasında bir fark var mıdır?
3. Size öğretilen bilimsel bilgi ile yaşamın gerçekleri arasında ilişki kurabiliyor musunuz?
4. Doğru ile gerçek arasında bir bağ ya da bir fark var mıdır? Örnek verebilir misiniz? Bugünün doğruları yarının yanlışları olabilir mi?
5. Bilim insanların yeni bir doğa yasası, ilke vb. bilgiyi yapılandırdıklarını mı yoksa var olanı keşfettiklerini mi düşünüyorsunuz? Sizce bilim insanları bilimsel bilgiye (teoriler, yasalar, kavramlar vb.) ulaşırken hangi yolları

izlerler?

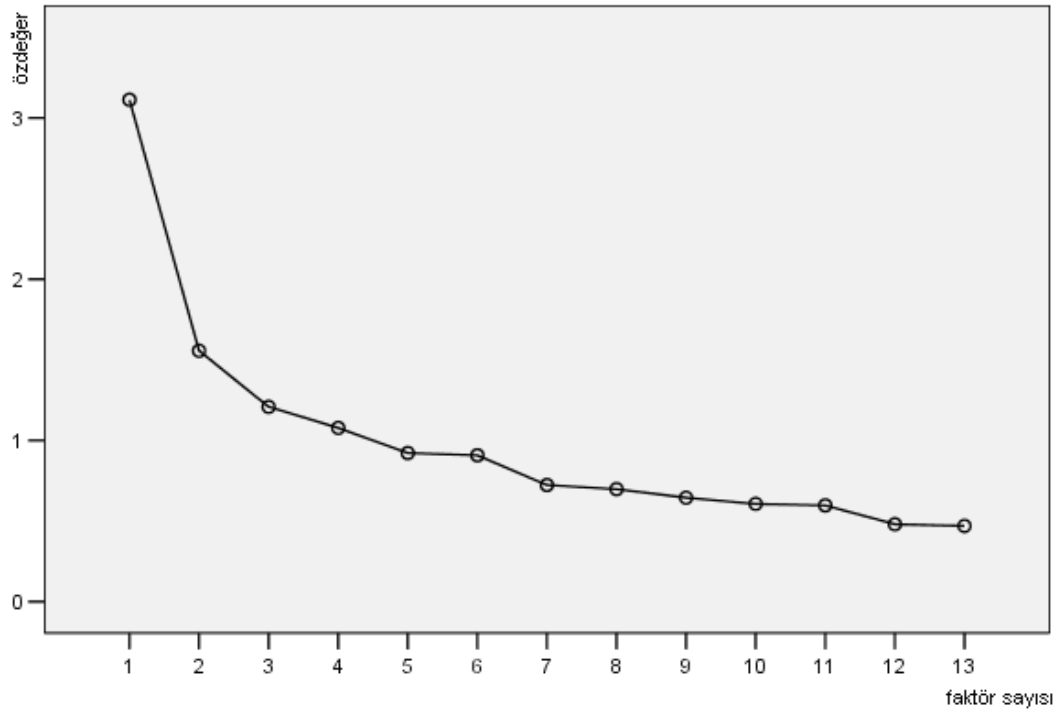
6. Bilim insanlarının günün birinde doğanın tüm bilinmezlerini açıklayabileceklerine inanıyor musunuz?
7. Aynı deneysel veriye bakan iki fizikçinin farklı yorumlar yaptığı görülmüştür. Bunun nedeni ne olabilir? Uzlaşmaları gerekli midir?
8. Bilimsel bir yasaya ulaşılırken insan faktörü (bilim insanının hayal gücü, sezgileri, ön deneyimleri, inançları vb..) ne kadar etkilidir? Önemli olduğunu düşündüğünüz başka faktörler var mı?

Görüşmeler ses kayıt cihazına kaydedilip, öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlardaki benzerlik ve farklılık gösteren durumlar çıkartılmış ve ölçek maddelerinin yazılması amacıyla kullanılmıştır. Ölçek güvenirlik çalışması öncesi 5 li Likert (Tamamen Katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum, Hiç Katılmıyorum) tipi 45 maddelik halini almış ve Buca Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği, Fen Bilgisi Öğretmenliği, Biyoloji Öğretmenliği, Sınıf Öğretmenliği Bölümlerinde okuyan ve Temel/Genel Fizik dersini alan 283 öğretmen adayına uygulanmıştır.

Uygulama sonucu elde edilen verilere Varimax döndürmesi kullanılarak faktör çözümlemesi yapılmış, madde-ölçek korelasyonları ve Cronbach Alpha güvenirlik katsayıları hesaplanmıştır. Faktör çözümlemesi sonrasında faktör yükleri 0,40'ın altında olan binişik faktör yüküne (faktör yükleri arasındaki fark<0.10) sahip maddeler ve güvenirlik çalışması sonrası madde ölçek korelasyonları 0,30 un altında olan maddeler ölçekten çıkartılmış ve 13 maddelik bir ölçek elde edilmiştir.

Şekil 3.2

BBDYİÖ Özdeğer-Faktör Sayısı Değişimi Grafiği



Varimax dik döndüme tekniğinin uygulanmasıyla birlikte Kaiser-Meyer-Olkin, KMO, değeri 0,757 olarak, Bartlett test sonucu (545,517, SD:78, p:0,000) olarak bulunmuş ve ölçek maddelerinin 4 boyutta toplandığı görülmüştür. Özdeğer-Faktör sayısı değişimi Şekil 3.2’de görülmektedir. Tablo 3.7 incelendiğinde ölçekteki 4 faktörün özdeğerleri 1 den büyüktür ve faktörlerin tümü toplam varyansın %53,49 unu açıklayabilmektedir.

Tablo 3.7
BBDYİÖ Alt Boyutları

Boyut	Özdeğer	Varyans Yüzdesi	Toplam Varyans Yüzdesi
Hayal gücünün Önemi	1,871	14,394	14,394
Bilimsel Bilginin Değişkenliği	1,794	13,798	28,192
Bilimsel Bilginin Yere ve Kültüre Bağlılığı	1,657	12,745	40,937
Bilimsel Bilginin Edinimi	1,633	12,561	53,498

Ölçeğin bilim insanlarının önsezilerinin ve hayal güçlerinin bilimsel bilgiye ulaşmadaki rolünü belirten maddeleri içeren “Hayal Gücünün Önemi” isimli ilk

boyutu faktör yük değerleri 0,803-0,687 arasında değişen 3 maddeden, bilimsel bilginin zaman içerisinde değişip değişmeyeceğini belirten maddeleri içeren “Bilimsel Bilginin Değişkenliği” isimli ikinci boyutu faktör yük değerleri 0,758-0,465 arasında değişen 4 maddeden, bilimsel “Bilimsel Bilginin Yere ve Kültüre Bağlılığı” isimli üçüncü boyutu faktör yük değerleri 0,838-0,774 arasında değişen 2 maddeden ve bilimsel bilgiyi öğrenirken izlenen yolla ilgili maddelerden oluşan “Bilimsel Bilginin Edinimi” isimli dördüncü boyutu faktör yük değerleri 0,791-0,455 arasında değişen 4 maddeden oluşmuştur. Ölçeğin son haline ait alt ölçeklerle birlikte güvenirlik çalışması sonuçları Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3.8
BBDYİÖ Güvenirlik Çalışması Sonuçları

Alt Ölçek	Madde Sayısı	Cronbach Alpha
Hayal gücünün Önemi	3	0,63
Bilimsel Bilginin Değişkenliği	4	0,59
Bilimsel Bilginin Yere ve Kültüre Bağlılığı	2	0,68
Bilimsel Bilginin Edinimi	4	0,52
Toplam	13	0,72

Sonuç olarak güvenirliği ve geçerliği kanıtlanmış olan ölçek, 4 temel boyut altında öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Ölçekte toplam 13 inanç maddesi vardır. 5 li Likert tipi formunda; Tamamen katılıyorum (5), katılıyorum (4), kararsızım (3), katılmıyorum (2), kesinlikle katılmıyorum (1) düzenlenmiş ve puanlanmıştır. Bu durumda bir öğrencinin ölçekten alabileceği maksimum puan 65, minimum puan ise 13 tür. BBDYİÖ, EK8’de verilmiştir.

3.3.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları (YYGS)

Araştırma sonrasında öğrencilerin sıklıkla problem yaşadıkları noktaları ve kavram yanlışlarını derinlemesine incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme

soruları hazırlanmıştır. Görüşme sorularının ön denemesi Fizik Öğretmenliği 2. sınıfta okumakta olan 8 öğrenci ile yapılmıştır. Elde edilen verilere bakılarak sorular tekrar düzenlenmiş son halini almıştır (EK9).

Deney ve kontrol grubu öğrencileri Elektrik Başarı Testi ve Elektrik Kavram Ölçeğinin aldıkları puanlara göre sıralandıktan sonra görüşme yapmak için yüksek başarılı ve düşük başarılı öğrenciler arasından 6 deney 6 kontrol grubu olmak üzere 12 öğrenci seçilmiştir. Görüşmeler araştırmacı tarafından her öğrenciyle bireysel olarak yapılmış ve veri kaybını engellemek için görüşme süreci video ile kaydedilmiştir. Görüşme süresi 30 ile 60 dakika arasında değişmiştir. Kaydedilen veriler bilgisayar kullanılarak yazıya çevrildikten sonra değerlendirilmiştir. Görüşme sorularından elde edilen verilerin çözümlenmesi sırasında öğrencilerin sahip oldukları anlama zorlukları ve kavram yanlışlarına yönelik benzer yanıtlar gruplanmıştır ve sunulmuştur.

3.4. Deney Deseni

Araştırma bir deney ve bir kontrol olmak üzere iki grup üzerinde yürütülmüş yarı deneysel bir çalışmadır. Deney deseni Tablo 3.9’da verilmiştir. Araştırmanın başlangıcında her iki gruba Elektrik Başarı Testi, Elektrik Kavram Testi, Elektrik Yazılı Sınavı ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlar Ölçeği uygulanmıştır.

Uygulama sürecinde deney grubunda modelleme yoluyla öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır.

Tablo 3.9
Deney Deseni

Grup	Uygulama Öncesi	Uygulama süreci	Uygulama Sonrası
------	-----------------	-----------------	------------------

Deney	1. EBT 2. EKT 3. EYS 4. BBDYİÖ	Modelleme Yoluyla Öğretim	1. EBT 2. EKT 3. EYS 4. BBDYİÖ 5. YYGS
Kontrol	1. EBT 2. EKT 3. EYS 4. BBDYİÖ	Geleneksel Öğretim	1. EBT 2. EKT 3. EYS 4. BBDYİÖ 5. YYGS

Araştırma sonunda her iki gruba Elektrik Başarı Testi, Elektrik Kavram Testi, Elektrik Yazılı Sınavı ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlar Ölçeği uygulanmıştır. Ayrıca araştırma sonunda her iki gruptan seçilen öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılarak görüşmeler yapılmıştır.

3.5. İşlem Yolu

Araştırmanın deneysel sürecinde elektrik konularının öğretiminde kontrol grubunda geleneksel öğretim, deney grubunda ise modelleme yoluyla öğretim yapılarak ders işlenmiştir.

Deney grubunda yapılacak modelleme yoluyla öğretim süreci tasarlandıktan sonra uygulamanın işlerliğini kontrol etmek ve araştırmacının uygulama becerisini artırmak amacıyla tasarı gerçek tez uygulamasından 1 yıl önce İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü ikinci sınıflarından birinde denenmiştir. Deneme sonunda zaman problemi yaşanan bölümler olduğu görülmüş ve etkinlikler bu bağlamda tekrar gözden geçirilmiştir. Ayrıca yapılan ön deneme sonunda öğrencilerin deneysel verileri kullanırken grafik çizme ve çizilen grafikleri yorumlama konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Bu nedenle araştırma öncesinde deney grubu

öğrencileri ile deney verilerinin kullanılarak tablo, şekil ya da grafik yoluyla sunumu konusunda alıştırmaya yapılması gerektiğine karar verilmiştir.

Uygulama her iki grupta da araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Bu yolla araştırmanın öğretmenlik becerilerinden kaynaklanabilecek bozucu etkilerin engellenmesi amaçlanmıştır. Deney ve kontrol grupları ön ölçümlerden sonra belirlenince deney grubu öğrencileriyle ders saati haricindeki bir saatte yapılacak uygulama hakkında bilgi sahibi olmaları için “Modelleme nedir? Nasıl yapılır?” etkinliği düzenlenmiştir. Bu etkinlik süresince deney grubu öğrencilerine model, modellerin bilimdeki yeri, modelleme nasıl yapılır konularında teorik bilgi verilmiştir. Ayrıca öğrencilere Arizona State Üniversitesinde mekanik konusunda modelleme yoluyla öğretim yapılan bir ders saatine ait video (ilgili videoya http://modeling.asu.edu/rup_workshop/DD.HTM adresinden ulaşılabilir) izlettirilmiş ve yapılan işlemler hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Ayrıca iki saatlik bir sürede bu öğrencilerle hazır veri setleri üzerinde deney verilerini tablo, şekil ve grafik çizerek sunma ve yorumlama çalışmaları yapılmıştır. Bu alıştırmalarda değişkenler arasındaki doğru orantılı, ters orantılı, lineer vb. değişimlere örnekler verilmiştir. Kontrol grubu öğrencileriyle bu sürede bir çalışma yapılmamıştır.

Araştırmanın deneysel uygulama süresi altı haftadır ve her hafta dört ders saati içermektedir. Her hafta bir ünite işlenmiştir. Uygulama her iki grupta eş zamanlı olarak başlanılmış ve eş zamanlı olarak bitirilmiştir. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim gruplarında bir haftalık süreçte yapılan işlemler aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

3.5.1. Deney Grubundaki Deneysel Süreç:

Deney grubunda dersler laboratuarda yapılmıştır. Her hafta dersin başında öğrenciler 3-4 kişilik gruplara ayrılmış ve her gruba yazı tahtası ve tahta kalemleri verilmiştir. Modelleme yoluyla öğretim grubunda haftalık ders akışı Halloun'un (2004) modelleme yoluyla öğrenme döngüsü ve Hestenes'in (2002) modelleme yoluyla öğretim döngüleri esas alınarak şu şekilde düzenlenmiştir: model oluşturma,

model kullanımı ve konu sunumu aşamalarından oluşmaktadır. Aşamalara ilişkin olarak ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.

Model Oluşturma Aşamaları:

Problem Durumu (keşif): Bu aşamada öğrencilere modelleme yaparak ulaşmaları gereken yasa ile ilgili bir problem durumu sunulur. Öğrencilerden bu durumu açıklayan tahminler yapmaları istenir. Bu aşamada her öğrenci bireysel fikrini söyleyebilir. Örneğin öğrencilerin yüklü iki cisim birbirine yakın olarak asıldığında neler olabileceğini tahmin etmeleri istenir. Yapılan tahminlerden sonra birbirini ittikleri veya çektikleri gösteri deneyi olarak sunulduktan sonra yüklerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetin nelere bağlı olarak değişebileceğinin sorulması gibi.

Grup Tartışması: Bu aşamada her grup kendi arasında tartışarak fikirlerini özet olarak yazı tahtalarına yazarlar. Öğretmenin bu aşamadaki rolü öğrencileri tartışmaya teşvik etmek ve gruplar arasında oluşan farklı fikirleri cesaretlendirmektir. Ayrıca öğretmen grup tartışmalarında öğrencilerin konudan sapmamalarını sağlamaya çalışmalıdır.

Sınıf Tartışması: Bu aşamada gruplardan seçilen bir kişi fikirlerini sınıfa sunar ve gruplar fikirlerini paylaşırlar. Bunlar arasından deney yoluyla ulaşabileceklerini belirlerler. Deneyin bağımlı ve bağımsız değişkenleri üzerinde uzlaşırlar.

Grup Modellemesi (deney): Bu aşamada öğrencilere deney malzemeleri verilir ve her grup planlanan deneyi gerçekleştirir. Verilerini toplar. Verilerini tablo, grafik ve şekle dökerek hazırlar ve değişkenler arası ilişkileri kurarak hedefe uygun matematiksel ve zihinsel bir model oluştururlar. Aşağıda Şekil 3.3'te bir kondansatörün yüklenmesi sürecinde üzerinden geçen akımın zamanla değişiminin modellendiği deney üzerinde çalışan öğrenciler görülmektedir. Öğrenciler akım değişiminin zamana bağlı değişimini grafik kullanarak yorumlamaya çalışmaktadır.

Şekil 3.3

Grup Çalışmasıyla Modelleme Deneyi Yapan Öğrenciler



Modelleme deneylerine örnek olarak bazı ünitelere ait deneyler EK10'da verilmiştir. Üniteler bazında yapılan modelleme deneylerinin içeriği aşağıdaki gibidir:

Elektrik Alanı Ünitesi Modelleme Deneyi: Yüklü parçacıkların birbirlerine uyguladıkları kuvvetin nelere, nasıl bağlı olduğunun zihinsel ve matematiksel modellenmesini amaçlayan ünite deneyi yapılmıştır. Ünite deneyi sonunda Coulomb Yasasının matematiksel modeline ulaşılması amaçlanmıştır.

Gauss Yasası Ünitesi Modelleme Deneyi: Elektrik akısı kavramının zihinsel ve matematiksel modellenmesini amaçlayan deney yapılmıştır. Ünite deneyi sonunda Gauss Yasasının matematiksel modeline ulaşılması amaçlanmıştır.

Elektriksel Potansiyel Ünitesi Modelleme Deneyi: Yüklü bir küreden belli uzaklıklardaki elektriksel potansiyelin nelere bağlı olduğunun zihinsel ve matematiksel modellenmesini amaçlayan bir deneydir.

Sığa ve Dielektrikler Ünitesi Modelleme Deneyi: Paralel plakalı bir

kondansatörün sığasının nelere, nasıl bağlı olduğu ve kondansatörlerin seri ve paralel bağlanması durumunda eşdeğer sığanın değişiminin zihinsel ve matematiksel olarak modellenmesini amaçlayan modelleme deneyidir.

Akım ve Direnç Ünitesi Modelleme Deneyi: Bu deneyde bir metalin direncinin nelere bağlı olduğu ve dirençlerin seri ve paralel bağlanması durumunda eş değer direnç, akım, potansiyel fark değişimlerinin zihinsel ve matematiksel modellenmesi amaçlanmıştır.

Doğru Akım Devreleri Ünitesi Modelleme Deneyi: Bir RC devresinde kondansatörün yüklenmesi ve boşalması sürecinde üzerinden geçen akım ve uçları arasındaki potansiyel farkının zamanla değişiminin zihinsel ve matematiksel olarak modellenmesini amaçlayan bir deneydir.

Sınıf Modellemesi (genelleme): Bu aşamada her gruptan bir öğrenci tarafından oluşturdukları modeller yazı tahtalarında sunulurken sınıfla paylaşılır. Gruplar modellerinin iyi ve eksik yönleri hakkında tartışır. Uyuşmayan deney sonuçları hakkında araştırmacının yönlendirmesi ile tartışır. Bu aşamada öğretmen öğrencileri düşünmeye yöneltecek sorularla tartışma ortamını yönetir. Konu ile ilgili olası kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak sorular yöneltir ve öğrencilerden oluşturdukları modellerini kullanarak bu soruları yanıtlamalarını ister. Bu yolla oluşturulan modelde açık ya da eksik noktalar belirlenir ve düzeltilir.

Konu Sunumu:

Bu aşamada öğretmen tarafından ilgili modelin kullanılmadığı fakat ünite içeriğinde bulunan konular öğrencilere kontrol grubunda anlatıldığı şekilde düz anlatım yoluyla sunulmuştur. Bu sunum sırasında araştırmacı tarafından gerektiğinde Powerpoint sunumlarından yararlanılmıştır. Bu tarz sunumların kullanılmasının nedeni düz anlatım yoluyla tahtada yapılan sunumlardan daha kısa zaman alıyor oluşu ve bu nedenle model oluşumu ve kullanımı aşamaları için gereken sürenin ayrılabilir oluşudur. Konu sunumu üniteye yapılacak deneyin konu sıralamasındaki yerine göre model oluşturma deneyinin öncesinde ve sonrasında

yapılmıştır.

Model Kullanımı Aşaması:

Bu aşamada gruplar konu ile ilgili geliştirilmiş ünite problemlerini grup çalışması yaparak yazı tahtalarında çözerler. Çözümlerin tamamlanmasının ardından her problem gruplardan rastgele seçilen bir öğrenci tarafından sınıfta çözülür. Bu problemler model oluşturma aşamasında geliştirilen modele ve konu sunumu aşamasında anlatılan konulara aittir. Bu aşamada kullanılan problemler Fen ve Mühendislik İçin Fizik (Modern Fizik İlaveli) 2 Elektrik Manyetizma ve Optik (Serway, 1996) adlı kitaptan seçilmiştir. Bu aşamada araştırmacının görevi öğrencilere çözüm sırasında uygun modeli kullanmaya yöneltecek sorular sorması ve problem her ne kadar sayısal çözüm gerektirse bile o problem ile ilgili olarak kavramsal anlamalarını ortaya koyacak sorularla öğrencileri düşünmeye zorlamaktır. Bu aşamada kullanılan ünite problemlerine ait örnekler EK 11’de verilmiştir.

3.5.2. Kontrol Grubundaki Deneysel Süreç:

1) Araştırma sürecinde kontrol grubunda her ünite için dört ders saati kullanılmış ve her hafta bir ünite bitirilmiştir.

2) Konu Sunumu: Kontrol grubunda ders anlatımı konu anlatımı düz anlatım, tartışma ve soru cevap yöntem ve teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Konu sunumu araştırmacı tarafından haftanın ilk iki saatinde yapılmıştır.

3) Deney grubunda çözülen örnek problemlerin tümü kontrol grubunda da araştırmacı tarafından çözülmüştür.

4) Problem Çözümü: Haftalık ders programındaki son iki ders saatinde deney grubunda grupla çözülen problemlerin tümü bu grupta araştırmacı tarafından tahtada çözülmüştür. Problemler öğrencilere yazdırıldıktan sonra çözüm için gönüllü olan öğrenciler varsa onlara da fırsat tanınmıştır. Problem çözümü sırasında öğrencilerin anlayamadıkları noktalar öğretmen tarafından tekrar açıklanmıştır.

3.6 Veri Çözümleme Teknikleri

Araştırmanın verileri hem nicel hem de nitel özellik taşımaktadır.

Araştırmanın nicel verilerinin çözümlenmesinde deney (n=21) ve kontrol grubu (n=20) öğrencilerinin sayısının küçük olması nedeniyle parametrik olmayan testlerin kullanılması gerektiği düşünülmüştür. Araştırmanın nicel verilerin çözümlenmesinde kullanılan istatistiksel teknikler kullanılmıştır.

- Frekans,
- Aritmetik Ortalama
- Mann Whitney U Testi,
- Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
- Korelasyon Analizi

Araştırmanın nitel verilerinin çözümlenmesinde ise kavramsal anlamaların kategorilenmesi yoluyla veri çözümlenmesi yolu izlenmiştir. EKT yazılı açıklama bölümleri ve YYGS çözümlenirken öğrencilerin kavramsal anlamaları, benzer anlama zorlukları ve kavram yanılgıları gruplandırılarak verilmiştir. İlgili kategoriler veri toplama araçlarının geliştirilme sürecinde verilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR ve YORUMLAR

Araştırma verilerinin analizi sonucu elde edilen bulgular alt problemler ışığında aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

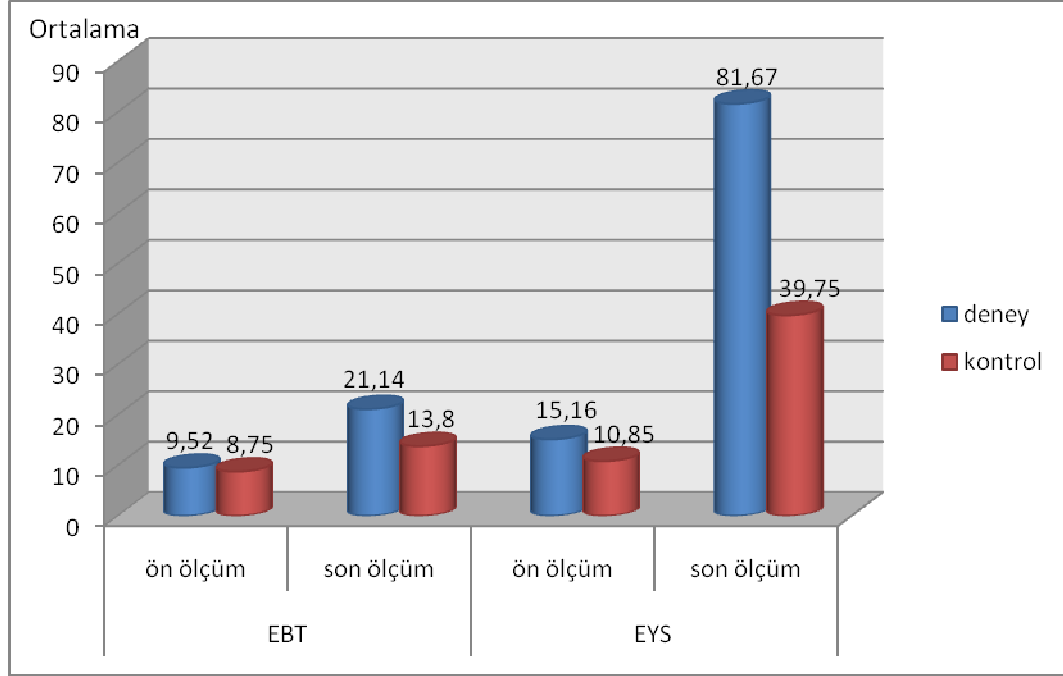
- Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Akademik Başarıya Etkisi
- Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Kavramsal Anlamaya Etkisi
- Modelleme Yoluyla Öğretimin Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlara Etkisi
- Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Arasındaki İlişki

4.1. Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Akademik Başarıya Etkisi

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularına ilişkin akademik başarılarını ölçmek amacıyla EBT ve EYS her iki gruba uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmıştır. Ön ve son ölçüm sonucu elde edilen verilerin nicel ve nitel analizi sonucu ulaşılan bulgular aşağıda sunulmuştur.

EBT puanları 0-32 puan arasında değişmektedir. EYS puanları ise 0-207 puan arasında değişmektedir. Deney ve kontrol gruplarının EBT ve EYS ön ve son ölçüm ortalamaları Şekil 4.1'deki gibidir.

Şekil 4.1
Deney ve Kontrol Gruplarının EBT ve EYS Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları
Grafiği



EBT puanları 0-10 arası düşük, 11-20 arası orta, 21-30 arası yüksek başarılı olarak, EYS verileri 0-69 arası düşük, 70-138 arası orta, 139-207 arası yüksek başarılı olarak ayrıldığında araştırma öncesinde her iki grubun öğrencilerinin ortalaması EBT ve EYS verilerine göre düşük başarılı grubundadır. Araştırma sonrasında EBT verilerine göre deney grubu öğrencilerinin ortalaması yüksek başarılı, kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması orta başarılı grubundadır. EYS verilerine göre araştırma sonrasında deney grubu öğrencileri orta başarılı, kontrol grubu öğrencileri ise düşük başarılı grupta kalmıştır.

4.1.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi akademik başarılarının karşılaştırılması

Şekil 4.1'den de görüldüğü gibi, EBT ön ölçüm puanları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ortalamasının (O=9.52) kontrol grubu öğrencilerinin ortalamasından (O=8.75) farklı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin elektrik konularındaki akademik başarılarını belirlemek amacıyla kullanılan bir diğer veri

toplama aracı da EYS'dır. EYS ön ölçüm sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin ortalaması (O=15.66) kontrol grubu öğrencilerinin ortalamasından (O=10.85) farklıdır. EBT ve EYS ön ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1
EBT ve EYS Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	U	p
EBT	Deney	21	22.10	464.00	-0.61	187.00	.545
	Kontrol	20	19.85	397.00			
EYS	Deney	21	23.45	492.50	-1.35	158.50	.179
	Kontrol	20	18.43	368.50			

Tablo 4.1'de görüldüğü gibi, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EBT den aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur ($U=187.00$, $p > 0.05$). Benzer şekilde uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EYS' den aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark yoktur ($U=158.50$, $p > 0.05$).

Uygulama öncesi modelleme yoluyla öğretim grubu ve geleneksel öğretim grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

4.1.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişim

Uygulama sonrası deney grubu öğrencilerinin EBT ortalamalarında (9.52–21.14) ve kontrol grubu öğrencilerinin EBT ortalamalarında (8.75–13.80) artış olduğu görülmektedir. Bu değişimin anlamlı olup olmadığını araştırmak amacıyla

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve her grup için Cohen's d etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Analiz sonucu edilen bulgular Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2
EBT Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Ölçüm- Ön Ölçüm	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	Cohen's d
Deney	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.02*	.000**	3.66
	Pozitif Sıra	21	11.00	231.00			
	Eşit	0					
Kontrol	Negatif Sıra	2	4.75	9.50	-3.85*	.000**	1.47
	Pozitif Sıra	18	11.14	200.50			
	Eşit	0					

* Negatif sıralar temeline dayalı,

** $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi, araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin EBT'den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($z = -4.02$, $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında gözlenen bu fark son ölçüm puanları lehinedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin EBT'den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında da anlamlı bir fark vardır ($z = -3.85$, $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında gözlenen bu fark son ölçüm puanları lehinedir. Her iki grubun araştırma sonrası EBT puanlarında, araştırma öncesi EBT puanlarına göre anlamlı bir artış meydana gelmiştir.

Cohen's d etki büyüklüklerine bakıldığında, deney grubu için etki büyüklüğü 3.66, kontrol grubu için etki büyüklüğü 1.47 olarak bulunmuştur. Cohen's d etki büyüklüğü için dereceleme $d = .20$ küçük etki, $d = .05$ orta etki, $d = .80$ büyük etki şeklindedir (Kotrlık ve Williams, 2003). Bu her iki grup için fark önemli olmakla birlikte deney grubu için etki büyüklüğü kontrol grubunkinden oldukça fazladır.

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi uygulama sonrası deney grubu öğrencilerinin EYS ortalamalarında (15.16–81.67) ve kontrol grubu öğrencilerinin EYS ortalamalarında (10.85–39.75) artış olmuştur. Grupların EYS puanlarındaki bu değişimin anlamlı olup olmadığını araştırmak amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve Cohen’s d etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Analiz bulguları Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3
EYS Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Ölçüm- Ön Ölçüm	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	Cohen’s d
Deney	Negatif Sıra	0	.00	.00	-4.01*	.000**	3.63
	Pozitif Sıra	21	11.00	231.00			
	Eşit	0					
Kontrol	Negatif Sıra	0	.00	.00	-3.92*	.000**	2,58
	Pozitif Sıra	20	10.50	210.00			
	Eşit	0					

*Negatif sıralar temeline dayalı,

** $p < .05$ düzeyinde anlamlı

Tablo 4.3’teki bulgulara göre deney grubu öğrencilerinin araştırma öncesi ve sonrası EYS’den aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark vardır ($z = -4.01$, $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu fark son ölçüm puanları lehinedir.

Benzer şekilde kontrol grubu öğrencilerinin EYS’den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark vardır ($z = -3.92$, $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu fark pozitif sıralar yani son ölçüm puanları lehinedir.

Tablo 4.3’teki Cohen’s d etki büyüklüklerine bakıldığında, deney grubu için etki büyüklüğü 3.66, kontrol grubu için etki büyüklüğü 1.47 olarak bulunmuştur. Bu

durumda her iki grup için fark önemli olmakla birlikte deney grubu için etki büyüklüğü kontrol grubununkinden oldukça fazladır.

Araştırmaya katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonunda elektrik konularındaki akademik başarılarında anlamlı bir artış meydana gelmiştir.

4.1.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası akademik başarılarının karşılaştırılması

Şekil 4.1'deki veriler incelendiğinde, araştırma sonrasında deney grubu öğrencilerinin EBT ortalamalarının ($O=21.14$), kontrol grubu öğrencilerinin EBT ortalamalarından ($O=13.82$) farklı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde araştırma sonrasında MÖG öğrencilerinin EYS ortalamaları ($O=81.67$), GÖG öğrencilerinin EYS ortalamalarından ($O=39.75$) farklıdır. EBT ve EYS son ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları elde edilen bulgular Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4
EBT Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Veri Toplama Aracı	Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	U	p
EBT	Deney	21	30.12	632.50	-5.01	18.50	.000*
	Kontrol	20	11.43	228.50			
EYS	Deney	21	30.12	632.50	-4.99	18.50	.000*
	Kontrol	20	11.43	228.50			

* $p<0.05$ düzeyinde anlamlı

Tablo 4.4'te görüldüğü gibi altı haftalık bir deneysel çalışma sonunda deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin EBT son ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark vardır ($U=18.50$, $p<.05$). Sıra ortalamaları ve toplamaları

dikkate alındığında, deney grubu öğrencilerin, kontrol grubu öğrencilerine göre akademik başarılarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

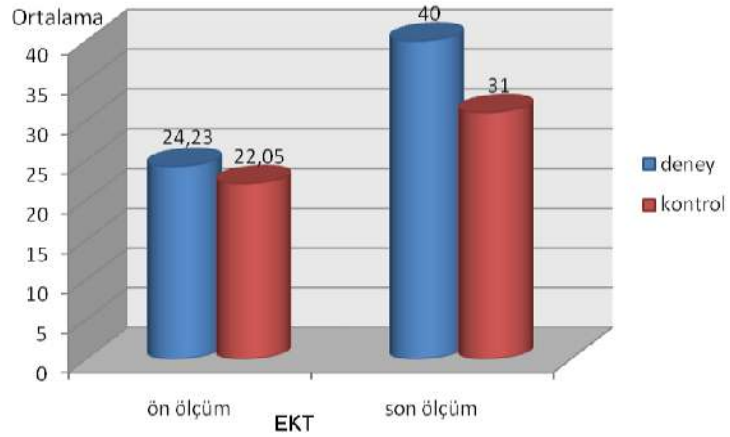
Tablo 4.4'teki bilgilere göre, altı haftalık bir deneysel çalışma sonunda deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin EYS son ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($U=18.50$, $p<0.05$). Sıra ortalamaları dikkate alındığında, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre akademik başarılarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum EBT son ölçüm sonuçlarıyla uyum halindedir.

4.2. Modelleme Yoluyla Öğretimin Elektrik Konusunda Kavramsal Anlamaya Etkisi

Deney ve kontrol öğrencilerinin elektrik konularına ilişkin kavramsal anlamalarını ölçmek amacıyla EKT ve YYGS adlı veri toplama araçları kullanılmıştır.

Şekil 4.2

Deney ve Kontrol Gruplarının EKT Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları Grafiği



Deney ve kontrol gruplarının EKT ön ve son ölçüm ortalamaları Şekil 4.2'deki gibidir.

4.2.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin, uygulama öncesi kavramsal anlamalarının karşılaştırılması

Şekil 4.2’de verilen EKT ön ölçüm puanları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ortalamasının ($O=24.23$) kontrol grubu öğrencilerinin ortalamasından ($O= 22.05$) farklı olduğu görülmüştür. EKT ön ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5
EKT Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	U	p
Deney	21	21.76	457.00	-0.418	194.00	.676
Kontrol	20	20.20	404.00			

Tablo 4.5’te verilen Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin EKT den aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur ($U=194.00$, $p>0.05$). Her iki gruptaki öğrencilerin elektrik konularına yönelik kavramsal anlamaları araştırma öncesinde aynıdır.

4.2.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası kavramsal anlamalarındaki değişim

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, uygulama sonrası hem deney grubu öğrencilerinin EKT ortalamalarında ($24.23-40.00$), hem de kontrol grubu öğrencilerinin EKT ortalamalarında ($22.05-31.00$) artış olmuştur. Kavramsal anlamadaki bu değişimin anlamlı olup olmadığını araştırmak amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmış ve Cohen’s d etki büyüklükleri hesaplanmış ve analiz bulguları Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6
EKT Ön-Son Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Ön Ölçüm- Son Ölçüm	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	Cohen's d
Deney	Negatif Sıra	20	11.48	229.50	-3.96*	.000**	1.71
	Pozitif Sıra	1	1.50	1.50			
	Eşit	0					
Kontrol	Negatif Sıra	19	10.26	195.00	-3.36*	.001**	1.16
	Pozitif Sıra	1	15.00	15.00			
	Eşit	0					

*Pozitif sıralar temeline dayalı,

** $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı

Tablo 4.6'daki Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları, araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin EKT'den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z = -3.96$ $p < 0.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son ölçüm puanı, lehine olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin EKT'den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında da anlamlı bir fark ($z = -3.36$ $p < 0.05$) bulunmuştur. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, son ölçüm puanı, lehinedir.

Bu farkların önemli olup olmadığını test etmek amacıyla Cohen's d etki büyüklüklerine bakıldığında deney grubu için 1.71, kontrol grubu için 1.16 bulunmuştur. Bu durumda her iki grup için fark önemli (büyük etki büyüklüğü, $d > 0,8$) olmakla birlikte deney grubu için etki büyüklüğün kontrol grubununkinden fazla olduğu görülmektedir. Araştırma sonunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarında anlamlı bir artış olmuştur.

4.2.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin, uygulama sonrası kavramsal anlamalarının karşılaştırılması

Şekil 4.2’deki verilere göre, araştırma sonrasında deney grubu öğrencilerinin EKT ortalamalarının ($O=40.00$), kontrol grubu öğrencilerinin EKT ortalamalarından ($O=31.00$) farklı olduğu görülmektedir. EKT son ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır. Test sonuçları tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7

EKT Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	U	p
Deney	21	26.64	559.50	-3.095	91.50	.002*
Kontrol	20	15.07	301.50			

** $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı*

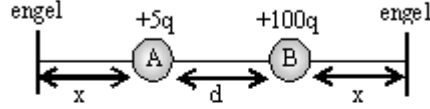
Tablo 4.7’deki Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin EKT son ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($U=91.50$, $p < .05$). Sıra ortalamaları ve toplamaları dikkate alındığında, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre elektrik konularına yönelik kavramsal anlamaları daha yüksektir.

4.2.4. Elektrik Kavram Testinin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

EKT’nin yazılı açıklama bölümleri incelenerek öğrencilerin sahip oldukları anlama zorlukları ve kavram yanılgıları sorular bazında derlenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler numaralandırılmış ve deney grubundakiler D, kontrol grubundakiler K harfi ile temsil edilmiştir. Örneğin D3:deney grubu 3 nolu öğrenciyi, K8:kontrol grubu 8 nolu öğrenciyi temsil etmektedir.

4.2.4.1. Soru 1 ve Soru 2 nin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Bilgi: Aralarında d kadar uzaklık bulunan, eşit büyüklük ve kütlede, sırasıyla $+5q$ ve $+100q$ yüklü A ve B küreleri içlerinden geçirilmiş yalıtkan ve sürtünmesiz ince bir tel üzerinde aşağıdaki gibi durmaktadırlar. (1. ve 2. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız.)



1. A ve B küreleri aynı anda serbest bırakıldığında kendilerinden x kadar uzaklıktaki engellere çarpma süreleri için hangisi doğrudur?

- A) A küresi engele daha önce çarpar.
- B) B küresi engele daha önce çarpar.
- C) Aynı anda çarparlar.
- D) Hareket etmezler.

2. Başka hiçbir şey değiştirilmeden A küresinin kütlesi B küresinin kütlesinin iki katı olacak şekilde değiştirildiğinde kürelerin engellere varma süreleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) A küresi engele daha önce çarpar.
- B) B küresi engele daha önce çarpar.
- C) Aynı anda çarparlar.
- D) Hareket etmezler.

Yanıtınızı Açıklayınız:

Yanıtınızı Açıklayınız:

EKT'nin yukarıda verilen 1 ve 2 nolu sorularında öğrencilerden yük miktarları farklı iki parçacığın birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetin büyüklüğü ve bu kuvvet etkisiyle cisimlerin yapacakları hareketin cisimlerden birinin kütlesinin değişmesi sonucunda nasıl değişeceği hakkındaki anlamaları ölçülmüştür. Öğrenci yanıtlarının kategoriler bazında ön ve son testlerdeki dağılımı Tablo 4.8 de verilmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin soru 1 ve soru 2 ye verdikleri yanıtlar incelendiğinde her iki grupta da doğru kavramsal anlama düzeyine sahip öğrenci sayısının arttığı görülmüştür. Deney grubunda son testlerde doğru kavramsal anlamaya sahip öğrenci sayısı kontrol grubundaki öğrenci sayısından fazladır. Bununla birlikte dikkat çeken bir diğer durum Soru 2 de her iki grupta yanlış şıkkı işaretleyip yanlış açıklama yapan öğrenci sayısı korunmuştur.

Tablo 4.8.
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 1 ve Soru 2 ye Verdikleri
Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategori	Soru 1				Soru 2			
	Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	1	4	4	9	4	8	5	11
D-KD	14	12	12	10	1	-	2	-
D-B	-	-	-	-	1	-	1	-
D-Y	-	1	-	1	-	-	-	2
Y-D	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-KD	1	-	-	-	6	7	7	6
Y-B	-	1	-	-	-	-	-	-
Y-Y	4	3	4	1	5	2	5	2
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-
B-KD	-	-	-	-	-	-	-	-
B-B	-	-	-	-	2	4	-	-
B-Y	-	-	-	-	1	-	-	-

Aşağıda bu sorulara ait yanıtların kategorilere göre gruplanmasıyla elde edilmiş bulgulara yer verilmektedir. Soru 1'in çözümlenmesinden elde edilen bulgular tablo 4.9 da sunulmuştur.

Tablo 4.9
EKT Soru 1 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Test	Son Test
D-D	B	Yük miktarları farklı iki cisim birbirine eşit büyüklükte kuvvet etki ettirir ve birbirlerini iterler. Bu kuvvet etkisi ile cisimler eşit miktarlarda ivme kazanır ve engellere aynı anda çarparlar şeklindedir.	K16, D1,D6,D9, D18	K8,K10,K13,K16, D1,D2,D5,D6,D9, D17,D18,D20, D21
D-KD	C	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular, aynı anda çarparlar. Kuvvet-ivme/hız ilişkisi kurulmuyor.	K1,K2,K4,K6,K7, K8,K10,K11,K12, K13,K14,K17, K19,K20, D3,D4,D5,D7,D10 D11,D12,D14, D15,D16,D17, D19	K1,K2,K4,K6, K7,K9,K11,K12, K14,K17, K19,K20, D3,D4,D7,D10, D11,D12,D13, D14,D15,D16
		Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular, sürtünme yok aynı anda çarparlar. Kuvvet-ivme/hız ilişkisi kurulmuyor.	D2	
D-Y	C	Serbest kaldıklarında aralarında yük alışverişi olur. Anın yük artış oranı B nin azalma oranına eşit olduğundan aynı anda çarparlar.	D20	
		Engele çarpma süreleri yarıçapları ile ilişkilidir.		D19
Y-KD	A	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular fakat yükü az olan daha hızlı hareket eder.	K9	
Y-B	A	Açıklama yok.	D8	
Y-Y	A	Yük miktarları farklı iki cisimden yükü fazla olan cisim diğerine daha çok kuvvet uygular. Yükü az olan cisim daha önce çarpar.	K3,K5,K15,K18, D8,D13,D21	K3,K5,K15,K18, D8

Tablo 4.9 incelendiğinde ön testlerde öğrencilerin büyük çoğunluğunun yük miktarları farklı iki parçacığın birbirlerine eşit miktarda elektriksel kuvvet uyguladıklarını bildikleri görülmüştür. Bununla birlikte çok az öğrenci soru çözümünde kütleler ile kuvveti ilişkilendirerek ivme ya da hız kavramına geçiş yapabilmektedir. Son testte bu sayılar deney grubunda daha fazla olmak üzere artmıştır. Ön testte öğrencilerin elektriksel kuvvet ile ilgili olarak

“yük miktarları farklı iki cisimden yük miktarı fazla olan cisim diğerine daha büyük kuvvet uygular”

şeklinde bir kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bu yanlışlığa sahip öğrencilerin sayısı uygulama sonrası deney grubunda azalırken kontrol grubunda değişmemiştir. Deney grubundaki kavram yanlışlığına sahip iki öğrenci doğru anlama ve kısmen doğru anlama grubuna yükselmiştir. Ayrıca son testte bir deney grubu öğrencisinin “cisimlerin çarpma sürelerinin yarıçaplarıyla orantılı olması” şeklinde bir yanıt verdiği görülmüştür. Soru 2’in çözülmesinden elde edilen bulgular tablo 4.10 da sunulmuştur.

Tablo 4.10

EKT Soru 2 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	B	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular durumda iken kütlesi az olan cismin ivmesi fazla olur ve B cismi engele daha önce çarpar şeklindedir.	K7,K13,K16, K19, D1,D4,D6,D9, D10D12,D17, D18	K7,K10,K13, K16,K19, D1,D 2,D5,D6,D9,D1 2,D13,D17,D18 D20,D21
D-KD	B	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular, kütlesi küçük olan cisim daha önce çarpar.	K12	K4,K9
D-B	B	Açıklama yok	K14	K14
D-Y	B	A nın ağırlığı daha fazla onu aşağıya daha çok çeker B önce varır. Engel çarpma süreleri yarıçapları ile ilişkilidir.		D16 D19

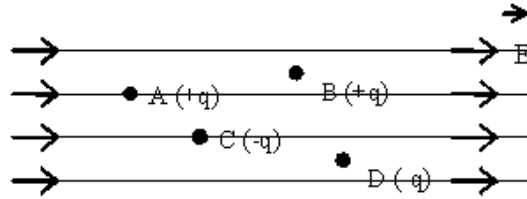
Tablo 4.10 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-KD	A	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular, A'nın kütlesi daha küçük olduğundan daha önce çarpar.		K1,K2, D4,
	C	Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular. Cisimlerin kütlelerinin değişimi elektriksel kuvveti değiştirmez. Aynı anda engele çarparlar.	K1,K2,K4,K6, K11,K20, D3,D5,D7,D11, D15, D16	K6,K11,K17, K19,K20, D3,D7,D10, D11,D15
		Yük miktarları farklı iki cisim birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygular, sürtünme yok ve cisimlerin kütlelerinin değişimi elektriksel kuvveti değiştirmez. Aynı anda engele çarparlar.	D2	
Y-Y	A	Kütle çarpma süresini değil çarpma hızını etkiler.	K9,	
		Yük miktarları farklı iki cisimden yükü fazla olan cisim diğerine daha çok kuvvet uygular. Yükü az olan cisim daha önce çarpar. Kütle kuvveti değiştirmez.	K15	K3,K5,K18, D8
	C	Kütle çarpma süresini etkilemez aynı anda çarparlar.	K8,K17, D14	K12,K15, D14
		Cisimlerin hızları kütlelerine bağlı değildir yanı anda çarparlar.	K10	
		Serbest kaldıklarında aralarında yük alışverişi olur. Anın yük artış oranı B nin azalma oranına eşit olduğundan aynı anda çarparlar.	D20	
B-B		Açıklama yok.	K3,K5,D13, D8,D13,D19,D21	
B-Y		Yüklü iki küreden yarıçapa düşen yük fazla olan küre önce engele çarpar.	K18	

Tablo 4.9 incelendiğinde yük miktarları farklı iki cismin birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular ve kütlesi küçük olan cisim daha büyük ivmeye sahip olur ve engele daha önce çarpar anlamasına sahip öğrenci sayısı ön testte kontrol grubunda 4, deney grubunda 8 iken son testte kontrol grubunda 5, deney grubunda 12 şeklinde değişmiştir. Deney grubu öğrencileri bu bilgilerini diğer bilgileriyle daha iyi ilişkilendirebilmiştir. Öğrencilerin büyük bir bölümü ise cisimlere etkiyen elektriksel kuvvetin eşit büyüklükte olacağı anlayışına sahipken kütlenin bu kuvveti etkilemediğini düşünüp kuvvet değişmediği için süreninde değişmeyeceğini savunarak C seçeneğini işaretlemiştir. Buradan öğrencilerin Newton Hareket Yasaları konusundaki eksikliklerinin bu konudaki soruların çözümünü olumsuz etkilediği ortaya çıkmaktadır.

4.2.4.2. Soru 3, Soru 4 ve Soru 5 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Bilgi: Eşit kütleli, $+q$ yüklü A ve B parçacıkları ile $-q$ yüklü C ve D parçacıkları yerçekiminin önemsiz ve elektrik alan çizgilerinin şekildedeki gibi olduğu bir bölgede aşağıdaki gibi yerleştirilmiştir. Parçacıklar arası elektriksel etkileşim önemsizdir. (3., 4. ve 5. soruları bu bilgilere göre yanıtlayınız.)



Soru 3, Soru4 ve Soru 5'e ait bilgi bölümü yukarıda verilmiştir. Soru 3 te öğrencilere düzgün elektrik alandaki parçacıklardan hangilerinin hareket edeceği, Soru 4 te parçacıkların hareket yönlerinin ne olacağı ve Soru 5 te de hareket süreçleri boyunca hızlarının nasıl değişeceği sorulmuş ve yanıtlarını yazılı olarak açıklamaları istenmiştir.

Öğrenci yanıtlarının kategoriler bazında ön ve son testlerdeki dağılımı Tablo 4.11 de verilmiştir.

Tablo 4.11

**Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 3 ve Soru 4 ye Soru 5 e Verdikleri
Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı**

Kategori	Soru 3				Soru 4				Soru 5			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	1	2	4	6	-	1	-	1	2	6	3	9
D-KD	2	8	9	5	4	8	15	12	1	-	-	-
D-B	2	1	1	4	1	4	1	3	2	1	2	3
D-Y	4	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	3
Y-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-KD	3	1	2	-	1	-	1	2	-	-	1	-
Y-B	-	-	1	-	-	-	3	1	3	3	4	2
Y-Y	1	-	2	6	1	-	-	1	1	-	7	3
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-KD	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-
B-B	7	9	1	-	9	8	-	-	10	11	-	1
B-Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.11 incelendiğinde öğrencilerin ön testlerde öğrencilerin büyük kısmının bu soruları boş bıraktığı görülmektedir. 3. soruya verdikleri yanıtlarda doğru kavramsal anlama sayısının her iki grupta da arttığını görüyoruz. 3. Soruda dikkat çeken bir nokta deney grubunda yanlış şıkkı işaretleyip yanlış açıklama yapan öğrenci sayısı son testte kontrol grubundan daha yüksektir. Son testte soru 4 te her iki gruptaki öğrencilerin çoğu kısmen anlama düzeyindedir. Soru 5 te öğrencilerin doğru anlama düzeylerinin yükseldiği görülmektedir. Bu artış deney grubunda kontrol grubuna göre oldukça yüksektir. Bunun yanı sıra soru 5 te son testte yanlış kavramsal anlama düzeyindeki kontrol grubu öğrencilerinin sayısı deney grubu öğrencilerinden fazladır. Soru 4 ün kavramsal çözümlemesi Tablo 4.12 de verilmiştir.

Tablo 4.12
EKT Soru 3 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Elektrik alandaki yüklü parçacıklara bir kuvvet etki eder. Bu kuvvetin etkisiyle parçacıkların tümü hareket eder.	K12 D9,D12	K7,K13,K16,K19 D1,D3,D7,D9,D13, D14
D-KD	D	Elektrik alanın yönü + dan – ye doğrudur. Elektrik alan çizgilerinin başlangıcına pozitif, sonuna negatif yükleri yerleştirme ve bu yüklerle elektriksel etkileşim sonucu hareketi açıklama.	K6 D1,D11	K4,K6,K9,K11,K14 K17 D16,D19
		Elektrik alan çizgileri semboliktir. Yüklerin elektrik alandaki yeri hareketlerini etkilemez.	K7 D8	K8
		Elektrik alandaki her parçacığa kuvvet etki eder (cisimlerin yüklü olmalarının etkisi ile ilgili bilgi verilmiyor)	D6,D7,D10,D14,D18	K3,K10 D10,D12,D15
D-B			K11 D13	K20 D2,D8,D11,D17
D-Y	D	Elektrik alan çizgileri cisimler üzerine kuvvet uygularlar.	K13	
		Bir akım söz konusudur. Akımın etkisiyle hareket eder	K3,K18	
		Yüklü parçacıklar elektrik alana ters hareket ederler.	K19	
Y-KD	B	Pozitif yükler hareket etmezler. Negatif yüklü parçacıklar elektrik alan çizgilerine zıt yönde hareket ederler.	K1,K2,K9 D16	K1,K2
Y-B	B			K12
Y-Y	B	Yalnızca negatif yükler hareketlidir.	K20	

Tablo 4.12 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
	C	Yalnızca elektrik alan çizgileri üzerinde olanlar parçacıklar hareket ederler.	K8	K15,K18 D4,D5,D6, D18,D20,D21
B-B			K4,K5,K10,K14,K15 K16,K17 D2,D3,D4, D5,D15,D17,D19,D20, D21	K5

Tablo 4.12 incelendiğinde araştırma sonunda öğrencilerin pek çoğunun elektrik alandaki yüklü bir parçacığa kuvvet etki edeceği anlamasına sahip oldukları görülmektedir. Kontrol grubundaki iki öğrencinin pozitif yükler hareket etmezler yalnızca negatif yükler şeklindeki bir anlama problemi yaşadıkları görülmüştür. Bu ifade atomun yapısındaki yükler için geçerli olabilecek bir ifadedir. Öğrencilerin bu şekildeki bir sabit fikri onların bu soruda hata yapmalarına neden olmuştur. Araştırma sonunda deney grubunda bu ifadeye rastlanmamıştır. Bununla birlikte araştırma sonunda hem deney hem de kontrol grubunda görülen bir yanlış aşağıdaki gibidir:

Yalnızca elektrik alan çizgileri üzerinde olan parçacıklar hareket ederler

Araştırma öncesinde bu yanlışla yalnızca bir kontrol grubu öğrencisinde rastlanmışken, araştırma sonunda iki kontrol, beş deney grubu öğrencisinde rastlanmıştır. Ayrıca kontrol grubundaki iki öğrencinin elektrik alan kavramı ile elektrik akımı kavramını karıştırdıkları bu nedenle soruya ait doğru kavramsal anlamayı oluturamadıkları görülmüştür. Bu öğrencilerden birinin uygulama sonunda kavramsal anlaması kısmen doğru anlama düzeyindeyken diğer öğrencinin yukarıda açıklanan yanlışla sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol grubundaki bir öğrencinin araştırma öncesi aşağıdaki gibi bir yanlışla sahip olduğu görülmüştür.

Elektrik alan çizgileri cisimler üzerine kuvvet uygular ve cisimleri hareket ettirir.

Öğrencilerin 4. Soruya verdikleri yanıtlardaki kavramsal anlama düzeylerini gösteren bulgular tablo 4.13 te sunulmuştur.

Tablo 4.13
EKT Soru 4 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	A	Elektrik alandaki pozitif yüklü parçacıklara alan yönünde, negatif yüklü parçacıklara alana zıt yönde kuvvet etki eder. Cisimler kendilerine etki eden bu kuvvet yönünde hareket ederler.	D10	D16
D-KD	A	Pozitif yükler elektrik alan yönünde, negatif yükler elektrik alana zıt yönde hareket ederler.	K1,K11,K12, D6,D8,D9,D11 D13,D16	K1,K4,K7,K8,K10 K13,K16,K17,K18 K19,K20 D3,D5,D11,D12,D19
		Elektrik alanın yönü + dan – ye doğrudur. Elektrik alan çizgilerinin başlangıcına pozitif, sonuna negatif yükleri yerleştirme ve bu yüklerle elektriksel etkileşim sonucu hareketi yönünü açıklama.	K6 D1,D5	K3,K6,K9,K11 D1,D7,D8,D9,D14 D17,D18,D20
D-B	A		K19,D12 D14, D15,D18	K14 D2,D12
D-Y	A	Akım + dan – ye doğrudur. Pozitif yükler akım yönünde negatif yükler zıt yönde hareket ederler.	K3	
Y-KD	B	Pozitif yükler hareket etmez, negatif yükler elektrik alana zıt yönde hareket ederler.	K2	K2
	C	Elektrik alan çizgileri üzerinde olmayan parçacıklar hareket etmez, çizgi üzerindeki pozitif parçacıklar alan yönünde negatif parçacıklar alana zıt yönde hareket ederler.		D4,D21

Tablo 4.13 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-B	B			K12,
	C			K5,K15
	D			D13
Y-Y	D	Elektrik alan içerisindeki tüm parçacıklara elektrik alan yönünde kuvvet etki eder.		D10
	E	Elektrik alanın yönü elektronların hareket yönüdür. Bu nedenle pozitif yükler elektrik alana zıt, negatif yükler elektrik alan yönünde hareket ederler.	K7	
B-KD	C	Elektrik alan çizgileri üzerinde olmayan parçacıklar hareket etmez, çizgi üzerindeki pozitif parçacıklar alan yönünde negatif parçacıklar alana zıt yönde hareket ederler.	K8,K9,K14	D6
B-B			K4,K5,K10,K13,K15 K16,K17,K18,K20 D2,D3,D4,D11,D17 D19,D20,D21	

Tablo 13 deki veriler incelendiğinde araştırma öncesi çok sayıda öğrencinin bu soruya yanıt veremediği görülmüştür. Araştırma sonunda ise soruyu yanıtlamayan öğrenci olmamakla birlikte açıklama yapamayan öğrenciler olduğu görülmektedir. Öğrenciler elektrik alandaki cismin hareket yönünü açıklarken genellikle elektrik alan ve kuvvet kavramını kullanmak yerine elektrik alan çizgilerinin yönüne bakarak yön belirlemek eğilimindedir. Araştırma sonunda kontrol grubundaki bir öğrencinin pozitif yüklerin hareket etmeyeceği düşüncesini devam ettirdiği görülmektedir. Bu tip bir yanıtı deney grubunda rastlanmamıştır.

EKT 5. Sorusunun nitel çözümlemesi sonucu ulaşılan bulgular Tablo 4.14 te verilmiştir.

Tablo 4.14
EKT Soru 5 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Üzerlerine net elektriksel kuvvet etki eden cisimler hızlanan hareket yaparlar.	K3,K7 D5,D9,D10,D12,D14 D18	K7,K13,K16 D1,D7,D9,D10,D14 D15,D16,D17,D18
D-KD	D		K1	
D-B	D		K18, K19 D7	K4, K19 D2,D3,D12
D-Y	D	Elektrik alanın yönü + dan – ye doğrudur. Elektrik alan çizgilerinin başlangıcına pozitif, sonuna negatif yükleri yerleştirme hareket ettikçe bu yüklere yaklaşılabacağından hızlanılacağı düşüncesi		K6,K8,K9 D19,D20,D21
		Yükler birbirlerini çekerek hızlanırlar.	K11	
Y-KD	A	Elektrik alan cisimlere kuvvet etki ettirir cisimler hızlanır, pozitif yükler hareket etmezler.		K15
Y-B	B		K14	K3,K5,K10, D4, D13
	C		K2, K20	K2
Y-Y	B	Elektrik alan/Kuvvet sabit hızlı hareket yaparlar.	K12,K13 D1,D6,D8	K11,K12,K14, K17,K18,K20 D5,D6,D8
		Akım sabittir, parçacıklar sabit hızla hareket eder.	K3	
	C	Pozitif yükler hareket etmezler.		K1
B-B			K4,K5,K6,K8,K9 K10,K13,K15,K16, K17, D2,D3,D4,D11,D13, D15,D16,D17,D19,D 20,D21	D11

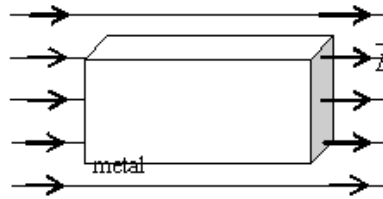
Bu soruda elektrik alanının yönünü + dan – ye doğru düşünerek alan çizgilerinin başına pozitif yükleri sonuna – yükleri yerleştiren öğrencilerin elektrik alandaki bir cisme bu yükler tarafından kuvvet uygulanacağı ve yüklere olan uzaklığa bağlı olarak düzgün elektrik alandaki bir yüke farklı büyüklüklerde bir kuvvetin etki edebileceği gibi yanlış bir sonuç çıkardıkları görülmüştür. Ayrıca bu soruda rastlanan bir diğer kavram yanılgısı aşağıdaki gibidir.

Cisim üzerine etkiyen elektriksel kuvvet/elektrik alan sabit ise o halde cisim sabit hızla hareket eder.

Bu yanılgının öğrencilerin mekanik konularındaki eksik ya da hatalı anlamalarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

4.2.4.3. Soru 6, Soru 7 ve Soru 8 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Bilgi: Metal nötr bir blok elektrik alan çizgilerinin aşağıdaki gibi olduğu bölgeye yerleştirilmiştir. (6., 7. ve 8. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız.)



Yukarıda bilgi kısmı verilen sorulardan Soru 6’te metal bloğun içindeki elektrik alan, Soru 7’te aynı blok yalıtkan olsaydı içindeki elektrik alan ve Soru 8’de metal bloğun içine açılan bir oyuga yerleştirilen pozitif yükün hareketi konusundaki öğrenci anlamaları incelenmiştir. Aşağıda tablo 4.15’te öğrenci yanıtlarının kavramsal anlama kategorilerine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.15

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 6 ve Soru 7 ye Soru 8 e Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategori	Soru 5				Soru 6				Soru 7			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	-	-	1	7	-	-	1	1	-	-	1	6
D-KD	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
D-B	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
D-Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-KD	2	1	-	1	-	-	-	-	2	-	-	2
Y-B	-	6	4	3	1	4	2	2	-	6	4	3
Y-Y	6	5	14	8	10	7	14	16	7	5	14	8
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
B-KD	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
B-B	11	9	1	-	9	10	2	1	11	10	1	-
B-Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 14.15 incelendiğinde ön testlerde öğrencilerin çoğunun bu soruları boş bıraktıkları görülmektedir. Sorular hakkında açıklama yapan tüm öğrencilerin açıklamalarının ise yanlış olduğu görülmektedir. Buradan öğrencilerin araştırma öncesi elektrik alana koyulan iletken ve yalıtkan cisimlerin durumları ile ilgili ciddi problemlerinin olduğunu göstermektedir. Son testlere bakıldığında boş bırakan öğrenci sayısı oldukça azdır. Deney grubundaki öğrencilerin elektrik alandaki metallerin durumu ile ilgili kavramsal anlamalarındaki gelişimde kontrol grubu öğrencilerine göre büyük fark varken aynı şeyi yalıtkanların durumu ile ilgili olarak söylemek mümkün değildir.

Tablo 4.16
EKT Soru 6 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Bloğun içine giren ve çıkan elektrik alan çizgileri eşit olduğu için net elektrik alan sıfırdır.		K13 D5,D6,D12,D18, D20
		Cisim yüksüz olduğu için içerisinde elektrik alan oluşmaz.		D4
D-KD	D	Metal/iletken lerin içinde elektrik alan oluşmaz.		D16,D19
Y-KD	C	Metal bloğun içinde dış elektrik alanla zıt yönlü elektrik alan oluşur.	K11	D9
		Nötr blok elektrik alanın etkisiyle kutuplanır ve içinde dış elektrik alanla zıt yönlü iç elektrik alan oluşur. Cisim elektrik alanın tümünü kaplamadığı için iç elektrik alanı dıştakinden daha küçüktür.	K9	D8
	A	Metallerin içinde dış elektrik alanla eşit büyüklükte zıt yönlü iç elektrik alan oluşur.	D5	
Y-B	A		D8,D13,D16,D21	K10,K14,K20 D1,D2
	B		D18	K1, D10
	C		D20	
Y-Y	B	Elektrik alan cismin içinden geçen elektik alan çizgisiyle orantılıdır, çizgilerin tümü geçmediği için iç elektrik alan daha küçüktür.	D6	
		Metaller elektrik alanın bir kısmını iletirler/soğururlar/geçirirler.	K2,K12 D10	K2,K11,K12
		İletkenin içinde elektrik akısı oluşur.		D17
	A	Metaller elektriği iletirler bu nedenle dış elektrik alanla aynı iç elektrik alan oluşur.	K18	D15,D16

Tablo 4.16 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-Y	A	Metal iletken olduğundan aynı elektrik alan oluşur / Metaller elektrik alanı iletirler/geçirirler/soğururlar	K4 K3,K6	K3,K7,K4,K5,K8, K9,K15,K16,K18, K19 D7,D11,D13
		Bloğa giren ve çıkan çizgi sayısı eşit olduğu için dış elektrik alanla aynı yönlü iç elektrik alan oluşur		D3,D21
		Metal nötr olduğu için elektrik alandan etkilenmez/aynı dış elektrik alan oluşur.	K17 D1,D4	
		Elektrik alan + dan – ye dir. Metal iletken olduğundan içindeki yükler elektrik alanla aynı doğrultuda toplanır ve aynı elektrik alanı içerde oluştururlar.		K5
	C	Metal iletken olduğundan dış elektrik alandan küçük iç elektrik alan oluşur.	D9	
B-B			K1,K5,K7,K8,K10, K13,K14,K15,K16, K19,K20 D2,D3,D7,D11,D12, D14,D15,D17,D19	K17

Tablo 4.16 daki veriler incelendiğinde Araştırma sonrasında deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarındaki artış kontrol grubuna göre daha fazladır.. Öğrencilerde görülen en önemli anlama zorluğu elektrik alan ile elektrik akımı kavramının doğru ayrıştırılamamasıdır. Öğrencilerin bu nedenle aşağıdaki gibi kavram yanlışları vardır:

İletken cisimler elektrik alanını iletirler.

İletken cisimler elektrik alanı soğururlar.

İletken cisimler elektrik alan çizgilerini içlerinden geçirirler.

Yukarıdaki yanlışlara sahip öğrenciler deney öncesinde kontrol grubunda 5 deney grubunda 1 kişiye kadar araştırma sonrasında kontrol grubunda 13, deney grubunda 5 olacak şekilde artış göstermiştir.

Tablo 4.17

EKT Soru 7 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	C	Yalıtkanın içindeki yükler kutuplanarak içerisinde dış elektrik alandan küçük zıt yönlü iç elektrik alan oluştururlar.		K5 D5
D-B	C			K14, D12
Y-B	A			D2
	B		K9 D1, D8,D13	K16
	D		D18	K20 D1
Y-Y	B	Bloğun içindeki bölge dışındakinden küçük olduğundan iç elektrik alan daha küçüktür.		D4,D6
		Yalıtkan olduğundan elektrik alan oluşmaz.	K3 D3	K12
	A	Yalıtkanlar dış elektrik alanla aynı iç elektrik alan oluştururlar.		K1,K2 D16,D20
	C	Yalıtkan olduğundan zıt yönlü iç elektrik alan oluşturur.		D9
	D	Yalıtkanlar elektrik alanı geçirmezler/iletmezler/soğurmazlar	K12,K17	
		Yalıtkanlar elektriği iletmez bu nedenle içlerinde elektrik alan oluşmaz.	K10 D5,D6,D10,D21	K3,K9,K10,K11 D14
		Cisim yalıtkan olduğundan içinde elektrik alan oluşmaz.	K4,K6,K7,K8,K11 D9,D20	K4,K5,K7,K8,K15, K18,K19 D3,D8,D10,D11, D13,D15,D17,D18, D19,D21

Tablo 4.17 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-Y	D	Yalıtkan cisimler elektrik alandan etkilenmezler.	K13	
B-B			K1,K2,K5,K14,K15, K16,K18,K19,K20 D2,D4,D7,D11,D12, D14,D15,D16,D17, D19	K13,K17 D7

Tablo 4.17 incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerinin yalıtkanların elektrik alandaki durumları ile ilgili olarak araştırma öncesinde ve sonrasında ciddi sıkıntılara sahip olduğu görülmektedir. Soru 6 daki gibi iletkenler elektriği iletir düşüncesi ve elektrik alanı ile elektrik akımı kavramını doğru olarak ayırtıramama öğrencilerde aşağıdaki gibi yanılgılara yol açmıştır:

Yalıtkan cisimler elektrik alanı iletmezler.

Yalıtkan cisimler elektrik alanını soğurmazlar.

Yalıtkan cisimler elektrik alan çizgilerini içlerinden geçirmezler.

Öğrencilerin iletken ve yalıtkanların elektrik alandaki durumları hakkındaki anlamaları deney grubunda iletken cisimler için artış gösterirken yalıtkanlar için oluşan artışın çok daha az olduğu görülmektedir. Uygulanan her iki yöntemde öğrencilerde elektrik akımı ve elektrik alanı kavramları arasındaki farkın oluşturulmasında etkili olamamıştır.

Tablo 4.18**EKT Soru 8 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları**

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Metal blok içindeki net elektrik alan sıfırdır. Cisme kuvvet etki etmeyeceğinden hareket etmez.	D5	K13 D5,D6,D14,D20
D-Y	D	Pozitif yükler hareket etmez.		K1,K2

Tablo 4.18 Devamı

Y-KD	A	İçerde oluşan elektrik alanının etkisiyle hızlanan hareket yapar.	D10	K7,K8,K19 D3,D7,D10,D11
	C	Bloğun içinde oluşan zıt yönlü iç elektrik alanının etkisiyle cisim dış elektrik alana zıt yönlü hızlanan hareket yapar.	K9,K11 D9	
Y-B	A		D13	K9,K16 D1,D12,D13,D15
	C		D20	K12, D21
Y-Y	A	Dış elektrik alanının etkisiyle hızlanan hareket yapar.	K10 D6	K4,K15,K18 D9,D16,D17,D19
		Dış elektrik alan ve iç elektrik alan aynı yönlü olduğundan hızlanan hareket yapar.	D21	
		İç elektrik alan dış elektrik alandan daha küçük olduğu için oyuk içindeki yük dışarıya yaklaştıkça hızlanır.	K12 D18	
		Bloğun içinde yükler kutuplanır. + yüklü cisim – yüklerce çekilir ve hareketi boyunca kuvvet artacağından hızlanır.		K6
	B	Cisme etkiyen kuvvet sabit hız hız sabittir.	K2	D8
		Metal bloğun içindeki yük dış elektrik alan yüzünden sabit hızlı hareket eder.	K4 D1,D16	K3,K11 D4
		Dış elektrik alan ve iç elektrik alan aynı yönlü olduğundan sabit hızlı hareket yapar.		K20
	C	Metal bloğun içinde dış elektrik alanla aynı yönlü iç elektrik alan oluşur cisim iç elektrik alanla zıt yönlü hareket yapar.		K14
Y-B	B		K3	

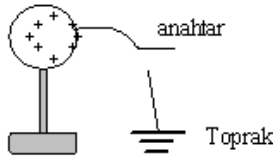
Tablo 4.18 Devamı

B-B			K1,K5,K6,K7,K8, K13,K14,K15,K16, K17,K18,K19,K20 D2,D4,D7,D8,D11, D12,D14,D15,D17, D19	K5,K10,K17 D2,D18
-----	--	--	--	-----------------------------

Tablo 4.18 incelendiğinde metal blok içinde net elektrik alan sıfır olduğu için cisme etkiyen bir kuvvet olmayacağını bu yüzden cismin hareket etmeyeceği şeklindeki doğru kavramsal anlama sayısı deney grubu öğrencilerinde daha fazladır. Bununla birlikte kalan öğrencilerin çoğunun bu durumda cismin dış elektrik alan sayesinde hareket edeceğini düşündüğü görülmüştür.

4.2.4.4. Soru 9, Soru 10 ve Soru 11in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Bilgi: Yalıtkan bir ayak üzerinde duran pozitif yüklü metal küre, üzerindeki anahtarın açık olduğu iletken bir telle toprağa bağlanmıştır. (9, 10. ve 11. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız)



Yukarıda bilgi kısmı verilen sorularda öğrencilerin topraklanma olayı ile ilgili kavramsal anlamaları ölçülmüştür. Soru 9 da pozitif yüklü bir kürenin, Soru 10 da ise negatif yüklü bir kürenin topraklanması durumunda ne olacağı, Soru 11 de ise pozitif yüklü kürenin pozitif yüklü bir çubuk ile etki ile elektrikleşmesi durumunda topraklanırsa son yükünün ne olacağı sorulmuştur. Aşağıda bu sorulara ait nitel çözümleme sunulmaktadır.

Tablo 4.19
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 9 ve Soru 10 ye Soru 11 e
Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategori	Soru 9				Soru 10				Soru 11			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	19	18	20	21	18	20	19	21	11	10	13	16
D-KD	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1
D-B	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
D-Y	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-
Y-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-KD	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	3	3
Y-B	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-
Y-Y	-	1	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-KD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-B	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	1	1
B-Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.19 incelendiğinde öğrencilerin etki ile elektriklenme ve topraklanma konusundaki kavramsal anlamalarının uygulama öncesinde oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında öğrencilerin tümü negatif yüklü cisimlerin topraklanması olayını doğru olarak açıklayabilmektedir. Pozitif yüklerin topraklanma olayı deney grubu öğrencilerinin tümüne doğru olarak açıklanırken kontrol grubundaki 1 öğrenci bu soruda yanlış seçenek işaretlemiş ve açıklama yapamamıştır. Öğrencilerin etki ile elektriklenmiş bir cismin topraklanması olayını açıkladıkları 11.soruda araştırma sonrasında doğru açıklama yapan öğrencilerin sayısı deney grubunda 3 kişi artarken kontrol grubunda 6 kişi artmıştır. Ayrıca deney grubunda başlangıçta doğru kavramsal anlamaya sahip olmayan 2 öğrenci varken, araştırma sonunda doğru kavramsal anlamaya sahip olmayan öğrenci kalmamıştır. Aşağıda bu soruların nitel çözümlemesi sonucu ulaşılan bulgular verilmektedir.

Tablo 4.20
EKT Soru 9 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	B	Pozitif yüklü küre topraklandığında pozitif yükler hareket etmeyeceğinden topraktan küreye negatif yükler geçer ve küre nötrlenir.	K1,K2,K3,K4,K5,K6, K7,K8,K9,K10,K11, K12,K13,K14,K15, K16,K17,K19,K20 D1,D2,D4,D5,D6,D8, D9,D10,D11,D12, D13,D14,D16,D17, D18, D19,D20,D21	K1,K2,K3,K4,K5, K6,K7,K8,K9,K10, K11,K12,K13,K14, K15,K16,K17,K18, K19,K20 D1,D2,D3,D4,D5, D6,D7,D8,D9,D10, D11,D12,D13,D14, D15,D16,D17,D18, D19,D20,D21
D-KD	B	Topraklama gerçekleşir küre nötr olur.	D3	
D-B	B		D7	
D-Y	B	Toprak negatif yüklüdür. Topraktan küreye negatif yük geçer küre nötrlenir.	K18	
Y-Y	A	Topraklandığında küredeki pozitif yükler toprağa geçer ve küre nötr olur.	D15	

Tablo 4.20 incelendiğinde araştırma öncesinde deney grubu öğrencilerinden birinin topraklanma olayında:

Topraklanma olayında bir cismin sahip olduğu yük fazlalığı (negatif ya da pozitif) toprağa geçer ve cisim nötrlenir

şeklinde bir yanılgısı vardır. Bu yanılgı araştırma sonunda yerini doğru kavramsal anlamaya bırakmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinden biri araştırma öncesinde ise toprağın negatif yüklü olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce de araştırma sonrasında yerini doğru kavramsal anlamaya bırakmıştır.

Tablo 4.21
EKT Soru 10 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	A	Negatif yüklü küre topraklandığında negatif yükler toprağa geçer ve küre nötrlenir. Pozitif yükler hareketsizdir.	K1,K3,K4,K5,K6,K7, K8,K9,K10,K11,K12 ,K13,K14,K15,K16, K17,K18,K19,K20 D1,D2,D4,D5,D6,D7, D8,D9,D10,D11,D12 ,D13,D14,D16,D17, D18,D19,D20,D21	K1,K2,K3,K4,K5, K6,K7,K8,K9,K10, K11,K12,K13,K14, K15,K16,K17,K18, K19 D1,D2,D3,D4,D5, D6,D7,D8,D9,D10, D11,D12,D13,D14, D15,D16,D17,D18, D19,D20,D21
D-KD	A	Topraklama gerçekleşir küre nötr olur.	D3	
Y-B	B		D15	
Y-B	D			K20
Y-Y	A	Küreye topraktan negatif yük geçer küre negatif yüklü olur.	K2	

Tablo 4.21 incelendiğinde araştırma öncesinde doğru kavramsal anlamaya sahip kontrol grubu öğrencisinin araştırma sonunda yanlış kavramsal anlamaya sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin tümü doğru kavramsal anlamaya sahiptir.

Tablo 4.22 incelendiğinde uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin etki ile elektriklenmiş yüklü bir cismin topraklanması ile ilgili olarak yanlış kavramalarının olmadığı, yalnızca kontrol grubundan bir öğrencinin yanlış anlamaya sahip olduğu görülmüştür. Bu sorunun çözümünde deney ve kontrol gruplarından üçer öğrencinin cismin elektriklenmesini açıkladığı fakat kürenin topraklanması durumunda yine nötr olacağını düşündükleri görülmüştür.

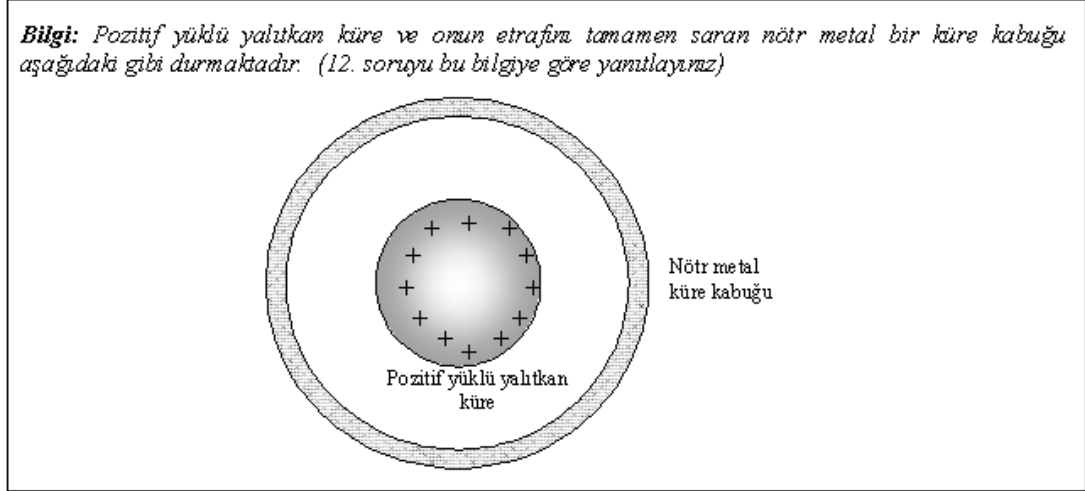
Tablo 4.22
EKT Soru 11 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Yüklü çubuğun etkisi ile küre etki ile elektriklenir. Toprağın bağlı olduğu tarafta pozitif yük fazlalığı olur topraktan gelen negatif yükler ile küre nötrlenir. Çubuğun etkisi ile bir miktar daha negatif yük çekilir.	K5,K6,K8,K9,K11, K12,K13,K15,K16, K17,K19, D1,D2,D6,D9,D10, D12,D14,D16,D18, D21	K2,K3,K5,K6,K7, K8,K9,K11,K12, K15,K16,K17,K18 D2,D4,D5,D6,D7, D9,D10,D11,D14, D15,D16,D17,D18, D19,D20,D21
D-KD	D	Hem küredeki hem de çubuktaki pozitif yüklerin negatif yükleri çekmesinden dolayı küre negatif yüklerle yüklenir.	K20 D8, D17	K19 D1
D-B	D		K7	
D-Y	D	Negatif yükler toprağa geçer ve küre nötr olur.	D7	
		Etki altında olan pozitif yükler topraklanamaz ve küre pozitif yüklü olarak kalır.		K13
Y-KD	C	Yüklü çubuğun etkisi ile küre etki ile elektriklenir. Toprağın bağlı olduğu tarafta pozitif yük fazlalığı olur topraktan gelen negatif yükler ile küre nötrlenir.	K1,K4,K10 D5,D20	K1,K4,K10 D8,D11,D13
		Negatif yükler küreye geçer ve küre nötr olur.	K2 D13	
Y-B	C			K20
Y-Y	A	Küredeki yükler etki ile sol tarafta toplanır, küre topraklandığında pozitif yükler toprağa geçer küre nötr olur.	D11,D15	
B-B			K3,K14,K18 D3,D4,D19	K14 D3

Ayrıca deney grubunda araştırma öncesinde yanlış kavramsal anlamaya sahip 2 öğrencinin anlama düzeylerinin araştırma sonrasında kısmen doğru ve tam

doğru kavramsal anlama düzeyine geldiği görülmektedir. Modelleme yoluyla öğretim bu öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini artırmada etkili olmuştur.

4.2.4.5. Soru 12 nin Nitel Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular



Soru 12 EKT'nin çizim kullanılarak öğrenci anlamalarının ölçüldüğü bir sorusudur. Bu soruda öğrencilerden küre ile kabuk arasındaki I nolu bölgede ve kabuğun dışındaki II nolu bölgedeki elektrik alan çizgilerini çizmeleri istenmiştir. Soru seçenek içermediği için çözümlenmesinde küre kabuğunun etki ile elektriklenmesi, I nolu bölgedeki elektrik alan çizgileri ve II nolu bölgedeki elektrik alan çizgilerinin doğru çizilmesi şeklinde soru analiz edilmiştir.

Tablo 4.23

EKT Soru 12 İçin Öğrenci Çizimlerinin Grupları

Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş/gösterilmemiş. I ve II nolu bölgede elektrik alan çizgileri doğru çizilmiş.	K3 D9,D10,D21	K1K3,K6,K8,K9,K15,K16,K17,K18,K19,K20 D1,D4,D5,D6,D7,D8,D12,D18
Kürenin etki ile elektriklenmesi doğru gösterilmiş, alan çizgileri çizilmemiş.	K1,K2,K15,K17 D11	K7,K12
Kürenin etki ile elektriklenmesi doğru gösterilmiş. Alan çizgileri I nolu bölgede doğru çizilmiş II nolu bölgede çizilmemiş.	K4	K4,K13 D11,D14,D15,D20,D21

Tablo 4.23 Devamı

Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş/gösterilmemiş. Alan çizgileri I nolu bölgede doğru çizilmiş II nolu bölgede yönleri ters çizilmiş.	K11 D6,D7,D16,D18	K5,K9,K10,K14 D3,D9,D16,D19
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş. Alan çizgileri I nolu bölgede yönleri ters çizilmiş II nolu bölgede çizilmemiş.	K7,K8,	
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş. Alan çizgileri I nolu bölgede yönleri ters çizilmiş II nolu bölgede doğru çizilmiş.		D13
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş. Alan çizgileri merkezci çizilmemiş.	K6,K9,K10,K12 D5	K2
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmiş. Alan çizgileri I ve II nolu bölgelerde yönleri ters çizilmiş.	D20	
Kürenin etki ile elektriklenmesi gösterilmemiş, I veII nolu bölgelerde elektrik alan doğru çizilmiş.		
Kürenin etki ile elektriklenmesi doğru gösterilmemiş. Alan çizgileri I nolu bölgede doğru çizilmiş II nolu bölgede yönleri ters çizilmiş.	K5, K11,K14	
Kürenin etki ile elektriklenmesi doğru gösterilmemiş. Alan çizgileri I nolu bölgede yönleri ters II nolu bölgede doğru çizilmiş.		D17
Kürenin etki ile elektriklenmesi doğru gösterilmemiş. Alan çizgileri I nolu bölgede çizilmemiş II nolu bölgede doğru çizilmiş.		D10
Küre yalıtkan olduğundan elektrik alan oluşmaz düşüncesiyle elektrik alan çizgileri çizilmemiş.	K13	
Boş	K18,K19,K20 D1,D2,D3,D4, D8,D12,D13, D14,D17,D19	D2

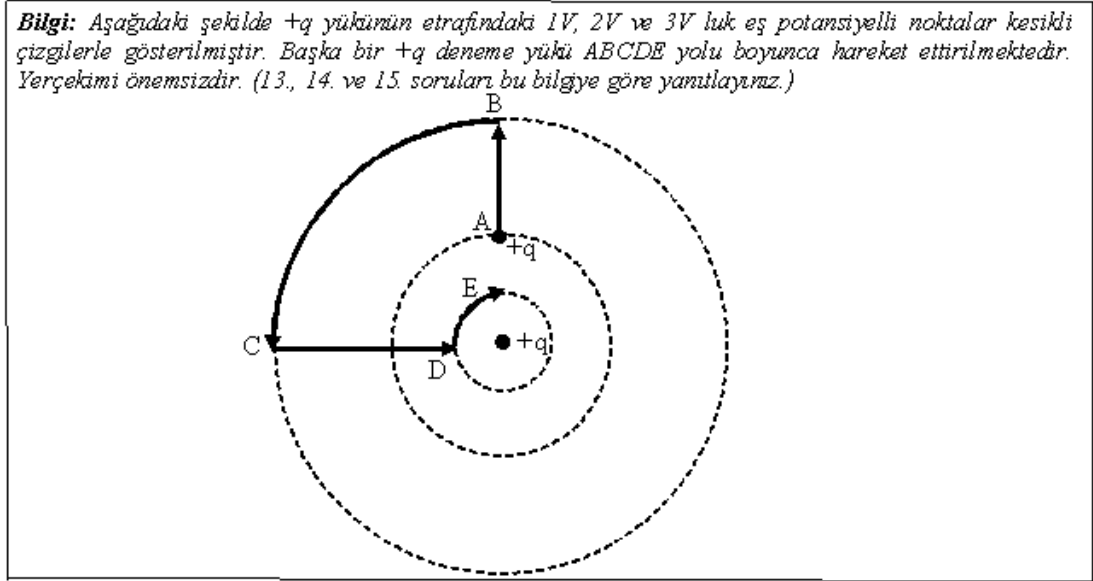
Tablo 4.23 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin büyük kısmının uygulama öncesinde bu soruyu boş bıraktıkları görülmektedir. Araştırma sonunda her iki grupta da doğru çizim sayısı artmıştır. Küre kabuğunun etki ile elektriklenmesini doğru gösteren öğrenci sayısı araştırma sonunda her iki grupta

artmıştır. Bununla birlikte etki ile elektriklenmeyi gösteren öğrencilerin II bölgede elektrik alan çizgilerini hiç çizmedikleri ya da yönlerini ters çizdikleri görülmüştür. Öğrencilerin bu durumu açıklayan mantıksal açıklamaları bulunmamaktadır. Kontrol grubundaki bir öğrencinin uygulama öncesi:

Yalıtkanlar elektrik alan oluşturmazlar bu nedenle etraflarında elektrik alan çizgileri çizilemez

Şeklinde bir yanılgıya sahip olduğu görülmüştür. Bu öğrenci uygulama sonrasında etki ile elektriklenmeyi gösterip I nolu bölgedeki elektrik alanı çizmiş II nolu bölgede elektrik alan olmayacağını düşünmüştür.

4.2.4.6. Soru 13, Soru 14 ve Soru 15 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular



Yukarıda bilgi kısmı verilen Soru 13, Soru14 ve Soru15 de öğrencilerin elektriksel potansiyel ve iş konusundaki kavramsal anlamaları ölçülmüştür. Soru 13'te hangi yollar boyunca *harekette* cismin potansiyel enerjisinde artış olacağı, Soru 14 te hangi yollar boyunca iş yapıldığı ve Soru 15 te hangi yolda yapılan işin en fazla olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtların nitel analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.24
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 13 ve Soru 14 ve Soru 15 e
Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategori	Soru 13				Soru 14				Soru 15			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	1	1	1	4	2	6	5	12	1	1	4	5
D-KD	3	3	4	2	3	2	4	3	2	6	2	12
D-B	1	-	-	1	-	-	3	1	-	1	2	-
D-Y	-	1	1	2	-	-	-	1	3	5	5	2
Y-D	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Y-KD	3	6	5	11	-	-	-	1	-	-	-	-
Y-B	1	1	2	1	1	1	1	-	1	-	2	1
Y-Y	1	2	3	-	2	2	6	2	1	3	3	-
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-KD	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-B	8	7	3	-	12	10	1	-	12	6	2	1
B-Y	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.24 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin yarıdan fazlasının bir yükün eşpotansiyel çizgileri üzerinde hareket ettirilmesi durumunda iş yapılmayacağı, fiziksel olarak iş yapılması için yükün potansiyelleri farklı noktalar arasında hareket ettirilmesi gerektiği şeklindeki doğru kavramsal anlamaya eriştiği görülmektedir (Soru 14). Doğru kavramsal anlamaya sahip kontrol grubu öğrencilerinin sayısı araştırma sonunda sadece 5 tir. Bununla birlikte Soru 13 te deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama araştırma öncesinde ve sonrasında düzeyleri oldukça düşüktür. Soru 15 te uygulama sonrası deney grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğunun kısmi doğru kavramsal anlamaya sahip olduğu görülmektedir. Bu soruda dikkat çekici bir nokta yanlış kavramsal anlamaya sahip 5 kontrol grubu öğrencisinin bu bilgilerini kullanarak doğru seçeneği işaretlemesidir. Bu bakımdan bakıldığında iki aşamalı testlerin kavramsal anlamayı çoktan seçmeli testlere göre daha iyi açıklayabildiği söylenebilir.

Tablo 4.25
EKT Soru 13 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	C	Potansiyeli yüksek olan bir noktadan potansiyeli düşük olan bir noktaya doğru hareket edildiğinde parçacığın el. potansiyel enerjisi artar.	D12	K15 D1,D5,D9,D11
		Elektrik alana karşı iş yapıldığında parçacığın el.potansiyel enerjisi artar.	K12	
D-KD	C	Yükler arası uzaklık azaldığında parçacığın el.potansiyel enerjisi artar.	K13,K15,K20 D1,D16,D18	K7,K12,K13,K18, K19
		Potansiyel enerjideki değişim hareket edilen noktalar arasındaki potansiyel farka bağlıdır. En büyük değişim C-D arasındadır.		D14,D15
D-B	C		K2	D17
D-Y	C	Parçacığın hareketi boyunca elektrik alan azalır, enerjisi artar.	D3	
		En dıştaki halka en yüksek potansiyeldedir. Parçacığın hareketi boyunca potansiyel azaldığından potansiyel enerji artar.		K9
		Parçacık yüke yaklaşırken hızı azalır, potansiyel enerjisi artar.		D3
		Parçacığın hareketi boyunca etkiyen elektriksel kuvvet artar, potansiyel enerjisi artar.		D12
Y-KD	A	Potansiyeli farklı noktalar arasında hareket edildiğinde iş yapılır. A-B yolu boyunca yüke etkiyen kuvvet azalacağından pot. enerjisi artar.		D7
		En dıştaki halka en yüksek potansiyeldedir. Dıştan içe hareket edildiğinde el. potansiyel enerji artar.	K9,K10,K11 D2,D5,D9,D10,D20, D21	K1,K4,K5,K10,K11 D2,D4,D6,D8,D10, D13,D16,D18,D20, D21

Tablo 4.25 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-B	A		K17,D8	K14
	B			D13
Y-Y	A	Cisimler arasındaki uzaklık arttığından cismin el.potansiyel enerjisi artar.	D6, D13	K20
		Elektrik alan doğrultusunda hareket yapıldığı için cismin potansiyel enerjisi artar.		K16
		Yerçekiminden dolayı potansiyel enerjisinde bir artış olmuştur.		K2
	B	Eşpotansiyel çizgileri üzerinde hareket edildiğinde el.potansiyel enerji artar. BC nin potansiyeli en fazla.	K18	
B-KD		B-C ve D-E yollarında el.potansiyel enerjisi değişmez çünkü merkezdeki yüke uzaklığı değişmiyor.	K8	K8
B-Y		Bir maddenin yüksekliği artmadan potansiyel enerjisi artmaz.	K19	
B-B			K1,K3,K4,K5,K6,K7, K14,K16, D4,D7,D11,D14,D15 D17,D19	K3,K6,K17

Tablo 4.25 incelendiğinde ön testlerde öğrencilerin Soru 13'ü çoğunlukla boş bıraktıkları görülmektedir. Soruya yanıt veren öğrenciler içinden her iki grupta yalnızca 1 öğrencinin doğru kavramsal anlamaya sahip olduğu bulunmuştur. Yanlış yanıt veren öğrencilerin sıklıkla yaptıkları bir hata yüke en uzak eşpotansiyel eğrisi üzerindeki noktaları en yüksek potansiyelli noktalar olarak seçmeleridir. Araştırma sonunda bu yanlış anlamının devam ettiği görülmektedir.

Tablo 4.26
EKT Soru 14 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	A	Yalnızca A-B ve C-D noktaları arasında potansiyel değişmektedir.	K11 D1,D5,D8,D10, D20	K11,K17 D1,D4,D5,D8,D9, D10,D16,D18,D20
		Yalnızca A-B ve C-D yollarında elektrik alan çizgileriyle aynı doğrultuda hareket yapılmıştır.	K13	K16
		Hareket ve cisme etkiyen kuvvet aynı doğrultuda olduğundan iş yapılır.	D9	K1,K13, D3,D11,D21
D-KD	A	Yarıçap doğrultusunda hareket edildiği için iş yapılmıştır.	K15	K3,K7,K15
		Yalnızca A-B ve C-D yolları boyunca enerji değişimi vardır.	K10 D6,D18	K2 D2,D7,D19
		Yalnızca elektrik alana karşı yapılan işlerde iş yapılır.	K12	
D-B	A			K5,K14,K19, D17
D-Y	A	Elektriksel kuvvetin değiştiği yollarda iş yapılır.		D12
Y-KD	B	Yapılan iş cismin enerjisindeki değişim ile orantılıdır.		D13
Y-B	C		K9	K20
	D		D13	
Y-D	A	Potansiyel değişiminin olduğu noktalar arasında iş yapılır.		D6
	B	Parçacığın cisme olan uzaklığı değişmediği zaman iş yapılmaz.		K4
Y-Y	A	A-B ve C-D yollarında elektriksel kuvvet değişiyor.	K4	
	B	Elektriksel olarak iş yapılabilmesi için alınan yol boyunca potansiyelin sabit olması gerekir.		K9,K10
	C	Yerdeğiştirmenin olduğu her yolda iş yapılır.	D2	K12
		$W=F \cdot x$ tir. Tüm yollar boyunca cisme kuvvet etki ettiğinden iş yapılır.	K19 D21	K6,K8,K18 D13,D14

Tablo 4.26 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
B-B			K1,K2,K3,K5,K6, K7,K8,K14,K16, K17,K18,K20 D3,D4,D7,D11, D12,D14,D15,D16 D17,D19	K3

Tablo 4.26 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin yarıdan fazlasının (12 kişi) elektriksel iş ve potansiyel kavramları arasındaki doğru ilişkiyi kurabildikleri görülmektedir. Kontrol grubunda bu sayı 5 te kalmıştır. Bununla birlikte araştırma başlangıcında bir deney grubu öğrencisinin, araştırma sonunda ise bir kontrol grubu öğrencisinin aşağıdaki gibi bir kavram yanılgısına sahip olduğu görülmektedir.

Yer değiştirme yapılan her harekette iş yapılır.

Ayrıca bazı öğrenciler mekanik dersinde öğrendikleri $W=F.x$ bağıntısını kullanarak tüm yollar boyunca cisim üzerine yüklü diğer cisim tarafından bir kuvvet etki ettiğini düşünüş ve tüm yollar boyunca iş yapılır şeklinde bir çıkarıma gitmişlerdir. Bu öğrencilerin cisim üzerine etki eden kuvvetin yalnızca yola paralel bileşeninin iş yapacağı ön bilgisine sahip olmadığı ortaya çıkmaktadır. Araştırma sonunda bu tarz düşünceye sahip olan kontrol grubu öğrenci sayısı 3, deney grubu öğrenci sayısı 2 dir. Öğrencileri eksik/hatalı ön bilgileri doğru kavramsal anlamaya erişmelerini engellemiş olabilir.

Tablo 4.27
EKT Soru 15 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	C	C-D yolu boyunca enerji değişimi en fazladır bu nedenle yapılan iş en büyüktür.	K10 D6	
		Yapılan iş potansiyel enerjideki değişime eşittir. Potansiyel değişiminin en büyük olduğu yolda en fazla iş yapılır.		K10, K16,K17 D1,D9,D11,D14, D18
		Cisme etkiyen kuvvet doğrultusunda alınan en uzun yol olduğu için en fazla iş yapılmıştır.		K13
D-KD	C	Yarıçap doğrultusunda alınan en uzun yol C-D arasında olduğu için yapılan iş en fazladır.	K15 D1	K15 D12,
		C-D yolu boyunca potansiyel değişimi en fazla olduğu için yapılan iş en fazladır.	K11, D2, D8,D9,D12	K11 D2,D4,D5,D6,D8, D10,D11,D15,D16, D17,,D19,D20
		C-D yolu boyunca elektrik alan arttığı için yapılan iş en fazladır.	D16	
D-Y	C	C-D yolu boyunca yapılan iş elektrik potansiyele karşı yapılmış olduğundan	K13	
		C-D yolu boyunca yükler birbirini harekete zıt yönde iteceğinden bu yolda yapılan iş en fazladır	K19 D3,D4,D19,D20	K5,K6,K7,K8,K12 D3,D21
		Potansiyeli daha büyük noktaya geçilmektedir. Yüksek potansiyel cisme daha fazla direnç gösterir bu nedenle yapılan iş en fazladır.	D18	
D-Y	C	Yalnızca C-D yolu boyunca elektrik alana dik bir kuvvetle iş yapılmıştır.	K12	
D-B			D21	K14,K18,
Y-B	A			K2,K20

Tablo 4.27 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-B	B			D13
	C		K9	
Y-Y	A	Hem elektriksel kuvvetlere hem de yerçekimine karşı iş yapıldığı için yapılan iş en fazladır.	D5	
		A-B yolu boyunca yüksek potansiyelli noktaya geçiş olduğundan en fazla iş yapılmıştır.	D10	K1,K4
	B	Alınan yol en fazla olduğu için yapılan iş en fazladır.		K9
		En dış halkanın potansiyeli en fazladır. Potansiyeli en fazla olan yolda hareket edildiği için en fazla iş yapılır.	D13	
	C	Alınan yol en uzun olduğu için daha fazla iş yapılmıştır.	K4	
B-B			K1,K2,K3,K5,K6,K7, K8,K14,K16,K17, K18,K20 D7,D11,D14,D15, D17	K3,K19 D7

Tablo 4.27 incelendiğinde her iki gruptaki öğrencilerin çoğunun Soru 15 i araştırma başında boş bıraktıkları görülmüştür. Araştırma sonunda yanlış anlamaya sahip öğrenci yanıtları incelendiğinde bazı öğrencilerin C-D yolu boyunca cisimler birbirlerini ittikleri için hareketin bu yolda diğerlerine göre daha zor olacağını düşündükleri bu yüzden bu yolda yapılan işin en büyük olduğuna inandıkları görülmüştür. Öğrencilerde hareketin fiziksel zorluğu ile yapılan işin büyüklüğü arasında kurulmuş hatalı bir ilişki vardır. Bu tarz düşünen öğrenci sayısı araştırma sonunda deney grubunda 2, kontrol grubunda 5 tir.

Soru 16 da anahtar kapatıldığında levhalardaki yükün büyüklüğü ve işareti, Soru 17 de levhalar arasının iletken bir madde ile doldurulmasıyla levhalardaki yükün büyüklüğü ve işareti ve Soru 18 de yüklü bir kondansatörün levhaları arasının dielektrik madde ile doldurulmasıyla sığasındaki değişim sorulmuştur. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası bu sorulara verdikleri yanıtların anlama katedorilerine göre dağılımı Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28 incelendiğinde öğrencilerin ön testte soruları boş bıraktığı görülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri Soru 16 ve Soru 17yi son testte boş bırakmayıp yanıtlama yoluna gitmişlerdir. Soru 18 de deney grubu öğrencileri soruyu yanıtlarken, kontrol grubunda soruyu boş bırakan 6 kişi vardır. Deney grubu öğrencileri levhaları arasına iletken yerleştirilen bir kondansatörün levhalarında yük depolanmayışı konusunda doğru kavramsal anlamaya sahiptir. Kontrol grubu öğrencilerinin ise yarısı bu soruyu yanlış açıklamıştır.

Tablo 4.29

EKT Soru 16 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	A	Pilin negatif kutmundan gelen yükü B levhası negatif yükü yüklenir. A levhasındaki negatif yükler pilin pozitif kutbuna ilerler. A levhası pozitif yüklenir.	K12,K19 D17	D17,D18
D-KD	A	Levhalar bağlandıkları pilin kutbuyla aynı işaretli yükü yüklenirler.	K2,K15 D8,D10,D16,D21	K3,K6,K9,K15,K16 D18,D3,D5,D6,D7,D10,D12,D15,D19
		Levhaların büyüklükleri eşit olduğundan eşit yükü yüklenirler.	D4	K12,K19 D4
		B levhasına gelen negatif yükler sayesinde B yüklenir A da pozitif yüklenmiş olur.	K9	
		Aradaki yalıtkan madde sayesinde levhalar yüklenir.		D13,D20,D21

Tablo 4.29 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-Y	A	B levhasında depolanan negatif yükler pozitif yükleri çekerler A levhası pozitif yükle B levhası negatif yükle yüklenir	K5,K17	K5
		Elektrik akımı + dan – ye doğru geçer A levhası pozitif, B levhası negatif yükle yüklenir.	K11	
		Levhalar arasında elektrik alan oluşur. Pilin kutbuna bağlı olarak levhalar yüklenir.	K16	
		Üretcin + kutbundan gelen yükle/akımla A pozitif, - kutbundan gelen yükle/akımla B negatif yükle yüklenir.	D11,D19	D11,D14,D16
D-B	A		K10,D9,D12,D18	K7,K10,K8,K20,D9
Y-B	B		D20	
Y-Y	B	Akım + dan – ye doğrudur. Bu yüzden A pozitif, B negatif yükle yüklenir.		D8
		Kondansatörün – ucu pilin + kutbuna, + ucu pilin – kutbuna bağlanır.	K4, D5	K4
	D	Kondansatörden /dielektrikten akım geçmediği için levhalar yüklenmez.		K1,K2,K14,K17 D1
	E	Levhalar arasındaki yalıtkan madde akımın devreyi dolaşmasını engeller, yalnızca A/B levhası yüklenir.	D6	K10,K13
		Elektrik akımı + dan – ye doğru olduğundan iki levha da pozitif yükle yüklenir.	K3	
B-B			K1,K6,K7,K8,K13, K14,K18,K20, D1,D2 ,D3,D7,D13, 14,D15	D2

Tablo 4.29 incelendiğinde öğrencilerin paralel plakalı bir kondansatörün plakalarında depolanan yükün işaretini; levhaların bağlı bulunduğu pilin kutuplarıyla ilişkilendirerek açıkladıkları görülmektedir. Bazı öğrenciler levhaların yüklenmesini pilin her iki kutbundan levhalara gelecek akım ya da yük ile açıklamaya çalışmıştır. Bu öğrencilerde aşağıdaki gibi bir kavram yanılığı vardır:

Bir pil devreye pozitif ve negatif kutuplarından çıkan iki ayrı akım verir.

Bu yanılığa sahip öğrencilerin levhaların yalnızca bir tanesinin yüklenebileceği şeklinde açıklamaları vardır. Araştırma öncesinde bu yanılığa sahip bir deney grubu öğrencisinin bu yanılığının araştırma sonunda giderildiği görülmüştür.

Öğrencilerde rastlanan bir diğer yanlış anlama ise levhalar arasındaki yalıtkan maddenin yük geçişini engelleyeceği bu nedenle levhaların yüklenmeyeceği düşüncesidir. Bu öğrencilerin aşağıdaki gibi bir kavram yanılığı vardır:

Bir elektrik devresindeki kondansatörün levhaları arasında yük/akım geçişi olur.

Tablo 4.30

EKT Soru 17 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	İletken madde levhalar arasında yük geçişini sağlar. Levhalar yüklenmez.	K2,K5,K9,K12 D4,D6,D8,D10,D12, D17,D18,D20,D21	K4,K6,K7,K12,K8, K15,K16,K18,K20 D3,D4,D5,D6,D7, D8,D9,D10,D11, D12,D13,D14,D15, D16,D17,D18,D19, D20,D21
D-B	D		D9	
Y-B	A			K5, D1

Tablo 4.30 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
Y-Y	A	İletken madde sayesinde kondansatörden akımın geçmesini sağlar levhalar yüklenir.		K1,K2,K11,K13, K15,K17
		İletken madde levhalardaki yükün azalmasını sağlar.		K19
	E	Araya iletken koyulması durumu değiştirmez levhalar ilk durumdaki gibi yüklenirler.	K3,K4,K10 D5	K9
		Araya iletken koyulması yalnızca akımın devreyi daha kolay dolaşmasını sağlar. Levhalar yine ilk durumdaki gibi yüklenirler.		K3
B-B			K1,K6,K7,K8,K11, K13,K14,K15,K16, K17,K18,K19,K20 D1,D2,D3,D7,D11, D13,D14,D15,D16, D19	K10 D2

Tablo 4.30 incelendiğinde deney grubundaki iki öğrenci dışındaki tüm öğrencilerin araştırma sonunda levhaları arasına iletken bir madde yerleştirilen bir kondansatörde yük depolanmayacağı konusunda doğru anlamaya sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda bu sayı 9 öğrenci ile sınırlı kalmıştır. Deney grubundaki 6 öğrenci levhaların yüklenmesi için aradaki maddenin iletken olması gerektiği şeklinde bir yanlış anlamaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 4.31**EKT Soru 18 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları**

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	B	Yüklü bir kondansatörün sığası dielektrik sabitiyle doğru orantılı olarak değişir.	K1, D9	K8,K13, D16,D18,D19,D20, D21
D-KD	B	Dielektrik sığayı artırır.	D16	K16, D1,D4,D5,D6, D9, D10,D12,D17

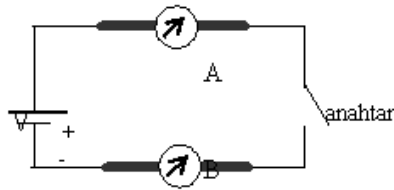
Tablo 4.31 Devamı

D-Y	B	Dielektrik madde levhalardaki yükü azaltır, elektrik alan değişmediğinden sığa artar.		D8
Y-KD	C	Kondansatörün sığası yük miktarına ve levhalar arasındaki pot. farka bağlıdır. Bunlar değişmediğinden sığa değişmez.	D5	D3
		Kondansatörde depolanan yük miktarı değişmediğinden sığası değişmez.	K4	
Y-B	A			K12,K5
	C			K2,K4,K11,K19 D14,D15
	D		D18	K18
Y-Y	A	Levhalar arasına koyulan dielektrik madde A levhasında yük depolanmasını engeller/azaltır. Sığa azalır.	K5	K7
	A	Dielektrik kondansatörün sığasını azaltacak şekilde davranır.		K10
	C	Dielektrik madde levhalar arasında yük geçişini engeller sığa değişmez		D7
	D	Dielektrik madde devrenin kısa devre olmasına neden olur. Sığa sıfır olur.	K12	K15 D13
		Dielektrik madde enerji akışını engeller sığa sıfır olur.	K10	
		Dielektrik madde levhalar arasındaki yük geçişini engeller sığa sıfır olur.	K4, D6	K3 D11
	D	Yalıtkan madde levhalar arasında elektrik alan oluşumunu engeller sığa sıfır olur.		K9
B-B			K2,K6,K7,K8,K9, K11,K13,K14,K15, K16,K17,K18,K19, K20, D1,D2,D3,D4,D7,D8, D10,D11,D12,D13,D14,D 15,D17,D19, D20,D21	K1,K6,K14,K17, K20 D2

Tablo 4.31 incelendiğinde araştırma sonunda deney grubunda doğru almama ve kimen doğru anlama düzeyindeki öğrenci sayısının kontrol grubundan fazla olduğu görülmektedir. Öğrencilerde gözlenen genel anlama probleminin dielektrik madde levhalar arasında yük geçişini engeller bu yüzden sığa azalır ya da sığa değişmes şeklinde olduğu görülmüştür.

4.2.4.8. Soru 19, Soru 20 ve Soru 21 in Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Bilgi: Kesitleri ve uzunlukları eşit büyüklükteki özdeş metal direnç telleri, bir pil ve anahtar kullanılarak oluşturulan devreye A ve B ampermetreleri aşağıdaki gibi bağlanmıştır. (19., 20. ve 21. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız.)



Yukarıda açıklama bölümü verilen Soru19, Soru20 ve Soru21 öğrencilerin akım direnç konusundaki anlamalarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Soru19’da devredeki anahtar açık konumdayken ampermetrelerin okuduğu akım değerlerinin kıyaslanması, Soru20’de A telinin kesitinin azaltılması durumunda ampermetrelerin okuduğu değerlerin kıyaslanması ve son olarak A telinin sıcaklığı artırılırsa ampermetrelerden geçen akım değerlerinin kıyaslanması istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri yanıtların anlama kategorilerine göre dağılımı Tablo 4.32’de verilmiştir.

Tablo 4.32
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Soru 19, Soru 20 ve Soru 21 e
Verdikleri Yanıtların Kategorilere Göre Dağılımı

Kategori	Soru 19				Soru 20				Soru 21			
	Ön test		Son test		Ön test		Son test		Ön test		Son Test	
	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG
D-D	15	8	17	16	1	2	3	2	2	2	3	2
D-KD	-	1	1	-	5	3	3	7	3	3	3	7
D-B	-	-	-	-	3	3	2	1	-	-	1	-
D-Y	-	1	-	-	-	-	-	-	2	3	1	3
Y-D	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y-KD	-	-	-	-	1	5	2	4	1	3	8	6
Y-B	1	2	-	1	1	-	1	1	-	-	1	1
Y-Y	3	8	1	4	7	3	8	6	3	2	2	2
B-D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-KD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-B	1	-	1	-	2	5	1	-	9	8	1	-
B-Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 4.32 incelendiğinde Soru 19 da uygulama sonrası doğru anlamaya sahip öğrenci sayısı oldukça fazladır. Ön testte yanlış anlamaya sahip öğrenciler sayıca ger iki grupta da azalmış olmasına karşın son testte yanlış anlamaya sahip öğrenciler vardır. Soru20 de doğru anlamaya sahip öğrenci sayısının az olduğu görülmektedir. Bu soruda yanlış anlamaya sahip öğrenci sayısı oldukça fazladır. Soru 21 de ise öğrencilerin çoğunlukla kımen doğru anlamaya sahip oldukları görülmektedir.

Aşağıda bu sorulara ait nitel analiz sonucu ulaşılan bulgular sunulmaktadır.

Tablo 4.33
EKT Soru 19 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Anahtar açık konumdayken kapalı devre oluşmaz Ampermetrelerden akım geçmez.	K1,K2,K3,K4,K7, K8,K9,K10,K12, K13,K15,K16,K18, K19,K20, D1,D2,D3,D5,D9, D10,D13,D14	K1,K2,K3,K4,K5, K6,K7,K8,K10, K11,K12,K13,K15, K16,K17,K19,K20, D1,D2,D3,D4,D5, D6,D9,D10,D11, D12,D14,D15,D17, D18,D20,D21
D-B	D		D18	K18,
D-Y	A	Ampermetreler devreye paralel bağlanmıştır. Bu nedenle akım geçmez.	D11	
Y-D	C	Akım anahtar kapalı iken geçer.	D20	
Y-B	C/ A		K11, D7,D12	D13
Y-Y	A	Akım + dan – ye doğrudur A ampermetresinden geçerek anahtara kadar gelir.	K6,K17, D6,D8,D15,D16,D19	D7,D8,D16,D19
	B	Anahtar açık konumdayken negatif yükler B ampermetresinden geçerek anahtara kadar gelirler.	K5, D21	K9
	C	Ampermetre seri bağlı olduğundan ikisinden de akım geçer.	D4,D17	
B-B			K14	K14

Tablo 4.33 incelendiğinde öğrencilerin pek çoğunun bir devreden akım geçmesi için devrenin kapalı devre olması gerektiği bilgisine sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte bazı öğrenciler:

Elektrik akımı bir devreyi tamamlamadan devrenin belli bir bölümünde varolabilir.

Şeklinde bir düşünceye sahiptir. Bu öğrenciler pilden çıkan akımın devredeki açık anahtara kadar gelebileceğini söylemiştir. Bu yanlış uygulama sonrasında giderilemeyen bir yanılgıdır.

Tablo 4.34
EKT Soru 20 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	B	A telinin kesiti azaldığında direnci artar. Ana koldan geçen akım azalır fakat teller seri bağlı olduğundan yine üzerlerinden eşit akım geçer.	K1, D5,D12	K1,K2,K13, D5,D16
D-KD	B	Telin kesiti direncini etkiler seri bağlı oldukları için yine üzerlerinden eşit akım geçer	K4	K6
		Dirençler seri bağlı olduğu için üzerlerinden eşit akım geçer	K8,K12,K13,K20, D1,D2	K7,K8, D1,D2,D3,D6,D12,D19
		A telinin kesiti azaldığında direnci azalır. Ana koldan geçen akım azalır fakat teller seri bağlı olduğundan yine üzerlerinden eşit akım geçer.	D9	D9
D-B	B		K6,K7,K19, D8,D13,D15	K19,K20, D4
Y-KD	A	A telinin kesiti azaldığında direnci artar. Direnci büyük telden daha az akım geçer.	K2, D2,D6,D16,D17,D21	K3,K16, D17,D18,D21,D21
Y-B	A		K9	
	C			K9, D13
Y-Y	A	Telin kesiti azalınca direnci azalır üzerinden geçen akım artar.		K12
	C	A telinin kesiti azaldığında direnci azalır. Direnci küçük telden daha çok akım geçer	K3,K5,K10,K11,K15 K18, D10,D19	K4,K5,K10,K11,K15, K17,K18, D7,D8,D10,D11,D14,D15
		Telin kesiti ile uçları arasındaki voltaj ters orantılıdır. Seri bağlı devrede küçük gerilimli telden büyük akım geçer.	K16	

Tablo 4.34 Devamı

	D	Ampermetreler devreye paralel bağlanmıştır. Bu nedenle akım geçmez.	D11	
B-B			K14,K17, D4,D7,D14,D18,D21	K14

Tablo 4.34 incelendiğinde öğrencilerin seri bağlı iki direnç telinden birinin kesitinin küçültülmesi durumunda telin direncinin artacağı bilgisine sahip oldukları fakat bu bilgilerinden yola çıkarak değerleri farklı iki direncin seri bağlanması durumunda direnci küçük olan telden daha fazla akım geçeceğine inandıkları görülmüştür. Bu öğrencilerin aşağıdaki gibi bir kavram yanılgıları vardır:

Seri bağlı iki dirençlerden geçen akım şiddetinin büyüklüğü dirençle ters orantılı olarak değişir.

Bir telin kesiti azaldıkça direnci azalır.

Aşağıda bu sorunun nitel çözümlemesi verilmiştir.

Tablo 4.35**EKT Soru 21 İçin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları**

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	B	A telinin sıcaklığı artırıldığında direnci artar. Ana koldan geçen akım azalır fakat teller seri bağlı olduğundan yine üzerlerinden eşit akım geçer.	K1,K2 D9,D12	K1,K2,K20, D9,D6
D-KD	B	Isınan telin direnci değişir fakat teller seri bağlı olduğundan yine üzerlerinden eşit akım geçer.	K4,K13, D5	K6,K13, D3,D5
		Dirençler seri bağlı olduğu için üzerlerinden eşit akım geçer	K20, D1,D2	K7, D1,D2,D6,D12,D19
D-B				K12
D-Y	B	Ortam/sıcaklık değişimi geçen akımı/direnci değiştirmez.	K8,K19, D7,D8,D13	K8, D18

Tablo 4.35 Devamı

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
		Sıcaklık artınca telin boyu ve kesiti artar bu yüzden daha büyük/eşit akım geçer.		D14,D15
Y-KD	C	A telinin sıcaklığı artarsa direnci artar. Direnci büyük telden daha az akım geçer.		K5,K11, D7
	A	A telinin sıcaklığı artarsa direnci artar. Direnci büyük telden daha az akım geçer.	K16 D10,D17,D19	K3,K4,K10,K16, K17,K19,D8, D9,D10,D17,D20, D21
Y-B	A			K9
	C			D4
Y-Y	C	Sıcaklık A telini genişletir bu yüzden üzerinden geçen akım azalır.	K9, K10	
		Sıcaklıkla akım şiddeti doğru orantılıdır.	D3	K18, D11,D13
		Sıcaklık artınca direnç azalır bu nedenle üzerinden daha az akım geçer.	D20	K15
		Sıcaklık akımı artırır. A telinden daha fazla akım geçer.	K12	
B-B			K3,K5,K6,K7,K11, K14,K15,K17,K18, D4,D7,D11,D14,D15 ,D16,D18,D21	K14

Tablo 4.5 incelendiğinde öğrencilerin metal bir direnç telinin sıcaklık arttıkça direncinin artacağı bilgisine sahip oldukları fakat yukarıdaki soruya benzer şekilde dirençlerin seri bağlı oldukları ihmal edip soruyu çözdükleri görülmüştür. Bazı öğrenciler ise devreden geçen akımın sıcaklık arttıkça artacağına inanmaktadırlar.

Tablo 4.36 incelendiğinde Soru 22 de deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarının arttığı görülmektedir. Bunun yanı sıra her iki gruptaki yanlış anlamaya sahip öğrenci sayısı fazladır. Soru 23 te deney grubu öğrencilerinin yaklaşık olarak yarısının doğru kavramsal anlamaya diğer yarısının yanlış kavramsal anlamaya sahip olduğu görülmektedir. Son soruda öğrencilerin çoğu yanlış anlama kategorisindedir.

Tablo 4.37

EKT Soru 22 İçin Yanıtların Kategorilere Dağılımı ve Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	C	Kondansatör tamamen yüklenene kadar akım geçer lambalar yanar.	K4 D17	K13 D1,D7,D8,D10,D16, D17
D-KD	C	Anahtar kapanınca devre tamamlanır lambalardan akım geçer.	K1,K3,K13 D3,D4,D5,D8,D9, D15,D20	K16 D3,D9,D13,D18, D19
D-B	C		K11	
D-Y	C		D14	
Y-B	A		D7	
	B		D21	
	D			K14
Y-Y	A	Akım kondansatör dolana kadar sadece L1 lambasını yakar.	K6 D6,D10,D16,D19	K6,K8 D4,D5,D6,D11,D12, D14,D15
	B	Negatif yükler kondansatörde toplanırken yalnız L2 yanar.	K5,K9 D12,D18	K9 D20,D21
	D	Devre tamamlanmadığından lambalar yanmaz.	K12 D13	K1,K2,K3,K4,K5, K7,K10,K11,K12, K15,K18,K19,K20
B-B			K2,K7,K8,K10,K14, K15,K16,K17,K18, K19,K20 D1,D2,D7,D11	K17 D2

Tablo 4.37 incelendiğinde öğrencilerin kondansatörlerin yüklenmesi sırasında akım değişimini açıklamakta zorlandıkları görülmektedir. Birçok öğrencide

aşağıdaki gibi bir yanılığ vardır:

Bir kondansatör tamamen yüklenmeden devreden akım geçirmez.

Böyle düşünen öğrencilerin bir kısmı akımın kondansatöre kadar geleceğini burada yüklerin depolanacağını bu nedenle akımın devreyi tamamlayamayacağını düşünmektedir.

Tablo 4.38

EKT Soru 23 İçin Yanıtların Kategorilere Dağılımı ve Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	D	Kondansatör yüklendikten sonra devreden akım geçmez/pil çalışmaz, lambalar yanmaz.	K4,K5 D5,D17	K13,K16 D1,D2,D3,D7,D8, D10,D11,D13,D16, D17,D18
		Devre tamamlanmadığı için lambalar yanmaz.	K12	
D-B				D9
Y-B	C		D21	K14
Y-Y	A	Kondansatör yüklendikten sonra L2 den akım geçmez yalnız L1 yanar.	D3	D19
	C	Anahtar kapanınca devre tamamlanır lambalardan akım geçer.	K1,K3 D15	
	C	Kondansatör dolduktan sonra akım her iki lambadan geçebilir, L1 ve L2 yanar.	K6,K9 D6,D9,D10,D12,D13 ,D19,D20	K1,K2,K3,K4,K6, K7,K8,K9,K10,K11 ,K12,K15,K18,K19 ,K20 D4,D5,D6,D12,D15 ,D20, D21
B-B			K2,K7,K8,K10,K11, K13,K14,K15,K16, K17,K18,K19,K20 D1,D2,D4,D7,D8,D1 1,D14,D16,D18,D21	K5,K17

Tablo 4.38 incelendiğinde öğrencilerin soru 22 de verdikleri yanıtlara paralel olarak kondansatör tamamen dolduktan sonra devreden akım geçeceğini savundukları görülmüştür.

Tablo 4.39

EKT Soru 24 İçin Yanıtların Kategorilere Dağılımı ve Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları

Kategori	Şık	Kavramsal Anlama	Ön Ölçüm	Son Ölçüm
D-D	C	Kondansatör boşalana/enerjisi bitene kadar lambalar yanar.	K4	K4,K15,K19, D10,D16, D17
D-KD	C	Kondansatördeki yüklerle lambalar yanar.	K5,K12	K5,K10,K18 D7,D13
		Lambalar akımı kondansatörden alır.	K6	K1,K2,K6
	C	Akımın devreyi tamamlaması için lambaların yanması gerekir.	D12	D12
D-B	C			K11,K17
D-Y	C	Kondansatörün yükü bitene kadar lambalar yanar.	D5	K3,K20
Y-B	A			K7,K8
	D			D2
Y-Y	A	Devredeki yük L1 e doğru akar.		D8
	B	Yük kondansatörden L2 lambasına doğru akar ve yalnızca onu yakar.	K3	K12
	C	Kondansatör üreteç görevi görür lambalar yanar.	D9,D17,D19	K13,K16 D1,D5,D9,D14,D15 D19,D20,D21
	D	Devrede akım sağlayan pil olmadığından lambalar yanmaz.	K9 D6,D10,D15,D20	K9 D4,D11,D6
B-B			K1,K2,K7,K8,K10, K11,K13,K14,K15, K16,K17,K18,K19, K20 D1,D2,D3,D4,D7,D8, D11,D13,D14,D16, D18,D21	K14 D3,D18

Tablo 4.39 incelendiğinde öğrencilerin yüklü bir kondansatör ile ilgili olarak aşağıdaki yanılıya sahip olduğu görülmüştür:

Yüklü kondansatör devreye bağlandığında pil görevi görür.

Ayrıca bir grup öğrencide aşağıdaki yanılıya rastlanmıştır.

Pil/üreteç olmayan bir devreden akım geçmez.

4.2.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular

Araştırma sonunda EKT verileri çözümlendiğinde öğrencilerin araştırma öncesinde sahip oldukları bazı anlama zorluklarının ve kavram yanılıgılarının devam ettiği görülmüştür. Öğrencilerin sorun yaşadıkları durumlardaki anlamalarını derinlemesine incelemek amacıyla deney ve kontrol grubundan seçilen 12 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeye katılan öğrencilerin EKT, EBT ve BBDYİÖ nin son ölçümlerinden aldıkları puanlar Tablo 4.40’de gösterilmiştir.

Tablo 4.40

Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler İçin Öğrencilerin EKT ve EBT Test Puanları

Grup	Öğrenci	Cinsiyet	EKT	EBT
Kontrol	K15	Erkek	29	19
	K10	Kız	27	15
	K5	Erkek	27	14
	K3	Kız	26	8
	K18	Kız	19	14
	K14	Kız	13	10
Deney	D14	Erkek	36	18
	D17	Erkek	49	20
	D6	Erkek	46	23
	D4	Kız	33	23
	D11	Kız	32	21
	D8	Kız	26	16

EKT: Max:72 Min:0, EBT: Max:32 Min:0

Görüşmeler araştırmacı tarafından yapılmış olup veri kaybını engellemek amacıyla görüşme süreci videoya kaydedilmiştir. Öğrencilerin zorluk yaşadıkları noktalar görüldüğünde öğrencilere bu problemlerin nedenlerini ortaya çıkartabilecek sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının zayıf olduğu noktalar, kavram yanlışları ve nedenleri aşağıdaki Tablo 4.41de verilmiştir.

Tablo 4.41

Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerde Elde Edilen Anlama Zorlukları ve Kavram Yanlışları

Konu: Yüklü Cisimler Arasındaki Elektriksel Kuvvet			
Yanlış	Öğrenci Açıklaması	Öğrenci	
Yük miktarları farklı iki cisimden yükü fazla olan cisim diğerine daha çok kuvvet uygular.	“..birbirlerini iterler ama $+4q$ nun uyguladığı itme $+q$ nun uyguladığı itmeden daha fazladır çünkü yükü daha büyük”	K5, K18, K15	D8
Yüklü cisimlerin kütlelerinin değişimi birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvveti değiştirmediğinden cisimler serbest bırakıldıklarında aynı hızlarla hareket ederler.	“...Eşit kuvvetle birbirlerini iterler ($+4q(m)$ ve $+q(4m)$) engellere doğru hareket ederler... Bu durumda kütlelerin önemi yok. Aynı uzaklıktaki engellere eşit sürede çarparlar.”	K15	D11
Konu: Elektrik Alan			
Elektrik alan çizgilerinin az yoğun ya da çok yoğun olduğu alanlarda elektrik alanlar eşittir.	“Aynı elektrik alan çizgisi üzerindeki noktaların elektrik alanları aynı olmalıdır. Çizgilerin sıklaşması bir şey değiştirmez..”	K10	-
Elektrik alan çizgilerini kesişebilir.	“A noktasına iki yükün elektrik alanı etkiliyor bu yüzden yüklerin ayrı ayrı elektrik alan çizgileri çizilirse bu çizgiler çakışabilir.”	K10	-

Tablo 4.41 Devamı

Yanılı	Öğrenci Açıklaması	Öğrenci	
Yalnızca elektrik alan çizgisi üzerindeki yüklü cisimlere elektrik alan tarafından kuvvet etki eder.	“A parçacığı elektrik alana zıt yönde hareket eder C parçacığı elektrik alanla aynı yönde hareket eder. B ve D parçacıkları. Çizgi üzerinde değil. Hareket etmezler”	K18	D4
Elektrik alan çizgisi üzerindeki negatif yükler elektrik alan yönünde hareket ederler.	“pozitif yükler alan yönünde hareket ediyor, çizgideki negatif yükte alan yönünde hareket eder...”	K10	-
Konu: Düzgün elektrik alandaki parçacığın hareketi			
Düzgün elektrik alandaki parçacık sabit hızlı hareket yapar düşüncesi	“Elektrik alan sabit değişmiyor bu yüzden sabit hızlı hareket yapar.”	K14	D8
Konu: Elektrik Akısı			
Elektrik akısı ile akı yoğunluğunu karıştırma	“...(noktasal bir yükün etrafındaki kapalı yüzeylerden geçen elektrik akısının) uzaklığa göre değişebileceğini düşünüyorum. Gittikçe azalabilir. Elektrik alan çizgileri her yüzeyden kırılmadan geçiyor eşit olması gerekiyor ama S_3 yüzeyi daha büyük, yüzeyle bir orantısı var mıydı?”	K18	-
Bir yükten farklı uzaklıkta çizilen iki Gauss yüzeylerinden yüke olan uzaklığı fazla olandan geçen elektrik akısı daha azdır çünkü yükten uzaklaştıkça elektrik alan azalır.	“..yükten uzaklaştıkça elektrik alan azalır... elektrik akısı da azalır.”	K5 K15	-
Konu: Yüklü İletken ve Yalıtkanların Elektrik Alanı			
Yüklü yalıtkanlar elektrik alan oluşturmazlar.	“yalıtkan olduğundan elektriği iletemediğinden içinde ve dışında elektrik alan oluşturmaz...”	K14 K5 K3	D14

Tablo 4.41 Devamı

Yanılı	Öğrenci Açıklaması	Öğrenci	
Konu: Eş potansiyel Eğrileri-Elektriksel İş,			
Eş potansiyel çizgileri üzerinde bir yük hareket ettirilirken yapılan iş alınan yol ile doğru orantılıdır.	“aynı (eş potansiyel) çizgide yer aldığından 2d lik yolda yapılan iş d lik yolda yapılandan fazladır.”	K5 K10 K14 K18	-
Yükten uzaktaki eş potansiyel eğri boyunca yapılan hareketteki iş yüke yakın olan eşpotansiyel eğride yapılandan daha fazla olur düşüncesi.	“Dıştaki iş daha çoktur. Bi dakika...dışa çıktığında enerjisi azalacak daha zor hareket eder..”	K18	-
Konu: Kondansatör- Sığa			
Kondansatörün plakaları arasındaki dielektrik madde devrenin tamamlanmasını engeller.	“akımın geçmesi gerekiyor. Dielektrik madde var akım geçmez ikisi lambada da yanmaz. Araya metal koysak akım geçer ikisi de yanar.”		
Konu: Akım Direnç			
Seri bağlı iki telden direnci fazla olan telden daha az akım geçer.	“(seri bağlı iki telden birinin yalnızca boyu uzatılıyor) telin boyu uzadığında direnci artarkısa telden daha büyük akım geçer..”	K5 K10	-

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde EKT nitel veri çözümlemesinde karşılaşılan kavram yanlışlarının dışında elde edilen öğrenci yanlışları aşağıdaki gibidir:

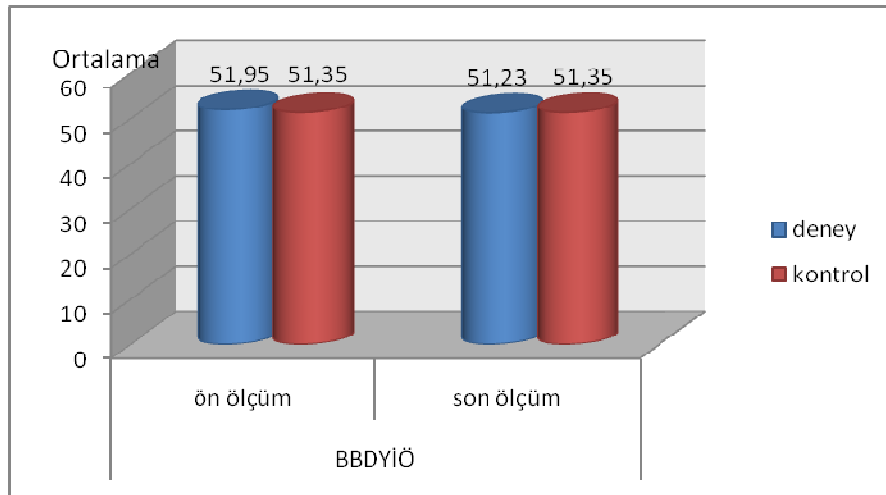
- *Elektrik alan çizgisi üzerindeki her noktada elektrik alan aynıdır.*
- *Bir yükten farklı uzaklıkta çizilen ve yükü saran iki Gauss yüzeyinden yüke olan uzaklığı fazla olandan yüzeyden geçen elektrik akısı daha azdır çünkü yükten uzaklaştıkça elektrik alan azalır.*
- *Yükten uzaktaki eş potansiyel eğri boyunca yapılan hareketteki iş yüke yakın olan eşpotansiyel eğride yapılandan daha fazla olur*

4.3. Modelleme Yoluyla Öğretimin Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik İnançlara Etkisi

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarını incelemek amacıyla BBDYİÖ kullanılmıştır. BBDYİÖ uygulama öncesi ve uygulama sonrası uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının EKT ön ve son ölçüm ortalamaları Şekil 4.3'deki gibidir.

Şekil 4.3

Deney ve Kontrol Gruplarının BBDYİÖ Ön ve Son Ölçüm Ortalamaları Grafiği



4.3.1. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama öncesi bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının karşılaştırılması

Tablo 4.42'de görüldüğü gibi, BBDYİÖ ön ölçüm puanları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ortalaması (O=51.95) kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması (O= 51.35) yakın olmakla birlikte birbirlerinden farklıdır. BBDYİÖ ön ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi yapılmış ve bulgular Tablo 4.42'de verilmiştir.

Tablo 4.42
BBDYİÖ Ön Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	21	22.00	462.00	189.00	.583
Kontrol	20	19.95	399.00		

Tablo 4.43'teki Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, uygulama öncesinde deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin BBDYİÖ den aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur ($U=189.00$, $p>.05$). Her iki gruptaki öğrencilerin BBDYİ gelişmiş durumdadır.

4.3.2. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası ve öncesi bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarındaki değişim

Uygulama sonrası deney grubu öğrencilerinin BBDYİÖ ortalamalarında (51,95-51,23) azalma olduğu, kontrol grubu öğrencilerinin BBDYİÖ ortalamalarında (51.35-51.35) ise değişme olmadığı görülmektedir. Deney grubu grubundaki bu değişimin anlamlı olup olmadığını araştırmak amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 4.43'de verilmiştir.

Tablo 4.43
BBDYİÖ Son-Ön Ölçüm Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	Son Ölçüm- Ön Ölçüm	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Deney	Negatif Sıra	9	8.83	79.50	-.262*	.794
	Pozitif Sıra	9	10.17	91.50		
	Eşit	3				
Kontrol	Negatif Sıra	9	9.89	89.00	-.153**	0.878
	Pozitif Sıra	9	9.11	82.00		
	Eşit	2				

*Negatif sıralar temeline dayalı, **Pozitif sıralar temeline dayalı

Tablo 4.43'deki Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları, araştırmaya katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BBDYİÖ'den aldıkları araştırma öncesi ve sonrası puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Deney ve kontrol grubugrubu öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları uygulama sonunda bir miktar azalmış olmakla birlikte hala gelişmiş düzeydedir. Deney grubu için etki büyüklüğü küçüktür.

4.3.3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim grupları öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının karşılaştırılması

Şekil 4.3'deki veriler incelendiğinde araştırma sonrasında deney grubu öğrencilerinin BBDYİÖ ortalamaları ($O=51.23$) ile kontrol grubu öğrencilerinin BBDYİÖ ortalamaları ($O=51.35$) birbirine yakın olmakla birlikte farklıdır. BBDYİÖ son ölçüm puanlarının gruba göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır. Test sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.44

BBDYİÖ Son Ölçüm Puanlarının Gruba Göre U –Testi Sonuçları

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	21	22.12	464.50	186.50	.539
Kontrol	20	19.83	396.50		

Tablo 4.44'deki Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, altı haftalık bir deneysel çalışma sonunda sıra ortalamaları dikkate alındığında, deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının daha gelişmiş olduğu görülmektedir. Bununla birlikte deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin BBDYİÖ son ölçüm puanları arasında anlamlı bir fark yoktur ($U=186.50$, $p>0.05$). Her iki grubun bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları araştırma sonrasında değişmemiştir ve hala gelişmiş düzeydedir.

4.4. Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Arasındaki İlişki

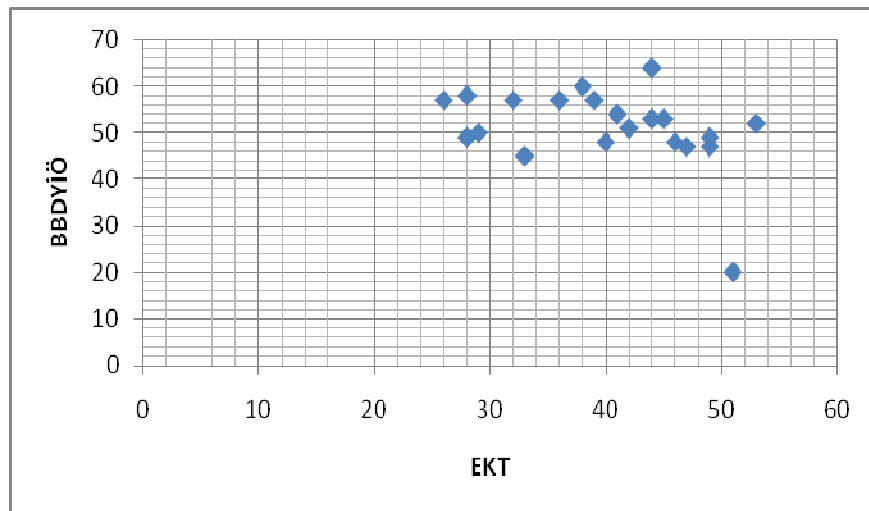
Uygulamaya katılan deney ve kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının ilişkili olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki grup için EBT, EKT ve BBDYİÖ verileri kullanılarak korelasyon analizi yapılmış ve Spearman's rho korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

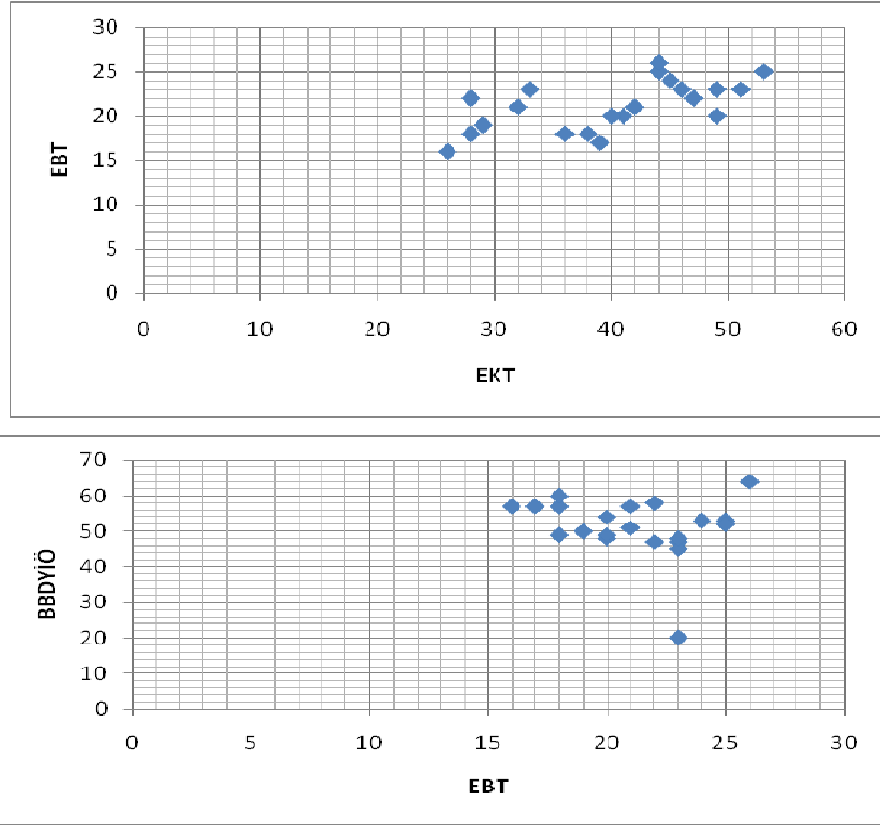
4.4.1. Deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişki

Deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının birbirleriyle değişim grafikleri Şekil 4.4'de verilmiştir.

Şekil 4.4

Deney Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlarının Değişim Grafikleri





Uygulamaya katılan deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişkiye ait analiz bulguları Tablo 4.45’de verilmiştir.

Tablo 4.45

Deney Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Akademik Başarıları, Kavramsal Anlamaları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançları Arasındaki İlişki

	EBT	EKT	BBDYİÖ
EBT	1		
EKT	.621**	1	
BBDYİÖ	-.231	-.435*	1

* $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı

** $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı

Tablo 4.45 de görüldüğü gibi, deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki kavramsal anlamaları; akademik başarıları arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif bir ilişki (Spearman's $\rho = .621$, $p = .003$) vardır. Elektrik konularındaki akademik başarıları yüksek öğrencilerin kavramsal anlamaları da yüksektir (ya da kavramsal anlamaları yüksek öğrencilerin akademik başarıları da yüksektir). Öğrencilerin akademik başarı puanlarının yaklaşık olarak %39'u kavramsal anlamalarındaki değişim ile açıklanabilir.

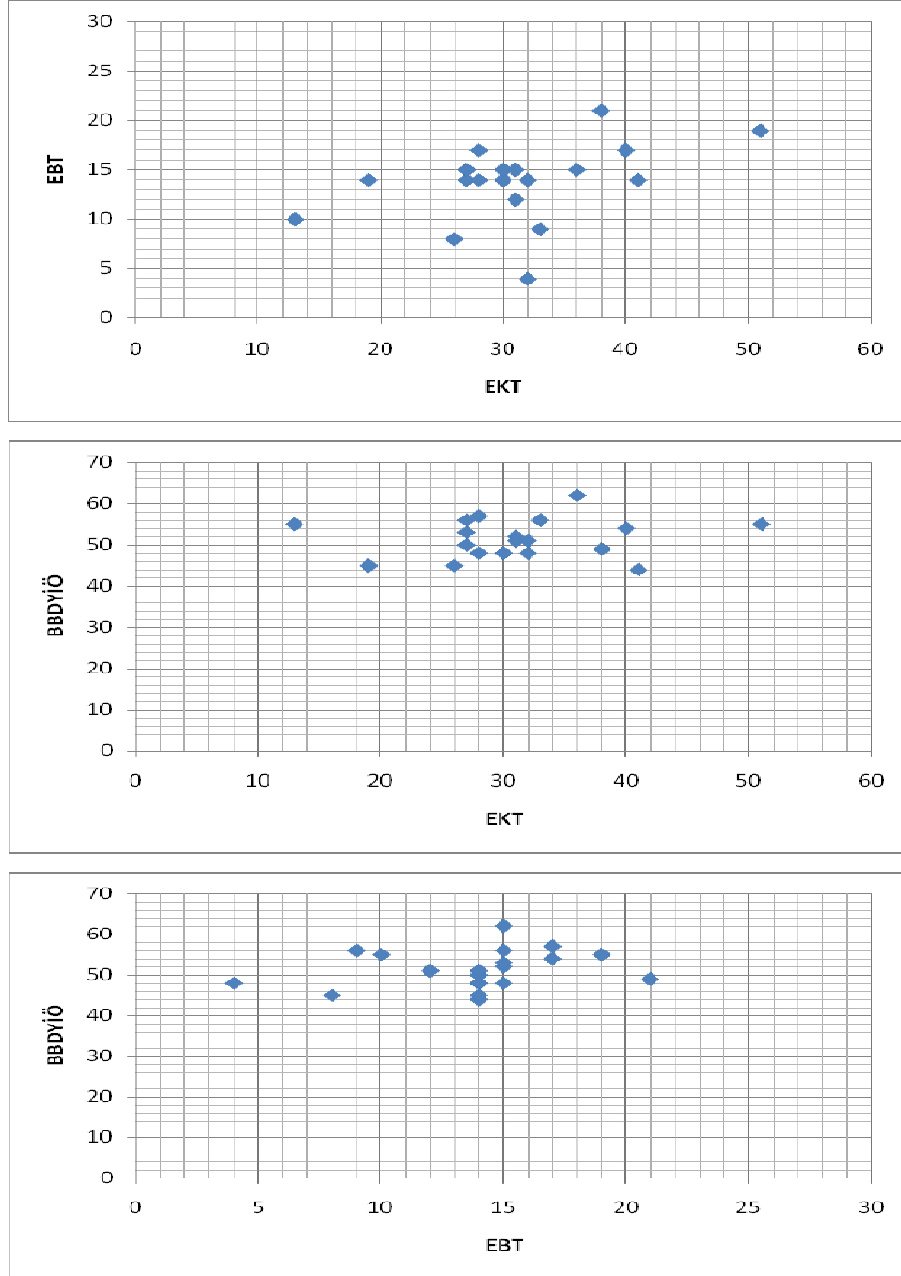
Deney grubu öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik inançları ile elektrik konularındaki kavramsal anlamaları arasında negatif bir ilişki vardır ve bu ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır (Spearman's $\rho = -.435$, $p = .049$). Kavramsal anlaması yüksek öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları düşüktür (ya da bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları gelişmiş öğrencilerin kavramsal anlamaları düşüktür). Öğrencilerin kavramsal anlama puanlarının yaklaşık olarak %19'u bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarındaki değişim ile açıklanabilir. Bununla birlikte deney grubu öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik inançları ile elektrik konularındaki akademik başarıları arasında negatif bir ilişki bulunmakla birlikte bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir (Spearman's $\rho = -.231$, $p = .314$).

4.4.2. Kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişki

Uygulamaya katılan kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının birbirleriyle değişimleri Şekil 4.5'de verilmiştir.

Şekil 4.5

Kontrol Grubu Öğrencilerinin Akademik Başarı, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlarının Değişim Grafikleri



Değişkenler arasındaki ilişkiye korelasyon analizine ait bulgular Tablo 4.46'da verilmiştir.

Tablo 4.46
Kontrol Grubu Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Akademik Başarıları,
Kavramsal Anlamaları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançları
Arasındaki İlişki

	EBT	EKT	BBDYİÖ
EBT	1		
EKT	.348	1	
BBDYİÖ	.379	.126	1

Tablo 4.46 da görüldüğü gibi, kontrol grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki kavramsal anlamaları; akademik başarıları arasında pozitif bir ilişki (Spearman's $\rho = .348$, $p = .133$) vardır fakat bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir. Kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik inançları ile elektrik konularındaki kavramsal anlamaları arasında pozitif bir ilişki vardır (Spearman's $\rho = .126$, $p = .597$) fakat bu ilişki de istatistiksel olarak anlamlı değildir. İlk iki bulguya benzer şekilde, kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel bilgiye yönelik inançları ile elektrik konularındaki akademik başarıları arasında pozitif bir ilişki bulunmakla birlikte (Spearman's $\rho = .379$ $p = .099$) bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir.

BÖLÜM V

SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tezin bu bölümünde, araştırma sonucu ulaşılan bulgular ve bu bulguların yorumlarına ait sonuçlarına ve bu sonuçlarla ilgili tartışmalara ayrıca sonuçlar ve tartışmalar ışığında üretilen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma, modelleme yoluyla öğretimin lisans öğrencilerinin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkilerini belirlemek ve akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançları arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yapılmıştır.

Araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Modelleme yoluyla öğretim lisans öğrencilerin elektrik konusundaki akademik başarılarını artırmada geleneksel öğretime göre daha etkilidir.

Uygulama öncesi ve sonrası alınan veriler çözümlendiğinde grupların akademik başarılarında artış olduğu görülmüştür. Araştırma sonunda deney grubu öğrencilerinin EBT ortalaması yüksek başarılı, kontrol grubu öğrencilerinin ortalaması ise orta başarılı düzeye yükselmiştir. Bu artışın hem modelleme yoluyla

öğretim grubu öğrencileri hem de geleneksel öğretim grubu öğrencileri için istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının elektrik konularındaki akademik başarılarının problem çözmeye dayalı olarak ölçüldüğü EYS verileri incelendiğinde grupların akademik başarılarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte araştırma sonunda deney grubunun EYS ortalaması düşük başarılı düzeyden orta başarılı düzeye yükselmiş fakat kontrol grubu öğrencilerinin EYS ortalaması yükselmekle birlikte yine düşük başarılı düzeyde kalmıştır. Dolayısıyla deney grubu öğrencilerinin elektrik konularındaki problem çözmeye dayalı akademik başarılarındaki artış daha anlamlıdır.

Deney ve kontrol gruplarının EBT ve EYS verilerine göre araştırma sonrası akademik başarıları karşılaştırıldığında her iki durumda da modelleme yoluyla öğretim grubu lehine olmak üzere anlamlı bir fark bulunmuştur. Modelleme yoluyla öğretim elektrik konusunda akademik başarıyı artırmada geleneksel öğretime göre daha etkilidir yönünde bulgular mevcuttur.

Bu sonuç, modeller ve modelleme yoluyla öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına etkilerini araştıran diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyum göstermektedir (Araujo, Veit ve Moreira, 2008; Güneş ve Çelikler, 2009). Problem çözümünde kullanacakları tüm formülleri deneylerden topladıkları verileri kullanarak oluşturmuş ve matematiksel modellemeyi problem çözme durumlarında kullanması sağlanmış öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği ve daha karmaşık problemleri doğrudan kendilerine verilen formüllerle çözen öğrencilere göre daha fazla kendilerine güvenerek çözdükleri bulunmuştur (Sauer 2000). Ayrıca modelleme yoluyla öğretim yapılan öğrencilerin problem çözme biliş ötesi becerilerinin geleneksel gruptaki öğrencilere göre daha uzman düzeyinde olduğu görülmüştür (Malone, 2006). Araştırmamızda da modelleme grubu öğrencilerinin problem çözümüne dayalı EYS sonuçlarındaki artışın geleneksel öğrencilerden fazla olması modelleme yoluyla öğretimin problem çözme becerilerine etkisi olmuş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

2. Modelleme yoluyla öğretim lisans öğrencilerin elektrik konusundaki kavramsal anlamalarını artırmada geleneksel öğretime göre daha etkilidir.

Uygulama öncesi ve sonrası EKT'den alınan veriler çözümlendiğinde grupların kavramsal anlamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Her iki grubun EKT son test puanları karşılaştırıldığında modelleme yoluyla öğretim grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Modelleme yoluyla öğretim lisans öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramsal anlamalarını geliştirmede daha etkilidir.

Bu sonuç alanyazında modelle yoluyla öğretimin fizik konularındaki kavramsal anlamayı artırığını gösteren araştırma sonuçları ile uyum içerisindedir (Woolridge, 2000; Hallolun, 2003; Ramsdell, 2004; Hestenes, 2006; Malone, 2006).

Ayrıca araştırma sonunda modelleme yoluyla öğretim öğrencilerinin geleneksel öğretim grubu öğrencilerine göre daha az kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. EKT yazılı bölümleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler incelendiğinde öğrencilerin elektrik konusunda bazı kavram yanlışlıklarına ve anlama zorluklarına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda rastlanan kavram yanlışlıkları ve bu yanlışlıkların rastlandığı diğer çalışmalar aşağıdaki gibidir:

- Yük miktarları farklı iki cisimden yükü fazla olan cisim diğerine daha çok kuvvet uygular (Maloney, O'Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001; Bilal ve Erol, 2009).
- Pozitif yükler elektrik alanında hareket etmez.
- Elektrik alan kuvvet çizgisi üzerinde olmayan yüklere kuvvet etki etmez (Pocovi ve Finley, 2002; Pocovi, 2007; Bilal ve Erol, 2009)
- Elektrik alan çizgileri yüklü cisimlere kuvvet uygularlar (Pocovi ve Finley, 2002).
- Bir cisme etkiyen kuvvet sabit ise ya da cisim düzgün elektrik alanında ise, sabit hızlı hareket yapar (Bilal ve Erol, 2009)
- Metaller elektrik alanı iletir, yalıtkanlar elektrik alanı iletmezler.

- Yüklü yalıtkan cisimler elektrik alan oluşturmazlar.
- Yol alınan her harekette elektriksel olarak iş yapılır (Maloney, O’Kuma, Hieggelke ve Heuvelen, 2001; Planicic, 2006; Saarelainen, Laaksonen ve Hirvonen, 2007).
- Bir elektrik devresinde pilin pozitif ve negatif kutuplarından gelen akımlar vardır. Çarpışan akımlar modeli. (Çepni ve Keleş, 2006; Bilal ve Erol, 2009).
- Paralel plakalı bir kondansatörün levhaları arasındaki yalıtkan madde levhalar arasındaki yük geçişini engellediğinden levhalar yüklenmez (Bilal ve Erol, 2008).
- Bir elektrik devresinde bulunan kondansatör tamamen yüklenmediği sürece devre kapalı devre değildir, devreden akım geçmez. (Thacker, Ganiel ve Boys, 1999; Bilal ve Erol, 2008)
- Kondansatörler üreteç görevi görürler (Bilal ve Erol, 2009)
- Kapalı devre olmayan herhangi bir basit elektrik devresinde güç kaynağından çıkan akım devrenin belli bir bölümüne kadar gelebilir. Tek uçlu devre modeli. (Dupin ve Johsua, 1987; Pardhan ve Bano, 2001).

Öğrencilerin elektrik konularında yaşadıkları anlama zorluklarının temelinde daha önceki fizik konularındaki eksiklikleri ve bu konulardaki yanlışlarının rol oynadığı görülmektedir. Öğrencilerin Newton Hareket yasalarındaki eksiklikleri nedeniyle kütle değişiminin cismin ivmesi ile ilişkisini kuramadıkları için elektrik alanda hareket ya da yüklü iki cismin birbirine uyguladıkları kuvvet etkisiyle hareketi konularında anlama zorlukları yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca öğrenciler elektrik akımı ve elektrik alan ve elektriksel kuvvet kavramlarını ayırt etmede zorluklara sahiptirler. Bu sonuçlar alanyazında yapılmış bir çalışma ile tutarlılık göstermektedir (Fruió ve Guisasola, 1998).

Öğrencilerin yukarıda bahsedilen kavram yanlışlarının ve anlama zorluklarının bazılarını araştırma sonunda sahip olmayı sürdürmeleri tam olarak kavramsal değişim sağlayamadıkları şeklinde düşünülebilir. Elektrik konuları öğrencilerin günlük hayatta çok sık karşılaştıkları ve önceden fikir sahibi oldukları konulardır. Bununla birlikte araştırmacılar tarafından öğrencilerin sınıfa bir şeyler

bilerek gelmelerinin kavramsal değişimi hiç bir şey bilmeden gelmelerine kıyasla daha olumsuz olarak etkileyebileceği vurgulanmaktadır (Carey, 2000). Öğrencilerin var olan kavram yanlışları üzerine yapılan araştırmalar, yanlışları değiştirmenin oldukça güç olduğunu (Duit and Treagust, 1998; Hameed, Haekling ve Garnet, 1993; Osbome ve Freyberg, 1985; Redish ve Steinberg, 1999), üniversitede temel fizik eğitimini tamamlayan pek çok öğrenci de bile bu yanlışların devam ettiği (Periago ve Bohigas, 2005) hatta bazı çalışmalarda ise fen öğretmenlerinde bile benzer yanlışların olduğu ortaya koyulmuştur (Pardham ve Bano, 2001). Bu nedenle öğrencilerin konu ile ilgili önceki hatalı bilgilerinin kavramsal değişimi o düzeyde olumsuz etkileyebileceği sonucu çıkartılabilir.

3. Modelleme yoluyla öğretim ve geleneksel öğretim sonucu lisans öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançlarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik yoktur.

Öğrencilerin bilimsel bilginin doğasına yönelik epistemolojik inançları BBDYİÖ ile ölçölmüştür. Araştırma öncesi alınan veriler incelendiğinde öğrencilerin epistemolojik inançlarının gelişmiş düzeyde olduğu ve grupların inançları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görölmüştür. Araştırma sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ortalamaları hala gelişmiş düzeydedir ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur. Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarında olumlu bir değişimin olmamasının sebebi olarak öğrencilerin inanç ortalamalarının araştırma öncesinde zaten yüksek düzeyde olması gösterilebilir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri lisans ikinci sınıf öğrencileridir ve daha önce yapılan çalışmalarda lisans öğretimine başlayan öğrencilerin epistemolojik inançlarının öğretim süresi boyunca olumlu gelişme gösterdiği görölmüştür (Perry,1968). Bu nedenle araştırmanın ikinci sınıf öğrencileri ile yapılması epistemolojik inanç düzeylerinin yüksek olmasını sağladığı ve öğretim yönteminin inanç değişimi üzerindeki etkilerini görmemizi engelleyebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca uygulama süresinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarda anlamlı fark oluşturacak kadar uzun olup olmadığı da belirleyici bir etken olabilir.

4. Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasında anlamlı ilişkiler vardır.

Deney grubu öğrencilerinin EKT ve EBT son test puanları arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel açıdan anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Elektrik konularındaki akademik başarıları yüksek öğrencilerin kavramsal anlamaları da yüksektir (ya da kavramsal anlamaları yüksek öğrencilerin akademik başarıları da yüksektir). Kontrol grubu öğrencilerinin de EBT ve EKT son test puanları arasında pozitif bir ilişki bulunmakla birlikte bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir. Elektrik konularındaki kavramları anlama ve bu kavramlar arası ilişkile kurabilme yeteneğine sahip bireylerin bu kavramların kullanıldığı test sorularını daha iyi analiz edebileceği ve çözebileceği fikri bu sonucu açıklamada kullanılabilecek bir yoldur.

Deney grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları ile akademik başarıları ve kavramsal anlamaları arasında negatif bir ilişki vardır. Bu ilişki akademik başarı için anlamlı değilken, kavramsal anlama için anlamlıdır. Kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları ile akademik başarıları ve kavramsal anlamaları arasında pozitif ilişki vardır fakat bu ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Alanyazında epistemolojik inançlar ile başarı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda epistemolojik inançların ve öğrenme yaklaşımlarının akademik başarıyı doğrudan etkilediği, ayrıca epistemolojik inançların öğrenme yaklaşımlarını etkilemek yoluyla akademik başarıyı dolaylı olarak etkilediğini gösteren çalışmalar vardır (Cano, 2005). Stathopoulou ve Vosniadou (2007) tarafından yapılan bir çalışmada epistemolojik inancın kesin doğruya ulaşılabilirlik, bilginin doğası ve bilmenin kaynağı faktörlerinin öğrencilerinin kavramsal anlama puanlarını önceden belirleme gücüne sahip olmadığı yalnızca bilginin yapısı ve durağanlığı faktörünün kavramsal anlamayı tahminleyici gücü olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak

araştırmacılar fizik ile ilgili gelişmiş epistemolojik inançların fizikte kavramsal anlama için gerekli fakat yeterli olmadığını vurgulamışlardır.

5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlar ve tartışmalar ışığında araştırma ilgili olarak şu önerilerde bulunulabilir.

1. Bu araştırma altı haftalık deneysel uygulama ile sınırlıdır. Araştırma süresinin artırılmasının genellikle uygulanan öğretim yöntemin etkilerini görmeyi kolaylaştıracağı düşünüldüğünden modelleme yoluyla öğretimin etkilerinin daha iyi görülebilmesi için araştırma süresi daha uzun tutularak araştırma tekrarlanabilir.
2. Bu çalışmada modelleme yoluyla öğretimin elektrik konularındaki başarı ve kavramsal anlama üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan yöntemin diğer konulardaki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yöntem farklı fizik konularına uygulanabilir.
3. Bu çalışmada seçilen deney ve kontrol grubu öğrencileri yaklaşık yirmi kişiliktir. Üniversitelerdeki mevcut şartlar dikkate alındığında sınıfların daha kalabalık olduğu görülmektedir. Bu yöntemin kalabalık sınıflarda uygulanabilirliğinin sağlanabilmesi için daha fazla öğretim elemanına ve araç gerece ihtiyaç duyulacağı göz önünde bulundurularak öğretim planlanmalıdır. Ayrıca kalabalık gruplarla çalışmanın tekrarlanması parametrik veri çözümleme tekniklerine olanak sağlayabileceğinden yöntemin etkiliğine dair daha gerçekçi sonuçlara ulaşılabilir.
4. Öğrencilerin ön bilgileri uygulamayı yapacak öğretmenlerce iyi analiz edilmelidir. Her öğrencinin yaşantısı farklı olduğundan öğretim öncesi ilgili konularda farklı kavram yanılgılarına ve anlama zorluklarına sahip olabilecekleri ve bunun öğretim sonuçlarını olumsuz etkileyebileceği düşünülerek modelleme yoluyla öğretim etkinlikleri bu bağlamda gözden geçirilmeli ve planlanmalıdır.

5. Öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasına yönelik inançlarının değişiminin gözlenebilmesi için modelleme yoluyla öğretim süreci daha uzun tutularak ölçümler tekrarlanabilir ya da bu konuları lisans 1. sınıfta öğrenen öğrenci gruplarıyla çalışılarak sınıf düzeyinin etkisi araştırılabilir.
6. Modelleme yoluyla öğretimde öğrencilerden ilgili konudaki matematiksel modeli oluşturmaları için deney yapmaları ve deney verilerini tablo, şema, grafik gibi farklı yollarla yorumlamaları istenmektedir. Bu nedenle öğretime başlamadan önce mutlaka öğrencilerle bu konulardaki becerilerini geliştirecek ön etkinlikler yapılmalı ve öğrencinin bu durumlara aşinalığı sağlanmalıdır.
7. Modelleme yoluyla öğretimde öğrencilerin bir deneyi yapması ve sonuçları yorumlaması beklenmektedir. Bu nedenle bu yöntemin öğrencilerin devinışsel becerilerine etkisinin incelendiği araştırmalar yapılabilir.
8. Kavram yanılgıları ile ilgili çalışmalarda erkek ve kız öğrenciler arasında farklılıklar olduğunu gösteren araştırmalar vardır. Bu nedenle modelleme yoluyla öğretimde öğrenme çıktıları üzerinde cinsiyetin etkileri araştırılabilir.
9. Bu araştırmada öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek amacıyla kullanılan EYS klasik problem çözümlerini içermektedir. Modelleme yoluyla öğretimin bu başarıyı artıma da geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu dikkate alındığında modelle yoluyla öğretim yönteminin ile problem çözme becerilerine etkisinin incelendiği başka araştırmalar yapılabilir.
10. Öğrencilerin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasındaki ilişkinin daha büyük gruplardan alınan veriler kullanılarak incelendiği araştırmalar yapılabilir.
11. Fen alanındaki öğretmen adaylarına ve öğretmenlerine üniversiteler ve MEB tarafından model ve modelleme süreci ve modelleme yoluyla öğretim konusunda bilgi verilerek deneyim kazanmalarını sağlayacak etkinlikler düzenlenmeli bu konudaki eksiklikleri giderilmeye çalışılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abak, A., Eryılmaz, A. ve Fakıoğlu, T. (2002). **Üniversite Öğrencilerinin Seçilmiş Duyuşsal Karakteristiklerinin Belirlenmesi**. V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi. (16-18 Eylül 2002). Ankara: ODTÜ.
- Açıkgöz, K.Ü. (2003). **Aktif Öğrenme**. (4. Baskı). İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Adıgüzel, A. (2009). Yenilenen İlköğretim Programının Uygulanması Sürecinde Karşılaşılan Sorunlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 9 (17), 77- 94.
- Aksan, N. ve Sözer, M. A. (2007). Üniversite Öğrencilerinin Epistemolojik İnançları ile Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişkiler. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*. 8(1), 31–50.
- Andre, T., and Ding, P. (1991). Student Misconceptions, Declarative Knowledge, Stimulus Conditions, and Problem Solving in Basic Electricity. *Contemporary Educational Psychology*. 16, 303–313.
- Angell, C., Kind, P.M., Henriksen, E.K. and Guttersrud, Ø. (2008). An Empirical-Mathematical Modelling Approach To Upper Secondary Physics, Physics Education. 43(3), 256–264.
- Araujo, I. S., Veit, E. A. and Moreira, M. A. (2008). Physics Students' Performance Using Computational Modelling Activities To Improve Kinematics Graphs Interpretation, *Computers & Education*. 50,1128–1140.
- Atasoy, B. (2004). **Fen Öğrenimi ve Öğretimi**. (Gözden Geçirilmiş 2. Baskı). Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Ateş, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39–47.
- Ayas, A. (1995). Fen Bilimlerinde Yeni Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 11, 149–155.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 23 (2), 111-124.
- Bağ, H. ve Uşak, M. (2005). Fen Programı ve Temel Fen Kavramları. Mustafa

- Aydoğdu ve Teoman Kesercioğlu (Ed.). **İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi** içinde (10-24). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Başer, M. (2006). Effects of Conceptual Change and Traditional Confirmatory Simulations on Pre-Service Teachers' Understanding of Direct Current Circuits, *Journal of Science Education and Technology*, 15 (5-6), 367-381.
- Başer, M. and Geban, Ö. (2007) Effect of Instruction Based on Conceptual Change Activities on Students' Understanding of Static Electricity Concepts. *Research in Science & Technological Education*. 25, 243-267.
- Baxter Magolda, M.B. (1992). Students' Epistemologies And Academic Experiences: Implications for Pedagogy. *Rev. Higher Education*. 15(3), 265–287.
- Baxter Magolda, M. B., and Porterfield, W. (1988). **Assessing Intellectual Development: The Link Between Theory and Practice**. VA: American College Personnel Association, Alexandria.
- Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., and Tarule, J. M. (1986). **Women's Ways of Knowing**. New York: HarperCollins.
- Bernharda, J., Lindwallb, O., Engkvistc, J., Degermana, M.S. ve Zhu, X. (2008). Helping Students To Make Sense of Formal Physics Through Interactive Lecture Demonstrations.
- http://www.nshu.se/download/7811/slutrappport090_g03.pdf. (12 Nisan 2009).
- Biggs, J. (1991). Approaches To Learning In Secondary And Tertiary Students In Hong Kong: Some Comparative Studies. *Educational Research Journal*. 6, 27–39.
- Bilal E. and Erol M. (2008). Student Understanding of Capacitors in A Dc Circuit, *Balkan Physics Letters*. Special Issue, 642–647.
- Bilal, E.and Erol M., (2009). Investigating Students' Conceptions Of Some Electricity Concepts. *Latin American Journal of Physics Education*. 3 (2), 193-201.
- Boyes, M. C., and Chandler, M. (1992). Cognitive Development, Epistemic Doubt, and Identity Formation in Adolescence. *J. Youth Adolesc*. 21, 277–303.
- Brewe, E. (2008). Modeling Theory Applied: Modeling Instruction in Introductory Physics. *American Journal of Physics*. 76 (12), 1155–1160.

- Brewe, E., Kramer, L. and O'Brien, G. (2009). Modeling instruction: Positive Attitudinal Shifts in Introductory Physics Measured with CLASS. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. 5, 013102, 1–5.
- Brewe, E., Sawtelle, V. And Pamela P. (2007). Impacts of Real-Time Data Collection on Introductory Algebra-Based Physics. <http://arxiv.org/abs/0709.2738> (20 Temmuz 2008)
- Brna, P., (1988). Confronting Misconceptions in the Domain of Simple Electrical Circuits. *Instructional Science*. 17, 29- 55.
- Brownlee, J., Boulton-Lewis, G. and Purdie, N. (2002). Core Beliefs About Knowing and Peripheral Beliefs about Learning: Developing an Holistic Conceptualisation of Epistemological Beliefs. *Australian Journal of Educational and Developmental Psychology*. 2, 1-16.
- Buehl, M. (2003). At the Crossroads of Epistemology and Motivation: Modeling the Relations between Students' Domain-Specific Epistemological Beliefs, Achievement Motivation, and Task Performance. Unpublished Doctoral Thesis. Maryland Universitesi.
- Buehl, M. M., and Alexander, P. A. (2001). Beliefs about Academic Knowledge. *Educational Psychological Review* (Special Issue: Knowledge and Beliefs), 13, 385-418.
- Buehl, M. M., Alexander, P. A. and Murphy, P. K. (2002). Beliefs About Schooled Knowledge: Domain Specific or Domain General?, *Contemporary Educational Psychology*. 27, 415-449.
- Büyüköztürk. Ş. (2001). **Deneyisel Desenler**. Ankara: Pegema Yayıncılık.
- Caillot, M. and Xuan, A. N. (1993). Adults' Misconceptions in Electricity. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.
- Cano, F. (2005). Epistemological Beliefs and Approaches to Learning: Their Change Through Secondary School and Their Influence on Academic Performance. *British Journal of Educational Psychology*. 75, 203–221.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö. (2004). Kavramsal Değişim Yaklaşımı-III: Model Kullanımı, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (2),

377–384.

- Carey, S. (2000). The Origin Of Concepts. *Journal Of Cognition And Development*, 1, 37-41.
- Carey, S. (1991). Knowledge Acquisition: Enrichment or Conceptual Change? In S. Carey and R. Gelman (Eds.), **The Epigenesis of Mind** (257-291). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carey, S., and Smith, C. (1993). On Understanding The Nature of Scientific Knowledge. *Educational Psychologist*. 28(3), 235–251.
- Cartier, J., Rudolph, J. and Stewart, J. (2001). The Nature and Structure of Scientific Models. <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla>. (15 Mayis 2008).
- Cavallo, A. M. L., Potter, W. H. and Rozman, M., (2004). Gender Differences in Learning Constructs, Shifts in Learning Constructs, and Their Relationship to Course Achievement in a Structured Inquiry, Yearlong College Physics Course For Life Science Majors. *School Science And Mathematics*. 104, 288–300.
- Chambers, S. and Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest, and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations In Learning About Direct Current. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2), 107-123.
- Chan, K. (2003). Hong Kong Teacher Education Students' Epistemological Beliefs And Approaches To Learning, *Research in Education*. 69, 36–50.
- Chan, K. W. and Elliott, R. G. (2000). Exploratory Study of Epistemological Beliefs of Hong Kong Teacher Education Students: Resolving Conceptual and Empirical Issues. *Asia Pacific Journal of Teacher Education*. 28 (3), 225–34.
- Chiu, M-H and Lin, J-W. (2005). Promoting Fourth Graders' Conceptual Change of Their Understanding of Electric Current via Multiple Analogies, *Journal of Research in Science Teaching*. 42 (4), 429–464.
- Clement, J. (1981). Solving Problems with Formulas: Some Limitations. *Engineering Education*. 72 (2), 158–162.
- Clement, J. (1982). Student's Preconceptions in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*. 50, 66–71.
- Conley, AM. M., Pintrich, P.R., Vekiri, I. and Harrison, D. (2004). Changes in Epistemological Beliefs in Elementary Science Students. *Contemporary*

- Educational Psychology*. 29, 186–204.
- Coll, R.K. and Treagust, D.F. (2003). Learners' Mental Models of Metallic Bonding: A Cross-Age Study. *Science Education*. 87 (5), 685–707.
- Cooper, P. A. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational Technology*. 33(5), 12–19.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 15 (1), 123–136.
- Cunningham, D. J. (19991), In Defense of Extremism. *Educational Technology*. 31(9), 26–27.
- Çepni, S. (2010). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş. (Geliştirilmiş 5. Baskı). Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, F. (1997). **Fizik Öğretimi**. Ankara: YÖK.
- Çepni, S. and Keleş, E. (2006). Turkish Students' Conceptions About The Simple Electric Circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 4 (2), 269-291
- Çepni, S., Şan, H. M., Gökdere, M. ve Küçük, M. (2001). Fen Bilgisi Öğretiminde Zihinde Yapılanma Kuramına Uygun 7E Modeline Göre Örnek Etkinlik Geliştirme. **Maltepe Üniversitesi Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu**. Bildiri Kitabı s.183-190, İstanbul
- Dahl, T. I., Bals, M. and Turi, A. L. (2005). Relationship Between Beliefs and Academic Learning. *British journal of Educational Psychology*. 75, 257–273.
- Delice, A., Ertekin, E., Aydın, E. ve Dilmaç, B. (2009). Öğretmen Adaylarının Matematik Kaygısı ile Bilgibilimsel İnançları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 6(1), 361–375.
- Demir, Ö. (1997). **Bilim Felsefesi**. Ankara: Vadi Yayınları.
- Demir, Ö. ve Acar, M. (1992) **Sosyal Bilimler Sözlüğü**. Ankara: Vadi Yayınları.
- Demirci, N. and Çirkinoğlu, A. (2004). Determining Students' Preconceptions/Misconceptions in Electricity and Magnetism. *TUSED*. 1(2), 51-54.
- Demirel, Ö. (2004). **Eğitimde Program Geliştirme**. (6. Baskı) Ankara: Pegem A Yayıncılık.

- Deryakulu, D. (2001). **Sınıfta Demokrasi**. Ankara: Eğitim Sen Yayınları.
- Deryakulu, D. (2002). Denetim Odağı ve Epistemolojik İnançların Öğretim Materyalini Kavramayı Denetleme Türü Ve Düzeyi İle İlişkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22, 55–61.
- Deryakulu, D. (Ed.) (2004). **Eğitimde Bireysel Farklılıklar**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Deryakulu, D. ve Bıkmaz, F. Hazır. (2003). Bilimsel Epistemolojik İnançlar Ölçeğinin Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*. 4, 244–257.
- Deryakulu, D. ve Büyüköztürk, Ş. (2002). Epistemolojik İnanç Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Eğitim Araştırmaları*. 8, 111–125.
- Deryakulu, D. ve Büyüköztürk, Ş. (2005). Epistemolojik İnanç Ölçeğinin Faktör Yapısının Yeniden İncelenmesi: Cinsiyet ve Öğrenim Görülen Program Türüne Göre Epistemolojik İnançların Karşılaştırılması. *Eurasian Journal of Educational Research*. 18, 236–252.
- Duell, O. K. and Schommer-Aikins, M. (2001). Measures Of People's Beliefs About Knowledge and Learning. *Educational Psychology Review*. 13 (4), 419–449.
- Duffy, T. M. and Jonassen, D. H. (1991). Constructivism: New Implications for Instructional Technology. *Educational Technology*. 31(5), 7–12.
- Duit, R. and Treagust, D.F. (1995). **“Students’ Conceptions and Constructivist Teaching Approaches” In Improving Science Education**, edited by Barry J. Fraser and Herbert J. Walberg, Chicago: University of Chicago Press, p. 46-69.
- Duit, R. and Treagust, D.F. (Ed.). (1998). **International Handbook of Science Education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers BY, p. 3-25.
- Dupin, J. J. and Johsua, S. (1987). Conceptions of French Pupils Concerning Electric Circuits: Structure and Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (9), 791–806.
- Engelhardt, P.V. and Beichner, R.J. (2004). Students’ Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits. *American Journal of Physics*. 72 (1), 98–115.
- Erdamar, G.K. ve Demirel, M. (2008). Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının

- Duyuşsal ve Bilişsel Öğrenme Ürünlerine Etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*. 6 (4), 629–661.
- Erdem, M. (2008). Karma Öğretmenlik Uygulaması Süreçlerinin Öğretmen Adaylarının Öğretmenlik Öz yeterlik ve Epistemolojik İnançlarına Etkisi. *Eurasian Journal of Educational Research*. 30, 81–98.
- Eroğlu, S. E. ve Güven, K. (2006). Üniversite Öğrencilerinin Epistemolojik İnançlarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 16, 295–312.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (2000). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 18, 93-98.
- Etkina, E., Warren, A. and Gentile, M. (2006). The Role of Models in Physics Instruction. *The Physics Teacher*. 44, 34–39.
- Furio, C and Guisasola, J. (1998). Difficulties in Learning The Concept of Electric Field, *Sci. Educ.*, 82, 511–526.
- Galotti, K. M., Clinchy, B. M., Ainsworth, K. H., Lavin, B., and Mansfield, A. F. (1999). A New Way of Assessing Ways of Knowing: The Attitudes Toward Thinking and Learning Survey (ATTLS). *Sex Roles*. 40, 745–766.
- Gil-Perez, D. and Carrascosa, J. (1990). What to Do About Science ‘Misconceptions’. *Science Education*. 74, 531–540.
- Gömlüksiz, M. N. ve Bulut, İ. (2006). Yeni Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programına İlişkin Öğretmen Görüşleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 16(2), 173-192.
- Gunstone, R.F. (1987). Student Understanding in mechanics: A Large Population Survey. *American Journal of Physics*. 55, 691-696.
- Güneş, M.H. ve Çelikler, D. (2009). **Model Oluşturma Ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Akademik Başarı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi I. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi**, Çanakkale. URL: <http://oc.eab.org.tr/egtconf/pdfkitap/pdf/402.pdf> Erişim tarihi:16/05/2010.
- Hameed, H., Hackling, M. W. and Garnett, P. J. (1993). Facilitating Conceptual Change in Chemical Equilibrium Using a CAI Strategy. *International Journal of Science Education*, 15, 221-230.

- Hammer, D. (1994). Epistemological Beliefs in Introductory Physics. *Cognition and Instruction*. 12(2), 151–183.
- Hammer, D. (1996). More than Misconceptions: Multiple Perspectives on Student Knowledge and Reasoning, and an Appropriate Role for Education Research, *American Journal of Physics*. 64 (10), 1316–1325.
- Halloun, I. (1996). Schematic Modeling for Meaningful Learning of Physics, *Journal of Research in Science Teaching*. 33, 1019–1041.
- Halloun, I. (2003) ‘Evaluating Science and Technology Learning Materials: The Case of the Modeling Curriculum’, Paper presented at UNESCO Regional Workshop on the Evaluation of MST Curricula, Beirut, Lebanon.
- Halloun, A. (2004). **Modeling Theory in Science Education**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Halloun, I. A. and Hestenes, D. (1985). The Initial Knowledge State Of College Physics Students. *American Journal of Physics*. 53 (11), 1043-1048.
- Hand, B. and Treagust, D.F. (1991). Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructivist Framework, *School Science and Mathematics*. 91(4), 172–176.
- Harrison, A.G., and Treagust, D.F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*. 22, 1011-1026.
- Heppner, P. and Peterson, C. H. (1982). The Development And Implications of a Personal Problem Solving Inventory. *Journal of Counseling Psychology*. 29, 66–75.
- Heron, P.R.L. and Meltzer, D.E. (2005). The Future of Physics Education Research: Intellectual Challenges and Practical Concerns. *American Journal of Physics*. 73 (5), 390-394.
- Hestenes, D. (1992). Modeling games in The Newtonian World. *American Journal of Physics*. 60, 732-748.
- Hestenes, D. (1996). Modeling Methodology For Physics Teachers. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*. College Park. <http://modeling.asu.edu/R&E/ModelingMeth-jul98.pdf>, (10.10.2006).
- Hestenes D. (2006). **Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction**. Proceedings of the 2006 GIREP Conference: *Modelling in*

Physics and Physics Education. (20-25 August 2006). Amsterdam.

- Hewson, P. and Hewson, M. (1983). Effect of Instruction Using Students Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 20, 731–743
- Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and Disciplinary Differences in Personal Epistemology. *Contemporary Educational Psychology*. 25, 378–405.
- Hofer, B. K. and Pintrich, P. R. (1997): The Development of Epistemological Theories: Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning”, *Review of Educational Research*, 67(1), 88–140.
- Hubber, P. (2006). Year 12 Students’ Mental Models of the Nature of Light. *Research in Science Education*, 36 (4), 419-439.
- İsen, İ. A. ve Kavcar, N. (2006). Ortaöğretim Fizik Dersi “Yeryüzünde Hareket” Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Ünitenin Öğretim Programının Geliştirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. 20, 84-90.
- Jehng, J. J., Johnson, S.D., and Anderson, R. C. (1993). Schooling and Students’ Epistemological Beliefs About Learning. *Contemp. Educ. Psychol.* 18, 23–35.
- Jonassen, D. H. (1991). Objectivism Versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm. *Educational Technology Research and Development*. 39(3), 5-14.
- Kara, İ., Avcı D. ve Çekbaş,Y. (2008). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık Kavramı İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Araştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 8 (16), 46-57.
- Karal, I. S., Alev, N. ve Yiğit, N. (2009). Öğretmen Adaylarının Elektrikte Alan Bilgisi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4 (4), 1450–1467.
- Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2006). **Fen Eğitiminde Özel Öğretim Yöntemleri I-II**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karasar, N. (2002). **Bilimsel Araştırma Yöntemi**. 11. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Keser Ö.F. ve Akdeniz, A.R. (2002). **Geleneksel Öğrenme Ortamlarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi**. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. (16-18 Ekim 2002). Ankara: ODTÜ.

- Kızılgüneş, B., Tekkaya, C. and Sungur S. (2009). Modeling the Relations Among Students' Epistemological Beliefs, Motivation, Learning Approach, and Achievement. *The Journal of Educational Research*. 102 (4), 243–255.
- Kibble, B. (1999)., How Do You Picture Electricity? *Physics Education*. 34, 226-229.
- King, P.M. and Kitchner, K.S. (1994). *Developing Reflective Judgement: Understanding and Promoting Intellectual Growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Kitchener, K. S. and King, P. M. (1981). Reflective Judgment: Concepts of Justification and Their Relationship to Age and Education. *Journal of Applied Developmental Psychology*. 2(2), 89–116.
- Kotrlik, J.W. and Williams, H. A. (2003). The Incorporation of Effect Size in Information Technology, Learning, and Performance Research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*. 21, 1, 1-7.
- Kuhn, D., Cheney, R. and Weinstock, M. (2000). The Development of Epistemological Understanding. *Cognitive Development*. 15, 309-328.
- Küçüközer, H. and Kocakulah, S. (2007). Secondary School Students' Misconceptions About Simple Electric Circuits. *Journal of Turkish Science Education*. 4, 101–115.
- Küçüközer, H. and Kocakulah, S. (2008). Effect of Simple Electric Circuits Teaching on Conceptual Change in Grade 9 Physics Course, *Journal Of Turkish Science Education*. 5 (1), 59–74.
- Küçüközer, H. (2008). The Effects of 3D Computer Modelling on Conceptual Change about Seasons and Phases of the Moon. *Physics Education*. 43 (6), 632–636.
- Larkin, J.H., McDermott, J, Simon, D.P. and Simon, H.A. (1980). Expert and Novice Performance in Problem Solving Physics Problems. *Science*. 208, 1335–1342.
- Lee, S-J. (2007). Exploring Students' Understanding Concerning Batteries—Theories And Practices. *International Journal of Science Education*. 29 (4), 497–516.
- Lee, Y. and Law, N. (2001). Explorations in Promoting Conceptual Change in

- Electrical Concepts Via Ontological Category Shift. *International Journal of Science Education*. 23, 111–149.
- Malone, K. L. (2006). A Comparative Study of The Cognitive and Meta cognitive Differences between Modeling and Non-Modeling High School Physics Students. Unpublished Doctoral Thesis, Department of Psychology Center for Innovation in Learning, Carnegie Mellon University.
- Maloney, D.P., O’Kuma, T.L., Hieggelke, C.J. and Van Heuvelen, A. (2001). Surveying Students’ Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism. *American Journal of Physcis*. 69 (1), 12–23.
- Meral, M. ve Çolak, E. (2009). Öğretmen Adaylarının Bilimsel Epistemolojik İnançlarının İncelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 27, 129–146.
- Muthukrishna, N., Camine, D., Grossen, B., and Miller S. (1993). Children's Alternative Frameworks: Should The Be Directly Addressed in Science Instruction? *Journal of Research in Science Teaching*. 30, 233–248
- Niedderer, H., Schecker, H., and Bethge, T. (2008). The Role of Computer Aided Modelling in Learning Physics. *Journal of Computer Assisted Learning*. 7(2), 84 – 95.
- Norman, D. (1983). Some Observationson Mental Models. D. Gentner and A.L. Stevens, (Ed.) *Mental Models*. (7–14). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- http://books.google.com/books?hl=tr&lr=lang_en&id=QFI0SvbieOcC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%22Gentner%22+%22Mental+models%22+&ots=rSISTAXzKI&sig=CK2k_-cxm6zyFUtZMSVktH_UIOg (10 Nisan 2009).
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of Model-based Teaching on Pre-service Physics Teachers' Conceptions of the Moon, Moon Phases, and Other Lunar Phenomena. *International Journal of Science Education*. 29 (5), 555–593.
- Olssen, M. (1996). Radical Constructivism and Its Failings: Anti-Realism and Individualism. *British Journal of Educational Studies*. 44(3), 275–295.
- Ongen, D. (2003). Epistemolojik İnançlar ile Problem Çözme Stratejileri Arasındaki İlişkiler: Eğitim Fakültesi Öğrencileri Üzerinde Bir Çalışma. *Eurasian Journal of Educational Research*. 13, 155–162.

- Osborne, R., and Freyberg, P. (1985). **Learning in Science: The Implication of Children's Science**. Auckland: Heinmann.
- Özçelik, D.A. (1997). **Test Hazırlama Kılavuzu**. Üçüncü Baskı. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özçelik, D.A. (1998). **Ölçme ve Değerlendirme**. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özdemir, G. (2007). The Effects of the Nature of Science Beliefs on Science Teaching and Learning. *Eğitim Fakültesi Dergisi*. 20 (2), 355–372.
- Özdemir, G. and Clark, D. B. (2007). An Overview of Conceptual Change Theories, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3 (4), 351–361.
- Özel, M. (2004). Başarılı Bir Fizik Eğitimi İçin Stratejiler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 16, 79-89.
- Özerbaş, M. A. (2007). Yapılandırmacı Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığına Etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*. 5 (4), 609–635.
- Özlem, D. (2008). **Felsefe ve Doğa Bilimleri**. Ankara: Doğu Batı Yayınları.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*. 3 (1), 100–111.
- Pardhan, H and Bano, Y. (2001). Science Teachers' Alternate Conceptions about Direct-Currents. *International Journal of Science Education*. 23 (3), 301-318.
- Park, J., Kim, I., Kim, M. and Lee, M. (2001). Analysis of Students' Processes of Confirmation and Falsification of Their Prior Ideas About Electrostatics. *International Journal of Science Education*. 23(12), 1219–1236.
- Periago, M.C. and Bohigas, X. (2005). A Study of Second-Year Engineering Students' Alternative Conceptions about Electric Potential, Current Intensity and Ohm's Law. *European Journal of Engineering Education*. 30 (1), 71–80.
- Perry, W. G., Jr. (1968). *Patterns of Development in Thought And Values of Students in A Liberal Arts College: A Validation of A Scheme. Final Report*, Bureau Of Study Counsel, Harvard University, Cambridge, Massachusetts. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 024 315). Available in:

- http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED024315&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED024315. (10.05.2009).
- Perry, W. G., Jr. (1997). Cognitive and Ethical Growth: The Making Of Meaning. Arnold and Carreiro-King (Ed.), *College Student Development and Academic Life: Psychological, Intellectual, Social, and Moral Issues*, p 48–88, United States: Taylor & Francis, Inc.
- Petersson, G. (2002). **Description of Cognitive Development from a Constructivist Perspective**. Third European Symposium on Conceptual Change, (June 26–28. 2002), Turku, Finland.
- Picciarelli, V., Di Gennaro, M., Stella, R. and Conte, E. (1991). A Study of University Students' Understanding of Simple Electric Circuits Part 1: Current in D.C. Circuits. *European Journal of Engineering Education*. 16 (1), 41–56.
- Planinic, M. (2006). Assessment of Difficulties of Some Conceptual Areas From Electricity and Magnetism Using The Conceptual Survey of Electricity and Magnetism, *American Journal of Physics*. 74, 1143–1148.
- Planinic, M., Krsnik, R., Pecina, P. and Susac, A. (2005). Overview and Comparison of Basic Teaching Techniques That Promote Conceptual Change in Students, *First European Physics Education Conference*. (July 4-7 2005). Bad Honnef, Germany. Available at http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/epcc/planinic_writeup.pdf (20.05.2010)
- Pocovi, M. C. (2007). The Effects of a History-Based Instructional Material on the Students' Understanding of Field Lines. *Journal of Research in Science Teaching*. 44, 107–132.
- Pocovi, M. C. and Finley, F. (2002). Lines of Force: Faraday's and Students' Views. *Science & Education*. 11, 459–474.
- Pomeroy, D. (1993). Implication of Teacher's Beliefs About the Nature of Science: Comparison of the Beliefs of Scientist, Secondary Science Teachers, and Elementary Teachers. *Science Education*. 77, 261-278.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. and Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual

- Change. *Science Education*. 66 (2), 211–227.
- Qian, G. and Alvermann, D. (1995). Role of Epistemological Beliefs and Learned Helplessness in Secondary School Students' Learning Science Concepts From Text. *Journal of Educational Psychology*. 87(2), 282–292.
- Raghavan, K. and Glaser, R. (1995). Model-based Analysis and Reasoning in Science: The MARS Curriculum. *Science Education*, 79(1), 37-61.
- Ramsdell, M. W. (2004). The Design, Development, and Assessment of Advanced Modelling Based Projects in Introductory Physics. Unpublished Doctoral Thesis. Clarkson University.
- Redish, E.F. and Steinberg, R.N. (1999). Teaching Physics: Figuring Out What Works. *Physics Today*. 52, 24–30.
- Richards, J., Barowy, W. and Levin, D. (1992). Computer Simulations in the Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*. 1(1), 67- 79.
- Saarelainen, M, Laaksonen, A. and Hirvonen, P.E. (2007). Students' Initial Knowledge of Electric and Magnetic Fields—More Profound Explanations And Reasoning Models For Undesired Conceptions. *Eur. J. Phys.* 28, 51–60.
- Saban, A. (2002). **Öğrenme-Öğretme Süreci**. Ankara: Nobel Yayınları.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. and Brewer, W.F. (1998). Mental Models of the Earth, Sun and the Moon: Indian Children's Cosmologies. *Cognitive Development*. 11, 491-521.
- Sauer, T. (2000). The Effect Of Mathematical Model Development on the Instruction of Acceleration to Introductory Physics Students. Unpublished Doctoral Thesis. Faculty of The Graduate School of The University of Minnesota.
- Schommer, M. (1990). The Effects of Beliefs About The Nature of Knowledge on Comprehension. *Journal of Educational Psychology*. 82, 498–504.
- Schommer, M. (1993). Epistemological Development and Academic Performance Among Secondary Students. *Journal of Educational Psychology*. 85, 406–411.
- Schommer-Aikins, M. and Easter, M. (2006). Ways of Knowing and Epistemological Beliefs Combined Effect on Academic Performance. *Educational Psychology*, 26, 411-423.
- Schraw, G., Dunkle, M. E., and Bendixen, L.D. (1995). Cognitive Processes in Well-

- Defined And Ill-Defined Problem Solving. *Appl. Cogn. Psychol.* 9, 523–538.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2002). **Cinsiyetin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Farklı Alt Kategorilerine Etkisi.** V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi – Özetler kitabı, 128.
- Serway, R.A (1996). **Fen ve Mühendislik İçin Fizik Modern Fizik İlaveli.** Çev. Edt: Çolakoğlu, K. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Shipstone, D.M., Jung, W. and Dupin, J.J. (1988). A Study of Students' Understanding of Electricity in Five European Countries. *International Journal of Science Education.* 10(3), 303–316.
- Singh, C. (2006). Student Understanding of Symmetry and Gauss's Law of Electricity. *Am. J. Phys.* 74 (10), 923–936.
- Sins, P. H. M., Savelsbergh, E. R. and van Joolingen, V. R. (2005). The Difficult Process of Scientific Modelling: An Analysis of Novices' Reasoning During Computer-Based Modelling. *International Journal of Science Education.* 27 (14), 1695–1721.
- Smith, E.L., Blakeslee, T. D. and Anderson, C. W. (1993). Teaching Strategies Associated With Conceptual Change Learning in Science. *Journal of Research in Science Teaching.* 30(2), 111–126.
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C. and Hennessey, M. G. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. *Cognition and Instruction.* 18(3), 349–422.
- Sönmez, V. (2005). **Eğitim Felsefesi.** (7. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Songer, N. B. and Linn, M. C. (1991). How do Students' Views Of Science Influence Knowledge Integration? *Journal of Research in Science Teaching.* 28(9), 761–784.
- Stathopoulou, C. and Vosniadou, S. (2007). Exploring The Relationship Between Physics-Related Epistemological Beliefs And Physics Understanding. *Contemporary Educational Psychology.* 32, 255–281.
- Şahin, M. (2009). Correlations of Students' Grades, Expectations, Epistemological Beliefs and Demographics in a Problem-Based Introductory Physics Course.

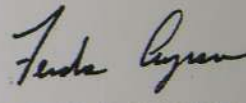
- International Journal of Environmental & Science Education*. 4 (2), 169–184.
- Şahin, N., Şahin, N. H. and Heppner, P. P. (1993). The Psychometric Properties of The Problem Solving Inventory. *Cognitive Therapy And Research*. 17, 379–396.
- Şahinel, S. (2002). **Eleştirel Düşünme**. Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Şaşan, H. H. (2002). Yapılandırmacı Öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim*. 74-75, 49-52.
- Şimşek, A. & Deryakulu, D. (1994). **Kubaşık Kümelerde Akran Etkileşimini Artırmanın Bir Yolu Olarak Türetimci Öğrenme**. Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Birinci Eğitim Bilimleri Kongresi. Adana: Çukurova Üniversitesi.
- Tan, Ş. ve Erdoğan, A. (2004). **Öğretimi Planlama ve Değerlendirme**. Altıncı Baskı. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Terzi, A. R. (2005). Üniversite Öğrencilerinin Bilimsel Epistemolojik İnançları Üzerine Bir Araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 7 (2). 298–311. <http://www.sosbil.aku.edu.tr/dergi/c7s2.htm> (10. 11. 2009).
- Thacker, B. A., Ganiel, U and Boys, D. (1999). Macroscopic Phenomena and Microscopic Processes: Student Understanding of Transients in Direct Current Electric Circuit. *Phys. Educ. Res.* 67, 25–31.
- Thornton, R. K. (1999), Using The Results of Research in Science Education to Improve Science Learning, Keynote address to the International Conference on Science Education, Nicosia, Cyprus, January. <http://probesight.concord.org/what/articles/thornton.pdf>, (10 Nisan 2009)
- Törnkovist, S., Pettersson, K. A. and Tranströmer, G. (1993). Confusion by Representation: On Student's Comprehension Of The Electric Field Concept. *American Journal of Physics*. 61, 335–338.
- Trautwein, U. and Lüdtke, O. (2007). Epistemological Beliefs, School Achievement, and College Major: A Large-Scale Longitudinal Study on The Impact of Certainty Beliefs. *Contemporary Educational Psychology*. 32, 348–366.
- Treagust, F. D. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

- Trowbridge, D.E., and L.C. McDermott (1981). Investigation of Student Understanding of the Concept of Acceleration in One Dimension. *American Journal of Physics*. 48, 242-253.
- Tsai, C. C. (1999). "Laboratory Exercises Help Me Memorize The Scientific Truths": A study of Eighth Grades Scientific Epistemological Views and Learning in Laboratory Activities. *Science Education*, 83, 654-674.
- Turgut, G. Ş. (2007). Yapılandırmacı Yaklaşım Dayalı Öğretimin Lise Fizik Öğrencilerinin Epistemolojik İnanışlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- URL1.
http://ttkb.meb.gov.tr/ogretmen/modules.php?name=Downloads&d_op=view_download&cid=75&min=10&orderby=titleA&show=10 (01.01.2010).
- URL2. Misconceptions About Electricity and Magnetism.
http://www.huntel.net/rsweetland/science/misconceptions/elect_magnet.html (10. 05.2006).
- URL3. Misconceptions About Electricity and Magnetism. Available at:
<http://www.phy.uct.ac.za/courses/phy205h/altconcem.htm> (08.10.2006).
- URL4. "Students' Alternative Conceptions in Introductory Physics" in Helping Students Learn Physics Better. Available at:
<http://phys.udallas.edu/altconcept>. (08.10.2006).
- URL5. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Epistemoloji> (10.04.2010).
- URL6. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgi> (15.04.2010).
- URL7. http://modeling.la.asu.edu/Modelingpub/Mechanics_curriculum/%20Intro%20stuff/4-Mod%20Cycle%20overview.pdf (12.03.2006).
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen Eğitimi ve Modeller. *Milli Eğitim Dergisi*. 171, 188-195.
- Van den Berg, E and Grosheide, W. (1993). Electricity at Home: Remediating Alternative Conceptions through Redefining Goals and Concept Sequences and Using Auxiliary Concepts and Analogies in 9th Grade Electricity Education. In *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Misconceptions Trust.

- Vosniadou, S., and Brewer, W. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cogn. Sci.* 18, 123–183.
- Vosniadou, S. (2002). Mental Models in Conceptual Development. In L. Magnani & N. Nersessian Model-Based Reasoning: Science, Technology, Values, New York: *Kluwer Academic Press*. Available in: http://www.cs.phs.uoa.gr/el/staff/vosniadou/Mental%20Models%20in%20Conceptual%20Development_en.pdf. (5 Mayıs 2008).
- Viennot, L. And Rainson, S. (1992). Student's Reasoning About The Superposition of Electric Fields, *International Journal of Science Education*. 14, 475–87.
- Wang, T. and Andre, T. (1991). Conceptual Change Text versus Traditional Text Application Questions versus No Questions in Learning about Electricity, *Contemporary Educational Psychology*. 16, 103-116.
- Wells, M., Hestenes, D. and Swackhamer, G. (1995). A Modeling Method for High School Physics Instruction. *American Journal of Physics*. 63 (7), 606-619.
- White, B.Y. (1993). ThinkerTools: Causal Models, Conceptual Change, and Science Education. *Cognition and Instruction*. 10 (1), 1–100.
- Windschitl, M. and Andre, T. (1998). Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*. 35 (2), 145–160.
- Woolridge, D. K. (2000). Formal Modeling in an Introductory College Physics Course. Unpublished Master Thesis. Faculty of Education Memorial University of Newfoundland.
- Yağbasan, Y. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 13, 102–120.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy Ö. ve Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları, *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 16 (1), 67-82.
- Yumuşak, A. (2008). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı-Sıcaklık, Mekanik ve Elektrik Konularındaki Kavram Yanılgıları ve Nedenlerinin Araştırılması. *Millî Eğitim*. 180 (Güz), 123–132.

EKLER

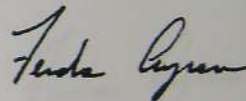
EK 1. UYGULAMA İZİN BELGESİ

	TC DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığı	<u>Buca/İZMİR</u>								
SAYI : B.30.2.DEÜ.0.36.00.01/020										
KONU :		27.03.08 • 1400								
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE (Öğrenci İşleri)										
İLGİ: 04.03.2008 tarih ve B.30.2.DEÜ.0.F8.00.01-500/460 sayılı yazınız.										
İlgi yazınız ile, Enstitünüz Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Doktora Programı 2004950071 numaralı öğrencisi Esra BİLAL'in tez çalışması için Fakültemiz'de deneysel uygulama isteği bildirilmiştir.										
Adı geçen öğrencinin Fakültemiz'de deneysel uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.										
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.										
		 Prof.Dr.Ferda AYSAN DEKAN								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">GELEN EVRAK</td> </tr> <tr> <td style="width: 15%;">Tarih:</td> <td>28. MART 2008</td> </tr> <tr> <td>Sayı No :</td> <td>3179</td> </tr> <tr> <td>Dosya No :</td> <td>İstasyon Cad. 135 Sk. No:5 Buca-İZMİR Tel: 0 232 420 48 82 Fax: 0 232 420 48 95</td> </tr> </table>			GELEN EVRAK		Tarih:	28. MART 2008	Sayı No :	3179	Dosya No :	İstasyon Cad. 135 Sk. No:5 Buca-İZMİR Tel: 0 232 420 48 82 Fax: 0 232 420 48 95
GELEN EVRAK										
Tarih:	28. MART 2008									
Sayı No :	3179									
Dosya No :	İstasyon Cad. 135 Sk. No:5 Buca-İZMİR Tel: 0 232 420 48 82 Fax: 0 232 420 48 95									

EK 2. KATILIMCI İZİN BELGESİ

Katılımcı İzin Formu*		
Projenin Başlığı: Elektrik Konusundaki Kavramsal Anlama, Epistemolojik İnançlarla İlişkisi ve Modelleme Yoluyla Öğretimi Proje Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa EROL Araştırmacının Adı: Esra BİLAL Katılımcının Sembolik Tanımı: Temel Fizik II Dersini Alan İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı Öğrencisi Her bir maddede belirtilen durumları kutuya <u>Evet</u>, <u>Hayır</u> veya <u>Kısmen</u> yazarak açıklayınız.		
1. Yukarıda adı geçen proje için 27.02.2008 tarihli Katılımcı Bilgilendirme Formunu okudum, araştırma konusu ve benden istenilenler açık ve net olarak tarafımdan anlaşılmıştır.	☐	
2. Bilgilendirme sürecinde, sorularıma tatmin edici cevaplar verildi. Olası sorularım için araştırmacıya nasıl ulaşacağımı biliyorum.	☐	
3. Çalışmaya gönüllü olarak katıldığımı ve herhangi bir neden olmadan istediğim anda çalışmadan geri çekilme ve istemediğim bazı sorulara yanıt vermeme hakkımın olduğunu biliyorum.	☐	
4. Çalışma sonuçlarında ismimin benden izinsiz kullanılmayacağı konusunda bilgilendirildim.	☐	
5. Görüşme sürecinde ses ve video kayıt izin hakkımın olduğunu biliyorum.	☐	
6. Cevaplarımın nasıl değerlendirileceğini biliyorum.	☐	
7. Sonuçlara ulaşma hakkımın olduğunu biliyorum.	☐	
_____	27.02.2008	_____
Katılımcının Adı	Tarih	İmza
Prof. Dr. Mustafa EROL	27.02.2008	_____
Araştırmacı veya İzni Alan Kişinin Adı	Tarih	İmza
* DEÜ, EBE, Etik Kurulu Formudur. Bu belgeden katılımcı ve danışmana birer kopya verilir.		

EK 3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARININ GELİŞTİRİLMESİ İÇİN ALINMIŞ İZİN BELGESİ

	TC DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ Buca Eğitim Fakültesi Dekanlığı							
SAYI : B.30.2.DEÜ.0.36.00.01/020 KONU :		<u>Buca/İZMİR</u>						
22.02.08- 0878								
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE (Öğrenci İşleri)								
İLGİ: 13.02.2008 tarih ve B.30.2.DEÜ.0.F8.00.01-500/298 sayılı yazınız.								
İlgi yazınız ile, Enstitünüz Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Doktora Programı 2004950071 numaralı öğrencisi Esra BİLAL'in tez çalışması için Fakültemiz'de ölçek uygulama isteği bildirilmiştir.								
Adı geçen öğrencinin Fakültemiz'de ölçek uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.								
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.								
								
Prof.Dr.Ferda AYSAN DEKAN								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">GELEN EVRAK</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Tarih: 28.02.2008</td> <td style="width: 50%;">Tarih: 28.02.2008</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Sayı: 878</td> <td style="width: 50%;">Sayı: 878</td> </tr> </table>			GELEN EVRAK		Tarih: 28.02.2008	Tarih: 28.02.2008	Sayı: 878	Sayı: 878
GELEN EVRAK								
Tarih: 28.02.2008	Tarih: 28.02.2008							
Sayı: 878	Sayı: 878							
Istasyon Cad. 135 Sk. No:5 Buca-İZMİR Tel: 0 232 420 48 82 Fax: 0 232 420 48 95								

EK 4.

ÜNİTELER BAZINDA ÖĞRENCİ KAZANIMLARI

ELEKTRİK ALANLAR ÜNİTESİ KAZANIMLARI
1. Elektrik yüklerinin özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler; 1.1. Doğada pozitif(+) ve negatif (-) olmak üzere iki farklı tür yük bulunduğunu belirtir. 1.2. Eşit sayıda pozitif ve negatif yük içeren cisimleri nötr (yüksüz) cisim olarak adlandırır. 1.3. Maddelerin elektron kazanarak ya da kaybederek yüklenebileceklerini açıklar. 1.4. Aynı tür elektrik yüklerinin birbirini ittiklerini, zıt türdeki elektrik yüklerin birbirlerini çektiklerini ifade eder. 1.5. Yükün korunumlu olduğunu açıklar. 1.6. Yükün kuantumlu olduğunu açıklar. 1.7. Yük birimi olarak coulomb'u kullanır. 1.8. Cisimlerin etki, dokunma ve sürtünme yoluyla elektriklenmelerini açıklar. 1.9. Elektriklenmenin teknolojideki ve bazı doğa olaylarındaki uygulamaları hakkında örnekler vererek tartışır. 1.10. Topraklanma olayının negative yüklü cisimden toprağa, ya da topraktan pozitif yüklü cisme elektron geçişi ile oluştuğunu belirtir.
2. Yalıtkanlar ve iletkenler ile ilgili olarak öğrenciler; 2.1. İletkenlerin sahip oldukları yük fazlalığının yüzeylerine dağıldığını ifade eder. 2.2. İletken ve yalıtkan maddeler üzerindeki yük dağılımlarını çizerek

gösterir.

3. Yüklü cisimler arasındaki etkileşim ile ilgili olarak öğrenciler;

- 3.1. Coulomb Yasasının yalnızca noktasal yüklere uygulanabileceğini belirtir.
- 3.2. Yüklü parçacıkların birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetlerinin yük miktarlarına bağlı olmaksızın eşit büyüklükte olduğunu açıklar.
- 3.3. Yüklü parçacıklar arasındaki kuvvetin yükler arasındaki uzaklıkla ilişkisini deneyerek keşfeder.
- 3.4. Yüklü parçacıklar arasındaki kuvvetin yüklerin büyüklüğü ile ilişkisini deneyerek keşfeder.
- 3.5. Yüklü parçacıkların bulunduğu ortamın elektriksel geçirgenliğinin parçacıklar arasındaki kuvvet üzerindeki etkisini tartışır.
- 3.6. Coulomb Kuvvetinin korunumlu bir kuvvet olduğunu ifade eder.
- 3.7. Elektriksel kuvvet birimi olarak newton'u kullanır.
- 3.8. Coulomb Yasası ve Evrensel Kütle Çekim Yasasını ilişkilendirir.
- 3.9. Yükler topluluğunun bir yüke uyguladığı elektriksel kuvveti her birinin o yüke uyguladığı elektriksel kuvvetin vektörel toplamı olduğunu açıklar.

4. Elektrik alan ile ilgili olarak öğrenciler;

- 4.1. Elektriksel alan ile elektriksel kuvvet ve birim yük arasındaki ilişkiyi açıklar.
- 4.2. Elektrik alan ve elektriksel kuvvet kavramlarını ayırt eder.
- 4.3. Elektrik alan birimi olarak newton/coulomb'u kullanır.
- 4.4. Bir yük dağılımı için nokta yük yaklaşımı yapmanın ne zaman geçerli olduğunu tartışır.
- 4.5. Yükler topluluğunun bir noktada oluşturduğu toplam elektrik alanın, bütün yüklerin elektrik alanlarının vektörel toplamını alarak

bulunduğunu ifade eder.

4.6. Sürekli bir yük dağılımının bir noktada oluşturduğu elektrik alanı, yük dağılımının bütün Δq elemanlarından ileri gelen alanların vektörel toplamını alarak bulunduğunu ifade eder.

4.7. Elektrik alana koyulan yüklü parçacığa alan doğrultusunda bir yük etki ettiğini deneyerek keşfeder.

4.8. Düzgün elektrik alan ve değişken elektrik alan kavramları arasındaki farkı açıklar.

4.9. Elektrik alan çizgilerinin birbirlerini kesmediklerini ifade eder.

4.10. Elektrik alan çizgilerinin gerçek olmadıkları elektrik alanı açıklamak için kullandıklarını ifade eder.

4.11. Elektrik alan çizgi sayısının elektrik yükü ile ilişkisini açıklar.

4.12. Yük fazlalığı olması durumunda elektrik alan çizgilerinin pozitif yükten çıkarak negatif yükte ya da sonsuzda son bulacaklarını ifade eder.

4.13. Yüklü iletken ya da yalıtkan cisimler arasındaki elektrik alan çizgilerini çizerek gösterir.

5. Düzgün elektrik alandaki yüklü parçacıkların hareketi ile ilgili olarak öğrenciler;

5.1. Düzgün elektrik alandaki yüklü cisme etkiyen kuvvetin sabit olacağını ifade eder.

5.2. Elektrik alandaki yüklü bir cismin hareketini Newton Yasaları ile ilişkilendirerek açıklar.

GAUSS YASASI ÜNİTESİ KAZANIMLARI

1. Elektrik akısı ile ilgili olarak öğrenciler;

1.1. Elektrik akısını, elektrik alan çizgilerinin bir ölçüsü olarak ifade eder.

1.2. Bir yüzeyden geçen elektrik akısını, elektrik alan şiddeti ve yüzey

kavramlarını cinsinden ifade eder.

- 1.3. Elektrik akısı birimi olarak newton.metre²/coulomb'u kullanır.
- 1.4. Kapalı bir yüzeyden geçen toplam elektrik akısının sıfır olduğunu yüzeyden geçen elektrik alan çizgilerini kullanarak açıklar.
- 1.5. Gauss Yasasını bir yüzeyden geçen net akı, Gauss yüzeyi içindeki net yük ve boşluğun elektriksel geçirgenliği kavramlarını ilişkilendirerek ifade eder.
- 1.6. Gauss yasasının yüksek simetrlili yük dağılımında daha kullanışlı olduğunu açıklar.

2. Gauss Yasasının yüklü iletkenler ve yalıtkanlara uygulanması ile ilgili olarak öğrenciler;

- 2.1. Gauss Yasasını kullanarak yüklü iletken ve yalıtkan cisimlerin içindeki yüzeyindeki ve dışındaki elektrik alanını yorumlar.
- 2.2. Yüklü iletken bir cismin içerisindeki, yüzeyindeki ve dışındaki elektrik alanı elektrik alan çizgilerini oluşturduğu deneyde keşfeder.
- 2.3. Elektrik alan çizgilerinin birbirlerini kesmediklerini deneyerek keşfeder.
- 2.4. Düzgün biçimli olmayan bir iletkende, yüzeyce eğrilik yarıçapının en küçük olduğu sivri uçlarda, yüklerin toplanma eğiliminde olduğunu deneyerek keşfeder.
- 2.5. Yüklü bir iletkenin hemen dışındaki elektrik alanının büyüklüğünü yüzeyce yük yoğunluğu ve boşluğun elektriksel geçirgenliği cinsinden ifade eder.

ELEKTRİKSEL POTANSİYEL ÜNİTESİ KAZANIMLARI

1. Elektriksel potansiyel enerji ve potansiyel farkı ile ilgili olarak öğrenciler;

- 1.1. Korunumlu kuvvet tarafından yapılan iş ile potansiyel enerji değişimi arasındaki ilişkiyi açıklar.
- 1.2. Elektriksel potansiyel enerji ile potansiyel farkı (gerilim) arasındaki

ilişkiyi açıklar.

1.3. Potansiyel fark birimi olarak volt, potansiyel enerji birimi olarak joule'ü kullanır.

1.4. Zıt yüklü paralel levhalar arasındaki elektrik alan ile potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi yorumlar.

1.5. Noktasal bir yükün kendisinden belli uzaklıkta oluşturduğu potansiyelinin yükün büyüklüğü ile ilişkisini deneyerek keşfeder.

1.6. Noktasal bir yükün kendisinden belli uzaklıkta oluşturduğu potansiyelinin uzaklıkla ilişkisini deneyerek keşfeder.

1.7. Ortamın elektriksel geçirgenliğinin noktasal bir yükün kendisinden belli uzaklıkta oluşturduğu potansiyele etkisini tartışır.

1.8. Yükler topluluğunun bir noktada oluşturdukları toplam elektriksel potansiyelin yüklerin tek tek oluşturdukları potansiyellerin skaler toplanarak bulunabileceğini ifade eder.

1.9. Bir q yükünü düzgün elektrik alandaki iki nokta arasında hareket ettirmek için yapılan işin yoldan bağımsız oluşunu açıklar.

1.10. Elektrik alanın sıfır olduğu bir noktada elektriksel potansiyelin sıfır olması gerekmediğini açıklar.

1.11. Yüklü iletkenlerin yüzeylerinin eş potansiyelde olduğunu deneyerek keşfeder.

2. Eşpotansiyel yüzeyler ile ilgili olarak öğrenciler;

2.1. İletken yüklü bir cismin içindeki, yüzeyindeki ve dışındaki eşpotansiyel yüzeyleri deneyle ölçerek çizer.

2.2. Yüklü cisimler etrafındaki cisimler eşpotansiyel yüzeyleri çizerek gösterir.

2.3. Eşpotansiyel yüzeyler ve elektrik alan çizgileri arasındaki ilişkiyi açıklar.

2.4. Bir yükü eş potansiyel yüzeyler üzerinde ve arasında hareket ettirirken iş

yapılıp yorulmadığını yorumlar.
SİĞA ve DİELEKTRİKLER ÜNİTESİ KAZANIMLARI
1. Sığa kavramı ile ilgili olarak öğrenciler; 1.1. Bir kondansatörün sığasının iletkenlerden birinin üzerindeki yük ve iletkenler arasındaki uzaklık ile ilişkilendirerek açıklar. 1.2. Paralel plakalı bir kondansatörün sığasının plakaların büyüklüğü ile değişimini deneyerek keşfeder. 1.3. Paralel plakalı bir kondansatörün sığasının plakalar arasındaki uzaklık ile değişimini deneyerek keşfeder. 1.4. Paralel plakalı bir kondansatörün sığasının plakaların arasındaki ortamın dielektrik katsayısına bağlı olarak ile değişimini deneyerek keşfeder. 1.5. Bir kondansatörün sığasının onun geometrik özelliklerine bağlı olduğunu açıklar. 1.6. Sığa birimi olarak farad'ı kullanır. 1.7. Farklı kondansatör tipleri ile ilgili örnekler verir. 1.8. Kondansatörlerin teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir.
2. Kondansatörlerin bağlanması ile ilgili olarak öğrenciler; 2.1. Kondansatörlerin seri ve paralel olarak bağlanmaları durumunda eşdeğer sığa, yük ve gerilim değerlerinin değişimini deneyerek keşfeder. 2.2. Bir kondansatörün plakaları arasını tam doldurmayacak şekilde iletken ya da yalıtkan madde yerleştirilmesi durumunda devrenin eşdeğer devresini çizer.
3. Yüklü kondansatörlerde depolanan enerji ile ilgili olarak öğrenciler; 3.1. Elektrik enerjisinin kondansatörlerde nasıl depolanabileceğini açıklar. 3.2. Yüklü kondansatörlerde depolanan enerjinin kondansatörün sığası, depolanan yük ve potansiyel farkı kavramlarını kullanarak açıklar. 3.3. Paralel plakalı bir kondansatörde depolanan enerjinin kondansatörün

geometrik özellikleri ve plakalar arasındaki elektrik alan ile ilişkilendirerek açıklar.

AKIM ve DİRENÇ ÜNİTESİ KAZANIMLARI

1. Elektrik akımı ile ilgili olarak öğrenciler;

- 1.1.** Bir iletken den geçen elektrik akımını, yük ve zaman ile ilişkilendirerek ifade eder.
- 1.2.** Elektronların sürüklenme hızlarının oldukça düşük olmasına rağmen bir lambanın yanma süresinin nasıl çok kısa olabileceğini tartışır.
- 1.3.** Elektrik akımı ve kesit alanı ile ilişkilendirerek akım yoğunluğunu açıklar.
- 1.4.** Elektrik devrelerinde akımın oluşması için kapalı bir devre olması gerektiğini deneyerek fark eder.
- 1.5.** Basit elektrik devrelerindeki elektrik akımını ölçmek için ampermetre kullanır.
- 1.6.** Bir elektrik devresindeki akımın yönünün üreticinin pozitif kutbundan, negatif kutbuna doğru kabul edildiğini ifade eder ve devre şeması üzerinde çizerek gösterir.
- 1.7.** Elektrik enerjisi kaynaklarının, devreye elektrik akımı sağladığını ifade eder.

2. Ohm Kanunu ile ilgili olarak öğrenciler;

- 2.1.** Uçları arasına bir potansiyel farkı uygulanmış iletken için akım yoğunluğu, elektrik alan ve iletkenin iletkenliğini kullanarak Ohm Yasasını ifade eder.
- 2.2.** Potansiyel fark, direnç ve akım şiddeti kavramları arasındaki ilişkiyi kullanarak Ohm Yasasını ifade eder.
- 2.3.** Basit elektrik devrelerinde potansiyel farkı ölçmek için voltmetre kullanır.

2.4. Akım birimi olarak amper, potansiyel fark birimi olarak volt'u kullanır.
3. Direnç kavramı ile ilgili olarak öğrenciler; 3.1. Bir iletkenin direncinin iletkenin cinsine bağlı olarak değişimini deneyerek keşfeder. 3.2. Bir iletkenin direncinin iletkenin boyuna bağlı olarak değişimini deneyerek keşfeder. 3.3. Bir iletkenin direncinin iletkenin kesit alanına bağlı olarak değişimini deneyerek keşfeder. 3.4. Bir iletkenin direncinin akım şiddeti ve uçları arasındaki potansiyel farkına bağlı olarak değişmediğini deneyerek keşfeder. 3.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilimin, üzerinden geçen akıma oranının devre elemanının direnci olarak adlandırıldığını ifade eder. 3.6. Direnç birimi olarak ohm kullanır. 3.7. Bir iletkenin öz direncinin sıcaklıkla değişimini açıklar. 3.8. Bir iletkenin direncini ölçmek için ohmmetre kullanır.
4. Elektriksel enerji ve güç ile ilgili olarak öğrenciler; 4.1. Bir iletkeneye verilen gücü, akım şiddeti, potansiyel farkı ve direnç ile ilişkilendirerek açıklar. 4.2. Ev aletlerindeki enerji dönüşümlerine örnekler vererek açıklar. 4.3. Güç birimi olarak watt'ı kullanır.
DOĞRU AKIM DEVRELERİ ÜNİTELERİ KAZANIMLARI
1. Elektromotor kuvvet (emk) kavramı ile ilgili olarak öğrenciler; 1.1. Bir kaynağın emk'ni birim yük başına yük olarak ifade eder. 1.2. Basit bir elektrik devresinde bataryanın uçları arasındaki voltajın emk, akım şiddeti ve iç direnç ile ilişkilendirerek ifade eder. 1.3. emk birimi olarak volt'u kullanır.

2. Dirençlerin seri ve paralel bağlanmaları ile ilgili olarak;

- 2.1.** Dirençlerin seri ve paralel bağlı oldukları devreler kurarak gösterir.
- 2.2.** Dirençlerin seri ve paralel bağlanması durumunda, eşdeğer direnç, akım, potansiyel farkı değişimlerini deneyerek keşfeder.
- 2.3.** Dirençlerin seri ve paralel bağlanmasından kaynaklanan avantaj ve dezavantajları açıklar.
- 2.4.** Seri bağlı dirençlerden geçen akım şiddetinin eşit olduğunu deneyerek fark eder.
- 2.5.** Paralel bağlı dirençlerden geçen akım şiddetleri toplamının ana koldan gelen akım şiddetine eşit olduğunu deneyerek fark eder.
- 2.6.** Bir düğüm noktasına gelen akımlar toplamının düğüm noktasını terk eden akımlar toplamına eşit olduğunu deneyerek fark eder.
- 2.7.** Herhangi bir kapalı devre boyunca devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel değişimlerin cebirsel toplamının sıfır olduğunu deneyerek fark eder.
- 2.8.** Kirchhoff Kurallarını kullanarak karmaşık elektrik devrelerinin eşdeğer devrelerini çizer.
- 2.9.** Ampermetrenin devreye seri, voltmetrenin devreye paralel bağlanması gerektiğini açıklar.

2.10. RC devreleri ile ilgili olarak öğrenciler;

- 2.1.** Bir pil, direnç ve kondansatörün seri bağlandığı RC devresinde kondansatörün yüklenmesi ve boşalması durumlarında devreden geçen elektrik akımı ve kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkının zamanla değişim grafiklerini deneyerek çizer.
- 2.2.** Bir kondansatörün yüklenmesi ve boşalması sırasında akımın, potansiyel farkının ve yükün zamanla değişiminin nelere bağlı olduğunu açıklar.
- 2.3.** Kondansatör maksimum yüklendiğinde devreden akım geçmeyeceğini ve potansiyel düşmesinin yalnızca kondansatörün uçları arasında

olacağını fark eder.

EK 5. ELEKTRİK BAŞARI TESTİ

ELEKTRİK BAŞARI TESTİ

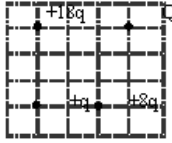
Adınız Soyadınız:
Anabilim Dalı/Smuf:

Aşağıdaki sorular için uygun seçeneği işaretleyiniz.

Başarılar.

Esra Bilal, Prof. Dr. Mustafa Erol

1. $+18q$, $+q$, $+8q$ ve Q yüklerinden oluşan sistemde $+q$ yükü hareket etmeden kaldığına göre Q/q oranı kaçtır? ($+18q$, $+8q$ ve Q yükleri yerlerine sabitlenmiştir.)

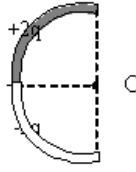


- A) $18\sqrt{2}$ B) $-36\sqrt{2}$
C) $-18\sqrt{2}$ D) $1/36\sqrt{2}$
E) $36\sqrt{2}$

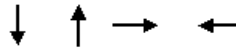
2. $+4C$ ve $-10C$ yüklü aralarında d kadar uzaklık bulunan A ve B parçacıkları birbirlerine F kadar elektriksel kuvvet uygulamaktadır. A parçacığının yükü 2 katına çıkarılıp, B yüküne uzaklığı yarıya indirilirse yüklerin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetin F cinsinden değeri nedir?

- A) $8F$ B) $4F$ C) F D) $1/4F$ E) $1/8F$

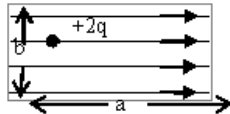
3. $+2q$ ve $-2q$ yükleri üzerlerinde homojen olarak dağılmış çeyrek küre parçası şeklindeki yalıtkan iki cisim şeklindeki gibi perçinlendiğinde O noktasında oluşacak elektrik alanın yönü hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?



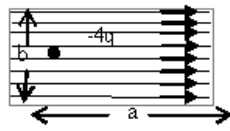
- A) B) C) D) E) Sıfırdır.



4. $+2q$ yüklü m kütleli bir tanecik yarıçapının önemsenmediği ve elektrik alan çizgileri şeklindeki gibi olduğu ortama koyulduğunda t saniye sonra hızı v oluyor.

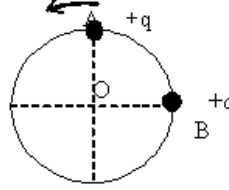


$-4q$ yüklü $2m$ kütleli bir tanecik yarıçapının önemsenmediği ve elektrik alan çizgileri şeklindeki gibi olan bir ortama bırakılırsa t saniye sonra hızının büyüklüğü kaç v olur? (elektrik alan çizgileri orantılı çizilmiştir.)



- A) $2v$ B) $4v$ C) v D) $\sqrt{2}v$ E) 0

5. B noktasındaki $+q$ yükünün sabit olduğu sistemde A noktasındaki $+q$ yükü dairesel yörüngede şeklindeki gibi $12s$ lik periyotla sabit hızla dolmaktadır. Yüklerin $t=0$ anındaki konumları şeklindeki gibi ise;

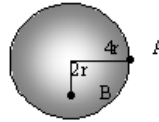


- I. $3s$ sonra O noktasındaki elektrik alan sıfır olur.
II. $9s$ sonra O noktasındaki elektrik alan maksimum olur.
III. $t=0$ ve $t=6s$ anında O noktasındaki elektrik alanlar vektörel olarak aynıdır.

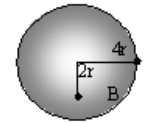
İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) I B) III C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

6. $+4q$ yükü üzerinde düzgün dağılmış olan yalıtkan içi dolu bir kürenin yüzeyindeki A noktasındaki elektrik alanının büyüklüğü E ise küre merkezinden $2r$ uzaklıktaki B noktasındaki elektrik alan kaç E dir?



- A) 0 B) $1/2$ C) 1 D) 2 E) 4



7. $+4q$ yüklü iletken içi dolu bir kürenin yüzeyindeki A noktasındaki elektrik alanının büyüklüğü E ise küre merkezinden $2r$ uzaklıktaki B noktasındaki elektrik alan kaç E dir?

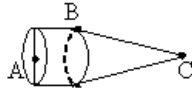
- A) 0 B) $1/2$ C) 1 D) 2 E) 4

8. Aşağıda gösterilen A, B ve C kapalı yüzeylerinden geçen net elektrik akıları Φ_A , Φ_B ve Φ_C nin büyüklüklerine göre sıralaması hangi seçenekte doğru verilmiştir?



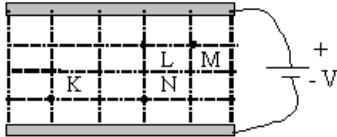
- A) $\Phi_A = \Phi_B < \Phi_C$
 B) $\Phi_A = \Phi_B = \Phi_C = 0$
 C) $\Phi_A > \Phi_B > \Phi_C$
 D) $\Phi_A < \Phi_B < \Phi_C$
 E) $\Phi_A = \Phi_B > \Phi_C$

9. Aşağıdaki pozitif yüklü cismin yüzeyindeki A, B ve C noktalarındaki elektrik alanların büyüklükleri E_A , E_B ve E_C nin doğru sıralaması hangi seçenekte verilmiştir?



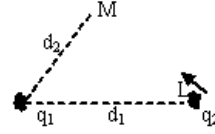
- A) $E_A > E_C > E_B$
 B) $E_C < E_A < E_B$
 C) $E_A = E_B = E_C$
 D) $E_A > E_B > E_C$
 E) $E_A < E_B < E_C$

10. $+q$ yüklü bir parçacığı K noktasından L noktasına getirmek için elektriksel kuvvetlere karşı yapılan iş W_1 , M noktasına getirmek için yapılan iş W_2 ve N noktasına getirmek için yapılan iş W_3 ün büyüklüklerine göre doğru sıralaması hangi seçenekte verilmiştir? (Yerçekimi ve sürtünmeler önemsizdir)



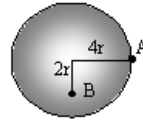
- A) $W_1 = W_3 < W_2$
 B) $W_1 = W_2 > W_3$
 C) $W_1 = W_2 = W_3$
 D) $W_2 > W_1 > W_3$
 E) $W_2 < W_1 < W_3$

11. Hareketsiz q_1 yükünden d_1 kadar uzakdaki L noktasındaki q_2 yükünü q_1 den d_2 uzaklıktaki M noktasına götürmek için yapılan iş aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?



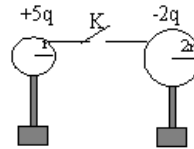
- A) q_1 yükünün büyüklüğüne
 B) q_2 yükünün büyüklüğüne
 C) d_1 uzaklığına
 D) d_2 uzaklığına
 E) L-M arasında izlenen yola

12. $+4q$ yüklü iletken içi dolu bir kürenin yüzeyinde yer alan A noktasındaki elektriksel potansiyelin büyüklüğü V ise küre merkezinden $2r$ uzaklıktaki B noktasının elektriksel potansiyel kaç V dir?



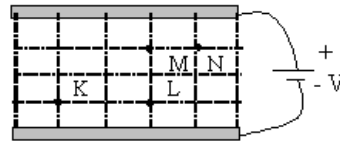
- A) $1/2$ B) $1/4$ C) 1 D) $1/16$ E) 0

13. $+5q$ yüklü r yarıçaplı ve $-2q$ yüklü $2r$ yarıçaplı iletken küreler iletken tellere bağlıdır. K anahtar açık konumda iken birbirlerine F kuvveti uygulayan kürelerin anahtar kapatılıp tekrar açıldığında birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvet kaç F olur?



- A) $1/10$ B) $3/10$
 C) $1/5$ D) $10/3$
 E) 1

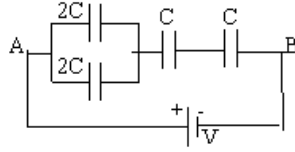
14. Aşağıdaki şekle göre hangi noktalar arasındaki potansiyel farkı sıfırdır?



- I. K-L
 II. L-N
 III. M-N
 IV. L-M

- A) Yalnız II
 B) Yalnız IV
 C) I ve III
 D) Hiçbirinde sıfır değildir.
 E) Tümünde sıfırdır.

15. Sığaları $2C$ ve C olan kondansatörlerden oluşan aşağıdaki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer sığa kaç C dir?



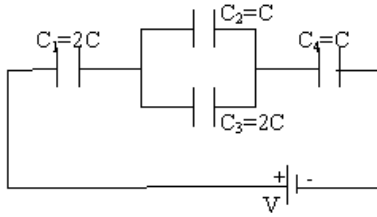
- A) $1/2$ B) $4/9$ C) $9/4$ D) 3 E) 6

16. Kondansatörlerle ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi/ hangileri doğrudur?

- I. Kondansatörlerin sığası geometrik şekillerine bağlıdır.
- II. Paralel plakalı bir kondansatörün depolayabileceği maksimum yük plakalarının büyüklüğünden bağımsızdır.
- III. Paralel plakalı bir kondansatörün plakaları arasındaki potansiyel farkının değişimi sığasında değişime yol açar.

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III
D) I ve III E) I, II ve III

17. Aşağıdaki devrede dolduktan sonra depoladıkları yükler eşit olan kondansatörler hangileri dir?



- A) Yalnız $C_1=C_3$
B) Yalnız $C_2=C_4$
C) Yalnız $C_1=C_4$
D) Yalnız $C_2=C_3$
E) Hiçbirinin eşit değildir.

18. Soru 17 deki devrede levhaları arasındaki potansiyel farkı eşit olan kondansatörler hangileridir?

- A) Yalnız $C_1=C_3$
B) Yalnız $C_2=C_4$
C) Yalnız $C_1=C_4$
D) Yalnız $C_2=C_3$
E) Hiçbirinin eşit değildir.

19. Herhangi bir güç kaynağına bağlı olmayan yüklü bir kondansatörün levhaları arasını tam dolduracak şekilde dielektrik bir madde yerleştirilmektedir. Bu durumda kondansatörün sığası için hangisi doğrudur?

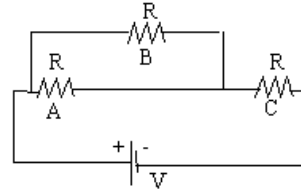
- A) Sığası artar.
B) Sığası belli bir değere kadar azalır.
C) Sığası sıfıra kadar azalır.
D) Sığası değişmez.
E) Bu bilgiler soruyu yanıtlamak için yetersizdir.

20. Paralel plakalı bir kondansatörde depolanan enerji aşağıdaki işlemlerin hangisinin yapılmasıyla artar?

- I. Uçları arasındaki potansiyel farkını artırarak
- II. Plakaları arasındaki uzaklığı artırarak
- III. Plakalarının büyüklüğünü artırarak

- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve II
D) I ve III
E) I, II ve III

21. Aşağıdaki devrede özdeş dirençlerde harcanan güç P_A , P_B ve P_C nin doğru sıralaması hangi seçenekte verilmiştir?

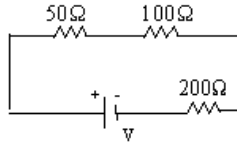


- A) $P_C > P_A > P_B$
B) $P_A > P_B > P_C$
C) $P_C > P_A = P_B$
D) $P_C < P_B = P_A$
E) $P_A = P_B = P_C$

22. İletken bir telin uzunluğu ve üzerinden geçen akım 2 katına çıkılıp, kesit alanı yarıya indirilirse direnci ilk direncinin kaç katı olur?

- A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) $1/4$

23. Aşağıdaki devrede 50Ω , 100Ω ve 200Ω luk dirençlerinden geçen akım şiddetleri I_1 , I_2 ve I_3 ün doğru sıralaması hangi seçenekte verilmiştir?



- A) $I_1 > I_2 > I_3$
- B) $I_1 < I_2 < I_3$
- C) $I_1 = I_2 = I_3$
- D) $I_1 = I_3 > I_2$
- E) $I_1 = I_3 < I_2$

24. Maddelerin öz dirençleri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- I. Öz direnç saf maddeler için ayırt edici özelliktir.
- II. Metallerin öz direnci sıcaklıkla artar.
- III. Öz direnç bir maddenin birim uzunluk ve kesitinin direncidir.

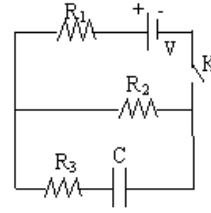
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) II ve III
- E) I, II ve III

25. Aşağıda bazı özellikleri verilmiş dirençlerden hangileri Ohm Kanuna uygundur?

- I. Üzerine uygulanan voltaj 2 katına çıkarıldığında üzerinden geçen akım 3 kat artan A direnci.
- II. İçindeki akım yoğunluğu elektrik alanla doğru orantılı olan B direnci
- III. Uçları arasındaki potansiyelin üzerinden geçen akım şiddetine oranı sabit olan C direnci

- A) Yalnız A direnci
- B) Yalnız B Direnci
- C) Yalnız C direnci
- D) B ve C direnci
- E) A, B ve C direnci

26. Bir kondansatör ve üç özdeş dirençten oluşan aşağıdaki devrede K anahtarı kapatılıp kondansatör tamamen dolana kadar hangi dirençlerden akım geçer?

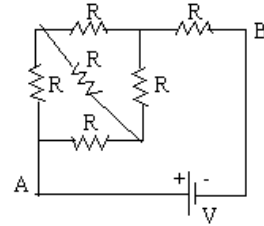


- A) Yalnız R_1
- B) R_1 ve R_2
- C) R_1 ve R_3
- D) R_1 , R_2 ve R_3
- E) Hiçbirinden geçmez.

27. Soru 26 daki devrede K anahtarı kapatılıp kondansatör maksimum yük değerine kadar dolduruluyor. Bu andan sonra hangi dirençlerden akım geçer?

- A) Yalnız R_1
- B) R_1 ve R_2
- C) R_1 ve R_3
- D) R_1 , R_2 ve R_3
- E) Hiçbirinden geçmez.

28. Aşağıdaki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç R dir?



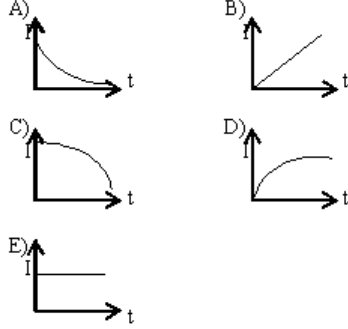
- A) R B) 2R C) 0 D) 3R E) 6R

29. İç direnci olan bir pil ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

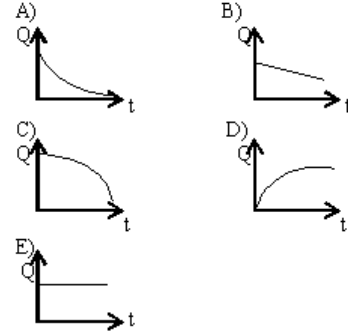
- I. Pilin negatif ucundan çıkıp devreyi dolaşıp pozitif ucuna gelen bir elektronun elektriksel potansiyel enerjisi azalır.
- II. Bir pilin içinde, kutupları arasında, pilin dışındakine eşit bir akım vardır.
- III. Bir direnç ve pilden oluşan kapalı bir devrede akım geçiyorken pilin çıkış voltajı elektromotor kuvvetinden küçüktür.

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) I ve II
- D) I, II ve III
- E) Hiçbiri

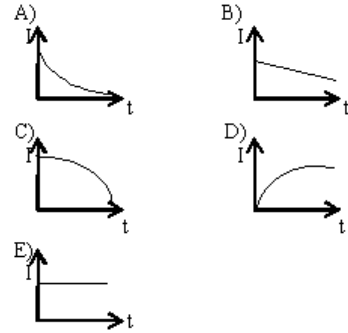
30. Aşağıdakilerden hangisinde bir kondansatörün dolması olayında devreden geçen akımın zamana bağlı değişimi doğru olarak çizilmiştir?



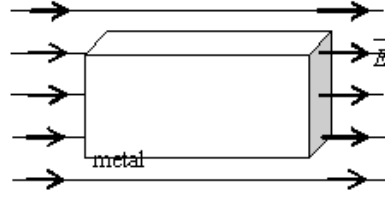
31. Aşağıdakilerden hangisinde bir kondansatörün boşalması olayında levhalarında depolanan yükün zamana bağlı değişimi doğru olarak çizilmiştir?



32. Aşağıdakilerden hangisinde bir kondansatörün boşalması olayında devreden geçen akımın zamana bağlı değişimi doğru olarak çizilmiştir?



Bilgi: Metal nötr bir blok elektrik alan çizgilerinin aşağıdaki gibi olduğu bölgeye yerleştirilmiştir. (6., 7. ve 8. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız.)



6. Metal bloğun içerisindeki elektrik alana ilişkin olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Dış elektrik alan eşit aynı yönlü bir iç elektrik alan oluşur.
- B) Dış elektrik alandan küçük ve aynı yönlü bir iç elektrik alan oluşur.
- C) Dış elektrik alandan küçük ve zıt yönlü bir elektrik alan oluşur.
- D) Elektrik alan yoktur.

Yanıtınızı Açıklayınız:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Düzgün E elektrik alana koyulan metal blok yerine yalıtkan bir blok olsaydı yalıtkanın içindeki elektrik alana ilişkin olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Dış elektrik alan eşit aynı yönlü bir iç elektrik alan oluşur.
- B) Dış elektrik alandan küçük ve aynı yönlü bir iç elektrik alan oluşur.
- C) Dış elektrik alandan küçük ve zıt yönlü bir elektrik alan oluşur.
- D) Elektrik alan yoktur.

Yanıtınızı Açıklayınız:

.....

.....

.....

.....

.....

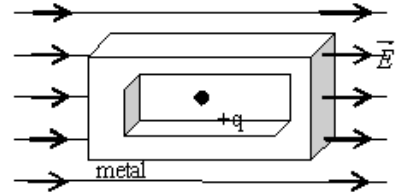
.....

.....

.....

.....

8. Metal blok elektrik alana yerleştirildikten uzun bir süre sonra içerisinde bir bölümü çıkarılarak oluşan oyuk içerisine +q yükü aşağıdaki gibi yerleştirilmektedir. Bu durumda +q yükünün hareketi nasıldır (yerçekimi önemsizdir)?



- A) Dış elektrik alanla aynı yönlü hızlanan hareket yapar.
- B) Dış elektrik alanla aynı yönlü sabit hızlı hareket eder.
- C) Dış elektrik alana zıt yönde hızlanan hareket yapar.
- D) Hareket etmez.

Yanıtınızı Açıklayınız:

.....

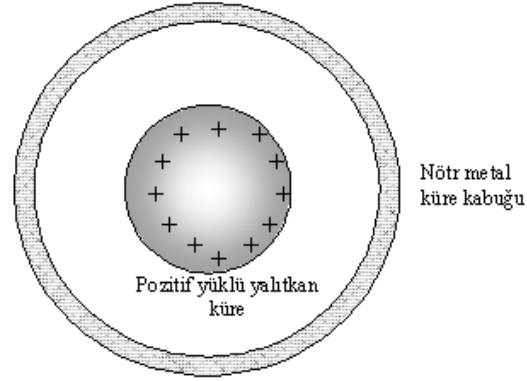
.....

.....

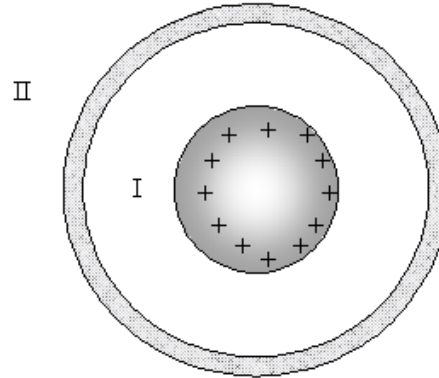
.....

.....

Bilgi: Pozitif yüklü yalıtkan küre ve onun etrafını tamamen saran nötr metal bir küre kabuğu aşağıdaki gibi durmaktadır. (12. soruyu bu bilgiye göre yanıtlayınız)



12. Küre ile küre kabuğu arasındaki I nolu bölgede ve küre kabuğunun dışındaki II nolu bölgelerdeki elektrik alan çizgilerini çizerek gösteriniz.



Yanıtınızı

Açıklayınız:

.....

.....

.....

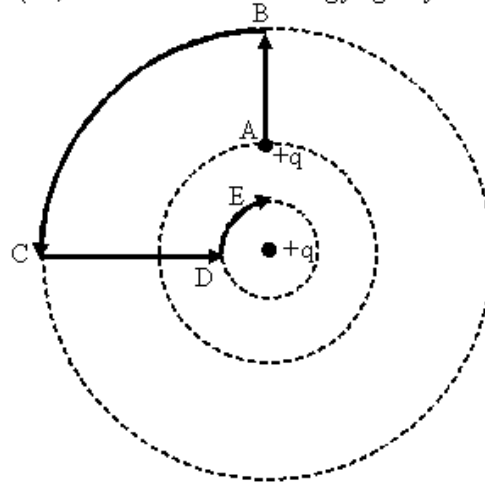
.....

.....

.....

.....

Bilgi: Aşağıdaki şekilde $+q$ yükünün etrafındaki 1V, 2V ve 3V luk eş potansiyelli noktalar kesik çizgilerle gösterilmiştir. Başka bir $+q$ deneme yükü ABCDE yolu boyunca hareket ettirilmektedir. Yerçekimi önemsizdir. (13., 14. ve 15. soruları bu bilgiye göre yanıtlayınız.)



13. Hangi yol ya da yollar boyunca yapılan işler sonucu parçacığın potansiyel enerjisinde bir artış olmuştur?

- A) Yalnızca A-B yolu boyunca
B) Yalnızca B-C yolu boyunca
C) Yalnızca C-D yolu boyunca
D) Yalnızca D-E yolu boyunca

Yanıtınızı Açıklayınız:

15. Hangi yollar arasında yapılan iş en fazladır?

- A) A-B
B) B-C
D) C-D
E) D-E

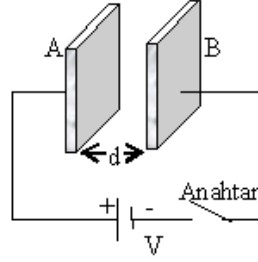
Yanıtınızı Açıklayınız:

14. Hangi yol ya da yollar boyunca parçacığı hareket ettirmek için dışarıdan ya da elektriksel kuvvetler tarafından iş yapılmıştır?

- A) A-B ve C-D yolu boyunca
B) B-C ve D-E yolu boyunca
C) Tüm yollar boyunca
D) Hiçbirinde.

Yanıtınızı Açıklayınız:

Bilgi: Aralarında kuru hava (yalıtkan) bulunan, yüzey alanları eşit iletken A ve B levhaları aralarında d kadar uzaklık olacak şekilde birbirlerine paralel olarak yerleştirilerek bir kondansatör oluşturulmuştur ve levhalar bir pilin kutuplarına iletken tellerle bağlanarak aşağıdaki devre kurulmuştur. (16, 17. ve 18. soruları bu bilgilere göre yanıtlayınız.)



16. Anahtar kapatıldığında A ve B levhalarındaki yükün büyüklüğü ve işareti hakkında söylenenlerden hangisi doğrudur?

- A) A levhası pozitif, B levhası negatif eşit büyüklükte yükle yüklenir.
- B) A levhası negatif, B levhası pozitif eşit büyüklükte yükle yüklenir.
- C) Yalnızca B levhası negatif yükle yüklenir.
- D) Levhalarda yük depolanmaz.

Yanıtınızı Açıklayınız:

Yanıtınızı Açıklayınız:

18. Levhalar arasında kuru hava var iken K anahtarı kapatılıp bir süre beklenildikten sonra, anahtar açılıp A ve B metal levhaları arasını tam dolduracak şekilde **dielektrik** bir madde koyulmaktadır. Kondansatörün sığasındaki değişim için hangisi doğrudur?

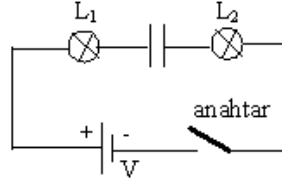
- A) Kondansatörün sığası bir miktar azalır.
- B) Kondansatörün sığası artar.
- C) Kondansatörün sığası değişmez.
- D) Kondansatörün sığası sıfıra düşer.

17. A ve B metal levhaları arasını tam dolduracak şekilde **iletken** bir madde koyulup anahtar kapatılmaktadır. Levhalardaki yükün büyüklüğü ve işareti için hangisi doğrudur?

- A) A levhası pozitif, B levhası negatif eşit büyüklükte yükle yüklenir.
- B) A levhası negatif, B levhası pozitif eşit büyüklükte yükle yüklenir.
- C) Yalnızca B levhası negatif yükle yüklenir.
- D) Levhalarda yük depolanmaz.

Yanıtınızı Açıklayınız:

Bilgi: İç direnci önemsiz bir pil, anahtar ve özdeş L_1 ve L_2 lambaları arasında bir kondansatör yerleştirilerek aşağıdaki devre oluşturulmuştur. (22., 23. ve 24. soruları bu bilgilere göre yanıtlayınız)

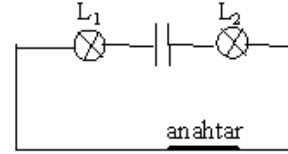


22. Anahtar kapatıldığı anda hangi lamba ya da lambaların yanması beklenir?

- A) Yalnız L_1
- B) Yalnız L_2
- C) L_1 ve L_2
- D) Hiçbiri yanmaz.

Yanıtınızı Açıklayınız:

24. Anahtar kapatılıp uzun bir süre beklenildikten sonra devreden pil çıkarılarak anahtar kapatıldığı anda hangi lamba ya da lambaların yanması beklenir?



- A) Yalnız L_1 yanar.
- B) Yalnız L_2 yanar.
- C) L_1 ve L_2 yanar.
- D) Hiçbiri yanmaz.

Yanıtınızı Açıklayınız:

23. K anahtarı kapalıp kondansatör tamamen yüklendikten sonra hangi lamba ya da lambaların yanması beklenir?

- A) Yalnız L_1
- B) Yalnız L_2
- C) L_1 ve L_2
- D) Hiçbiri yanmaz

Yanıtınızı Açıklayınız:

EK 7. ELEKTRİK YAZILI SINAVI

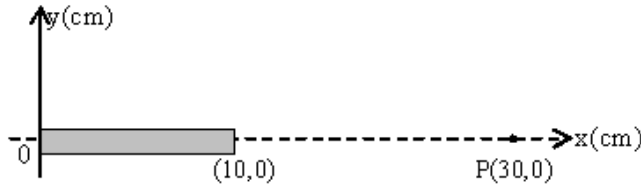
ELEKTRİK YAZILI SINAVI (EYS)

AD-SOYAD:
ANABİLİM DALI -SINIF:
NUMARA:

TARİH:
İMZA:

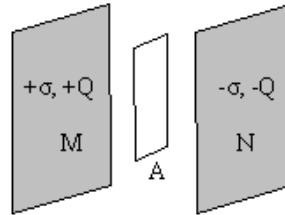
SORULAR

SORU 1: $L=10\text{cm}$ uzunluklu bir çubuğun toplam yükü $Q=+25\mu\text{C}$ dur.



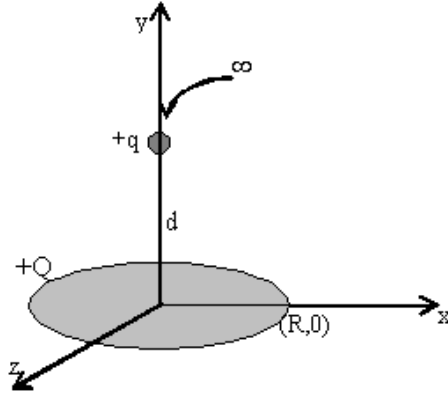
- Çubuk üzerindeki yük yoğunluğunun düzgün olduğunu düşünerek boyca yük yoğunluğunu hesaplayınız.
- Orijinden 30cm uzaklıktaki $P(30,0)$ noktasındaki elektrik alanı Q ve L bileşenleri cinsinden hesaplayınız.
- $P(30,0)$ noktasına $q=+2\mu\text{C}$ luk yük konulduğunda çubuk tarafından yüke etkiyen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.
- $P(30,0)$ noktasındaki $q=+2\mu\text{C}$ luk yükün serbest bırakılması durumunda yapacağı hareketi açıklayınız.
- $P(30,0)$ noktasındaki $q=+2\mu\text{C}$ luk yükün hareket etmeden kalabilmesi için $q'=+5\mu\text{C}$ luk ikinci bir yükün nereye yerleştirilmesi gerektiğini bulunuz.

SORU 2: $+\sigma$ ve $-\sigma$ düzgün yük yoğunluklu, sırasıyla $+Q$ ve $-Q$ yüklü, yalıtkan, sonsuz büyüklükteki M ve N plakaları birbirlerine paralel olarak yerleştirilmiştir.



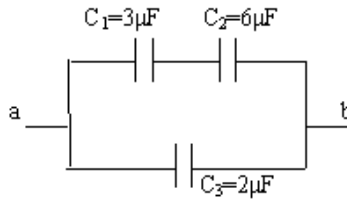
- Plakalar arasında herhangi bir noktadaki elektrik alanın büyüklüğünü yük yoğunluğu σ cinsinden bulunuz.
- Plakalara paralel düzlemsel A yüzeyinden geçen elektrik akısını bulunuz.
- Düzlemsel A yüzeyinin yük yoğunluğu $-\sigma$ olan N plakasına doğru hareket etmesiyle düzlemden geçen elektrik akısı değişimini yorumlayınız.
- Düzlemsel A yüzeyinin M plakasına doğru 30° dönmesi durumunda üzerinden geçen elektrik akısını bulunuz.
- Düzlemsel A yüzeyinin N plakasına doğru 90° dönmesi ve diğer plakalara dik olması durumunda üzerinden geçen elektrik akısını bulunuz.

SORU 3: xz düzleminde yük yoğunluğu σ , yarıçapı R olan düzgün yüklenmiş bir diskin toplam yükü +Q dur.



- Disk eksenini (y eksenini) boyunca diskten d kadar uzaklıktaki bir noktadaki elektriksel potansiyelini bulunuz.
($\int u^n dn = u^{n+1}/(n+1)$)
- +q yüklü bir parçacığı sonsuzdan, disk eksenini boyunca d kadar uzaklığa getirmek için yapılması gereken iş nedir?
- B seçeneğinde oluşan sistemin elektriksel potansiyel enerjisini bulunuz.
- +q yüklü tanecik y eksenini boyunca d noktasından 2d noktasına götürmek için yapılması gereken işi bulunuz.

SORU 4: C_1 , C_2 , C_3 kondansatörleri kullanılarak aşağıdaki gibi bir devre kurulmuştur.

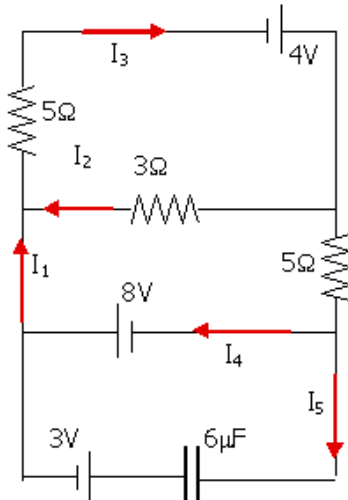


- a ve b noktaları arasındaki eşdeğer sığayı bulunuz.
- a ve b noktaları arasına 10V luk gerilim uygulandığında her bir kondansatörde depolanan yükü bulunuz.
- a ve b noktaları arasına 10V luk gerilim uygulandığında her bir kondansatörün plakaları arasındaki potansiyel farkını bulunuz.
- Kondansatörler yüklendikten sonra a-b noktaları

arasındaki güç kaynağı ile ilişkileri kesiliyor ve $C_3=2\mu F$ lık kondansatörün plakaları arasına dielektrik sabiti $\kappa=10$ olan bir madde konuluyor. Bu durumda eşdeğer sığanın, kondansatörlerde depolanan yükün ve kondansatörlerin plakaları arasındaki potansiyel farkının nasıl değişeceğini yorumlayınız.

SORU 5: 100W lık güç çeken bir lamba 120V luk çalışma potansiyeli altında çalıştırılmaktadır.

- Elektrik akımını tanımlayarak, lambadan geçen akımı bulunuz.
- Lambanın direncini bulunuz.
- Lamba zamanla ısınmakta ve sıcaklığı 27° den 75° ye çıkmaktadır. Bu durumda direncindeki değişimi bulunuz (lambanın tungsten telinin sıcaklık katsayısı $\alpha=4,5 \cdot 10^{-3}(C^\circ)^{-1}$)



SORU 6: Yanda verilen çok ilmekli devreyi Kirchhoff Kurallarını kullanarak çözümleyiniz (iç dirençler önemsizdir).

- Kondansatör maksimum yüke ulaştığında (kararlı durum) I_1 , I_2 , I_3 , I_4 ve I_5 akımlarının değerlerini bulunuz
- Kondansatör maksimum yüküne ulaşana kadar kondansatörden geçen akımın zamanla değişim grafiğini çizin.

EK 8. BİLİMSEL BİLGİNİN DOĞASINA YÖNELİK İNANÇLAR ÖLÇEĞİ

Bu ölçek, sizlerin bilimsel bilginin (fizik, biyoloji, kimya) doğası hakkındaki inançlarınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Her cümleyi dikkatle okuduktan sonra yaklaşık 3 saniye kadar düşünüp kendinize en uygun seçeneği işaretleyiniz. Hiçbir maddeyi boş bırakmayınız.

Katılımınız ve göstermiş olduğunuz ilgi için teşekkür ederiz.

Adınız Soyadınız:

Anabilim Dalınız/ Sınıfınız:

Esra BİLAL, Prof. Dr. Mustafa

EROL

Fizik Eğitimi Anabilim Dalı

No	Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnanç Cümleleri	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	Bilim insanların doğa olaylarını açıklamak amacıyla ortaya koyduğu teoriler zamanla değişebilir.					
2	Bir yasanın geçerli olup olmadığı farklı kültürlerle göre değişmez.					
3	Bilimsel bilgiyi anlamanın en iyi yolu onu kafamızda yeniden yapılandırmaktır.					
4	Bilim insanının önsezileri yeni bir bilgiye ulaşmak için önemlidir.					
5	Günümüzde kabul görmüş bir teori geçerliliğini sonsuza kadar koruyamayabilir.					
6	Bilimsel bilgiyi bilmek demek onu kelime kelime sözle ifade etmek demek değildir.					
7	Aynı deneysel verilere bakan iki bilim insanını farklı yorumlar yapabilir.					
8	Bilimsel bilginin öğrenilmesi için illaki bir otorite (öğretmen vb) tarafından açıklanması gerekmez.					
9	Bu maddede kararsızım seçeneğini işaretleyip devam ediniz.					
10	Bir yasanın geçerli olup olmayışı ülkelere (coğrafi konuma) göre değişmez.					
11	Bilimsel bir yasa zamanla yeni karşılaşılan durumlar karşısında yetersiz kalsa bile bazı olayları açıklayabilir.					
12	Bilimsel bilginin çoğalması için hayal gücü önemlidir.					
13	Bilim insanının ortaya koyduğu bir bilgiyi bile sorgulamak gereklidir.					
14	Doğrudan gözlenemeyen olaylarda bilim insanları hayal güçlerini kullanabilirler.					

EK 9. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME SORULARI

Doğadaki elektriksel yükler ve yüklenme

1. Bir cismin elektriksel olarak nötr olması ne anlama gelmektedir?
2. Bir cisim hangi yolla pozitif yüklü hale gelebilir?
3. Bir cisim hangi yolla negatif yüklü hale gelebilir?

Yüklü cisimler arasındaki elektriksel kuvvet

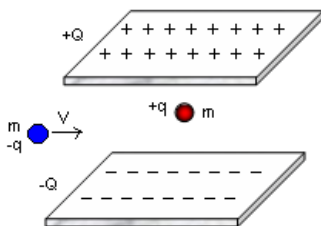
Kütleleri ve yük miktarları eşit olan noktasal iki cismin aşağıdaki gibi yerleştirilmiştir.



4. Cisimlerin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetleri çizerek büyüklüklerini karşılaştırınız.
5. Sağ taraftaki cismin yalnızca yük miktarı 4 katına çıkarılırsa yanıtınız değişir mi? Nasıl?
6. Sağ taraftaki cismin yalnızca işareti değiştirilirse yanıtınız değişir mi? Nasıl?
7. Cisimler arasındaki uzaklık 5 katına çıkarılırsa yanıtınız değişir mi? Nasıl?
8. Cisimler arasındaki ortam değiştirilirse yanıtınız değişir mi? Nasıl?
9. Sağ taraftaki cismin yalnızca kütlesi 2 katına çıkarılırsa yanıtınız değişir mi? Nasıl?
10. Bu iki yükün serbest bırakılması halinde nasıl bir hareket yapmalarını beklersiniz?

Elektrik alan

11. Yukarıdaki cisimler arasındaki elektrik alan çizgilerini çizerek gösteriniz.
12. Sağdaki cismin yük miktarı iki katı ve zıt işaretli olsaydı cisimler arasındaki elektrik alan çizgilerini çizerek gösteriniz.
13. Çizdiğiniz elektrik alan çizgileri üzerinde ve çizgiler arasındaki bir noktaya rastgele bir yük yerleştirin. Bu yüklere kuvvet etki eder mi? Nedenini açıklayınız.
14. Bu çizgiler üzerindeki noktalarda elektrik alanın büyüklüğünü karşılaştırınız.
15. Elektrik alanı görselleştirmek için kullanılan elektrik alan çizgileri gerçekte var mıdır?
16. Düzgün elektrik alan çizgileri çizerek bu çizgiler üzerindeki ve arasındaki pozitif ve negatif yüklerin durumunu açıklayınız.
17. Birbirine yakın biri nötr ve diğeri pozitif yüklü iletken küreler çizin. Bu küreler arasındaki elektrik alan çizgilerini çizerek gösteriniz.



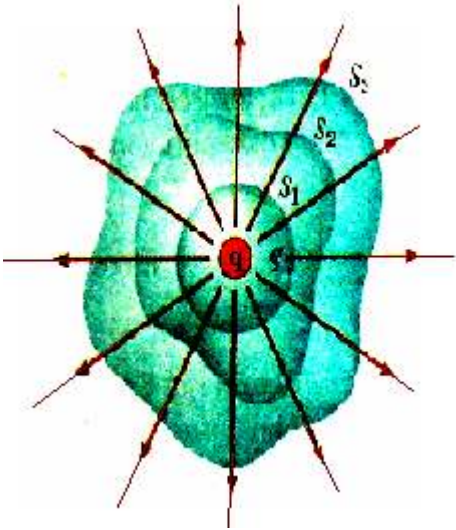
Düzgün elektrik alandaki parçacığın hareketi

$+Q$ ve $-Q$ yüklü metal iki levha birbirine paralel olarak yerleştirilmiştir.

18. Plakalar arasındaki pozitif yüklü cisme etkiyen kuvvetleri çizerek gösteriniz. Cismin serbest bırakılması durumunda hareketini açıklayınız.

19. $-q$ yüklü bir başka cisim plakalar arasına sabit hızla girerse cisim üzerine etkiyen kuvvetleri gösteriniz. Yapacağı hareketi açıklayınız.

Elektrik akısı



S_2 ve S_3 üç boyutlu kapalı yüzeylerden geçen toplam elektrik akısını karşılaştırınız?

24. $+q$ yükü S_1 yüzeyinin içinden çıkartılıp S_2 yüzeyinin içinde kalacak şekilde yerleştirilirse S_1 , S_2 ve S_3 üç boyutlu kapalı yüzeylerden geçen toplam elektrik akısını karşılaştırınız?

20. Elektrik akısı kavramını nasıl açıklarsınız.

21. $+q$ noktasal yükünü saran S_1 , S_2 ve S_3 üç boyutlu kapalı yüzeylerden geçen toplam elektrik akısını karşılaştırınız.

22. $+q$ noktasal yükünü saran S_1 , S_2 ve S_3 üç boyutlu kapalı yüzeylerden geçen toplam elektrik akısı yoğunluğunu karşılaştırınız.

23. $+q$ yükünün yerine $-2q$ yükü koyulmuş olsaydı yükü saran S_1 ,

Gauss Yasası - Yüklü İletken ve Yalıtkanlara Uygulanması



İçerisi dolu top



İçerisi boş top

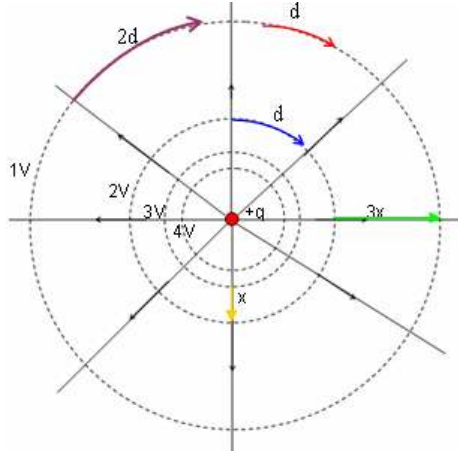
Eşit büyüklükteki toplardan birinin içi dolu diğerinin içi boştur. Her iki topta küresel şekle sahiptir ve düzgün olarak eşit büyüklükte pozitif yükle yüklenmişlerdir.

25. Topların alüminyumdan yapıldıklarını düşünürsek merkezlerinden eşit uzaklıkta içlerindeki, yüzeylerindeki ve dışlarındaki bir noktadaki elektrik alanı karşılaştırınız.

26. İçerisi boş kürenin merkezine küre ile aynı büyüklük fakat zıt işaretli noktasal bir yük yerleştirilirse yanıtınız nasıl değişir?

27. Topların plastikten yapıldıklarını düşünürsek merkezlerinden eşit uzaklıkta içlerinde, yüzeylerinde ve dışlarındaki bir noktadaki elektrik alanı karşılaştırınız.

Eş Potansiyel Eğrileri – İş



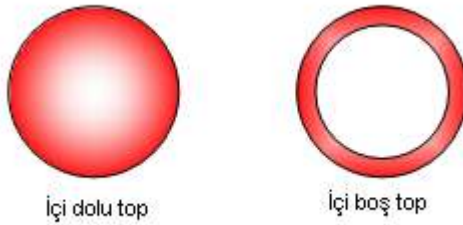
28. Bir $+q$ yükü etrafında 1V, 2V, 3V ve 4V luk eş potansiyel yüzeyleri çiziniz.

Yandaki resimde noktasal $+q$ yükünün oluşturduğu elektrik alan çizgileri düz çizgilerle ve eş potansiyel eğrileri de (1V, 2V, 3V ve 4V için) kesikli çizgilerle gösterilmiştir.

29. Başka bir $+q$ yükü mor çizgi (2d) kırmızı çizgi (d) ve mavi çizgi (d) yolları boyunca hareket ettirilirse yapılan işleri karşılaştırınız.

30. Başka bir $+q$ yükü yeşil (3x) ve sarı çizgi (x) yolları boyunca hareket ettirilirse yapılan işleri karşılaştırınız.

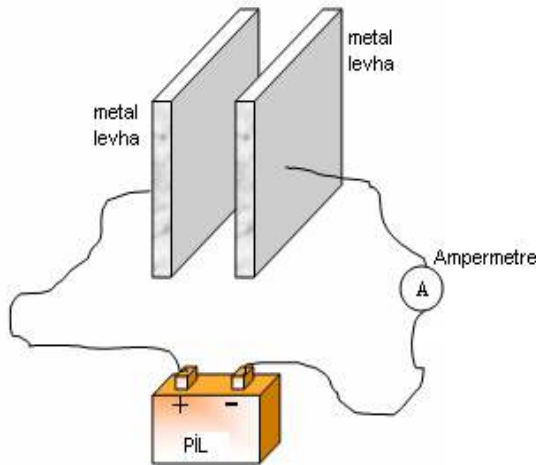
Elektriksel potansiyel-yüklü iletken ve yalıtkanlar



Eşit büyüklükteki toplardan birinin içi dolu diğerinin içi boştur. Her iki topta küresel şekle sahiptir ve düzgün olarak eşit büyüklükte pozitif yükle yüklenmişlerdir.

31. Topların alüminyumdan yapıldıklarını düşünürsek merkezlerinden eşit uzaklıkta içlerinde,

yüzeylerinde ve dışlarındaki bir noktanın elektriksel potansiyelini karşılaştırınız.



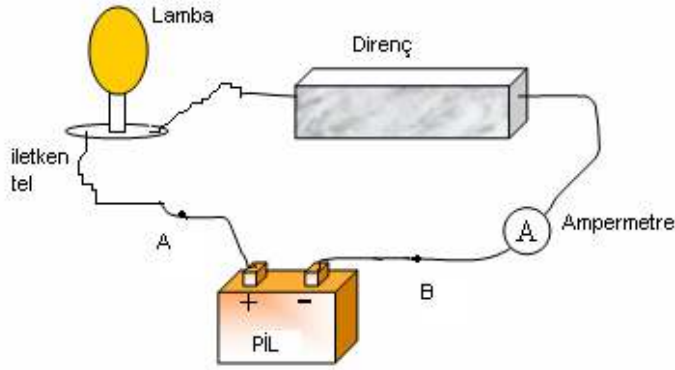
32. Topların plastikten yapıldıklarını düşünürsek merkezlerinden eşit uzaklıkta içlerinde, yüzeylerinde ve dışlarındaki bir noktanın elektriksel potansiyelini karşılaştırınız.

Kondansatör, Sığa

Aralarında boşluk olan metal iki levha birbirine paralel olarak yerleştirilmiş ve levhalar bir pilin kutuplarına bağlanmıştır. Böylece paralel plakalı bir kondansatör elde edilmiştir.

33. Ne yapılması durumunda kondansatörün sığası değişir? Nasıl?
34. Kondansatörün sığasının levhalarda biriken yük ve pilin kutupları arasındaki potansiyel farkı ile ilişkisini açıklayınız.
35. Ampermetrenin okuduğu akım değeri kondansatör dolmaya başladığı andan itibaren nasıl değişir?

Akım, Direnç



Gösterilen devrede aşağıdaki işlemler ayrı ayrı yapılıyor: direncin boyunun değiştirilmesi, direncin kesitinin değiştirilmesi, direnci oluşturan maddenin değiştirilmesi, direncin sıcaklığının değiştirilmesi, lamba ve direncin paralel bağlanması, emk sı daha yüksek pil kullanılması.

36. A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnç yukarıdakilerden hangilerinin yapılması durumunda nasıl değişir? (vb.)
37. Ampermetrede okunan akım değeri yukarıdakilerden hangilerinin yapılması durumunda nasıl değişir? Lambadan ve dirençten geçen akımı karşılaştırınız.
38. Lambanın parlaklığı yukarıdakilerden hangilerinin yapılması durumunda nasıl değişir?

EK 10. MODELLEME DENEYLERİ

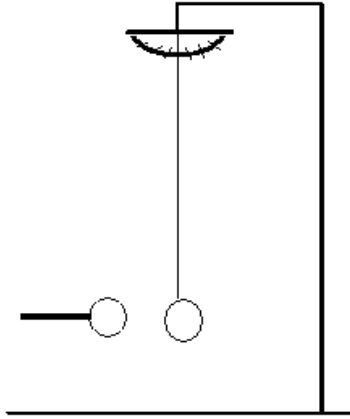
ELEKTRİK ALAN ÜNİTESİ MODELLEME DENEYİ

Deneyin Amacı: Yüklü iletken kürelerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetin yük miktarı ve küreler arasındaki uzaklıkla değişiminin (Coulomb Yasası) modellenmesi.

Problem Durumu: Öğrencilerden yüklü iki cisim birbirine yakın olarak asıldığında neler olabileceğini tahmin etmeleri istenir. Öğrencilerin görüşleri alınır. Aynı tür yükle ve farklı tür yükle yüklenmiş iki küre birbirine yakın olacak şekilde asılır ve gözlem yapılır. Kürelerin birbirini ittikleri veya çektikleri gösteri deneyi olarak sunulduktan sonra yüklerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetin nelere bağlı olarak değişebileceğini tahmin etmeleri istenir.

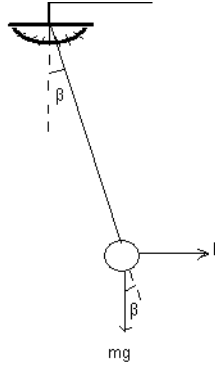
Grup Tartışması: Öğrenciler üçerli gruplarda tartışarak kuvveti etkileyen etmenleri belirlerler ve nasıl bir deney yapabileceklerine karar verirler.

Sınıf Tartışması: Her gruptan seçilen birer öğrenci sınıfa grup fikrini sunar. Öğretmen önderliğinde kurulabilecek bir deney düzeneği üzerinde uzlaşılır. Bu deneyde kullanılması planlanan deney düzeneği aşağıdaki gibidir.



Bu düzende yaklaşık 1cm çaplı iletken kürelerden birisi şekildeki gibi 15-20cm uzunluğundaki ipe şekildeki gibi asılıdır. Açölçer şekildeki gibi takılır. İletken kürelerden diğeri yalıtkan bir çubuğa takılır ve yüksek gerilim güç kaynağı kullanılarak küreler aynı tür yükle yüklenir.

Deney düzeneği kullanılarak yapılacak deneyin bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlenir. Bu aşamada öncelikle ipe asılı küreye ait kuvvet diyagramları gruplarca oluşturulur. Kuvveti bulmak için nelerin ölçülmesi gerektiği kararlaştırılır.



Burada sıkıntı çeken gruplara $\tan\beta = F/mg$ olduğunu görmeleri için yol gösterilir.

Bu deneyde öğrenciler yük miktarının sabit kalması durumunda yükler arasındaki uzaklığa bağlı olarak kuvvet değişimini açıyı ölçerek, yükler arasındaki uzaklık sabit kalmak koşulu ile yük miktarını artırarak kuvvet değişimini açıyı ölçerek hesaplamaya karar vermişlerdir.

Grup Modellemesi (deney): Bu aşamada öğrenciler deney yaparlar. Yapılan deneyde izleyebilecekleri bir yol şöyledir:

1. Küre yalıtkan sapından tutulur ve yüksek gerilim güç kaynağı kullanılarak yüklenir. Diğer küre de benzer şekilde aynı 5kV-10kV gerilim altında yüklenir. (Bu aşamada oluşabilecek güvenlik problemlerini engellemek amacıyla yükleme işlemleri öğretmen tarafından yapılmıştır)
2. Küreler belirli uzaklıkta tutularak ne olduğu gözlenir.
3. Öğrenciler kürenin ağırlığını ölçerler.
4. Küreler yüklü küreler arasındaki uzaklık farklı değerlere ayarlanarak kürelere etkileyen kuvvet bulunur.
5. Yalıtkan sapından tutulan küre sabit bir noktada tutularak küreler farklı gerilimlerde yüklenir ve elektriksel kuvvetin değişimi gözlenir.

Öğretmen Görüşleri:

Öğrenciler gruplar olarak çalışarak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren sunumlar hazırlarlar. Bu aşamada genellikle öğrencilerin küreler arasındaki uzaklık-kuvvet grafiğini çizmişlerdir. Bu grafikte değişkenler arasında doğrusal bir ilişki bulamamışlardır.

Gruplar $F-1/r$ ve $F-1/r^2$ grafiklerini çizmeyi deneyerek kuvvetin cisimler arasındaki uzaklığın karesinin tersiyle doğru orantılı olarak değiştiğini görmüşlerdir.

Ayrıca gruplar kürelerin yüklerinin değişimi ile kuvvetin değişimini yaptıkları gözlemleri kullanarak yorumlamış ayrıca yük artışıyla birlikte kuvvetin doğrusal değiştiğini görmüşler ve zihinsel modellerini oluşturmuşlardır.

Sınıf Modellemesi (Genelleme): Gruplar deneye ait oluşturdukları tablo, grafik, şekil, formül vb. sunumlarını sınıfla paylaşarak problem hakkında ortak bir model oluştururlar. Bu aşamada öğretmen tarafından ortamın değiştirilmesiyle yaptıkları deneyin nasıl değişebileceği sorulmuş ve gruplar bu konuda tartışarak ortamın

elektiriksel kuvveti etkileyebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Tartışmalar sırasında görülen anlama zorlukları ve kavram yanılgıları üzerinde ayrıca tartışılmıştır. Sınıf tartışması sonunda yüklü cisimler arasındaki kuvvet ile ilgili matematiksel modele (Coulomb Yasası) ulaşılmıştır. Bu yasanın geçerli olup olmadığı durumlar hakkında örneğin kürelerinin yarıçaplarının oldukça büyük olması durumunda deney sonuçlarının nasıl değişebileceği konusunda tartışılmıştır.

ELEKTRİKSEL POTANSİYEL ÜNİTESİ MODELLEME DENEYİ

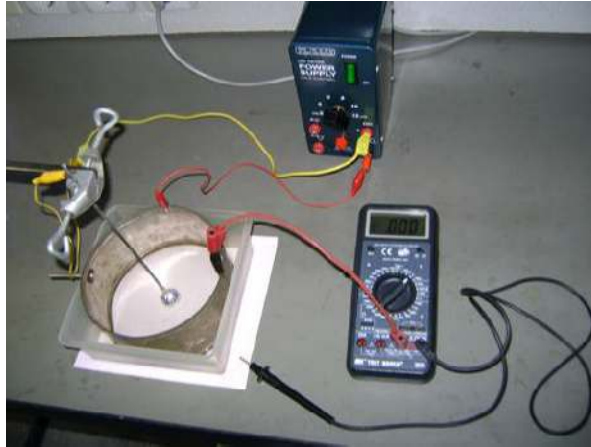
Deneyin Amacı: Yüklü iletken bir kürenin etrafındaki bir noktada oluşturduğu potansiyelin küre merkezinden olan uzaklıkla değişiminin ($V=kq/r$) modellenmesi.

Problem Durumu: Öğrencilere yüklü bir küreden uzaklařtıķa elektiriksel potansiyelin nasıl ve nelere bağlı olarak değişebileceği sorulmuştur.

Grup Tartışması: Öğrenciler bu sorunun çözümü için nasıl bir deney yapılabilieceği ve değişkenlerin neler olacağı konusunda tartışarak fikirlerini oluşturmuştur.

Sınıf Tartışması: Her gruptan seçilen birer ğrenci grup fikirlerini sunmuş ve gruplar kendi aralarında tartışmıştır. Bu aşamada gruplar kürenin yük miktarını sabit tutmak şartıyla çeşitli noktalarda elektiriksel potansiyelin ölçülmesi gerektiğini ve küreye uzaklığın sabit tutularak yük miktarının ölçülmesi gerektiği konusunda uzlaşmışlardır. Öğretmen önderliğinde aşağıdaki gibi bir deneyin yapılması planlanmıştır. Ayrıca ğrenciler kürenin yarıçapının değişik olmasında sonuçları etkileyebileceğini düşünerek küre merkezinden uzaklık ölçülmesi gerektiği konusunda uzlaşmıştır.

Deney Düzeneği:



Bu düzenekte yaklaşık 1-2cm çaplı iletken bir küre (küresel bir cisim alüminyum folyo ile kaplayarak elde edebilirsiniz) etrafına iletken bir halka geçirilerek oluşturulan sistem yukarıdaki gibi şeffaf yalıtkan bir kap içine yerleştirilmiştir. Kap altına uzaklık ölçümü yapabilmek amacıyla milimetrik kağıt yerleştirilir. Kap içerisine kürenin yarısına gelecek kadar su koyulur. Bu işlemin yapılmasının nedeni

potansiyel farkını ölçecek voltmetrenin çalışmasını sağlayacak iletkenliği sağlamak olduğu öğretilince öğrencilere hatırlatılır. DC güç kaynağı sisteme şekildeki gibi bağlanır. Voltmetre düzeneğe şekildeki gibi bağlanır. İletken halka topraklanır bu yolla voltmetrenin serbest ucunun dokunduğu nokta ile küre arasındaki potansiyel farkının o noktanın potansiyelinin ölçülmesi sağlanır.

Grup Modellemesi (deney):

1. Öğrenciler 3-4 kişilik gruplarda çalışırlar.
2. Güç kaynağı 4-5 volta ayarlanır.
3. Voltmetreye bağlı hareketli uç kullanılarak küre yüzeyinden başlanarak belirli aralıklarla halkaya kadar ölçüm alınır.
4. Veriler kaydedilir.
5. Belirli bir noktanın potansiyeli yük miktarı değiştirilerek (güç kaynağı farklı gerilimlerde çalıştırılarak) ölçülür.

Öğretmen Görüşleri:

Öğrenciler bu aşamada gruplar halinde çalışarak değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren sunumlar hazırlarlar. Bu deneyde öğrencilerin sıklıkla verilerini grafik ve tablolar yardımıyla yorumlayarak potansiyelin küre merkezinden uzaklıkla ve yük miktarıyla değişimine ait zihinsel modellerini oluşturdukları görülmüştür.. V-r grafiğini çizen öğrenciler ilişkiyi doğrusal olarak gösterebilmek için öncelikle V-1/r grafiğini çizme gereği duymuşlardır ve değişimin 1/r ile değişiminin doğru orantılı olduğunu gördükten sonra yorumlarını yapmışlardır.

Öğrencilerle yüklü cisimler arasındaki ortamın değişmesinin deney sonuçlarını nasıl etkileyebileceği konusunda tartışmalar yapılarak oluşturdukları zihinsel modelleri geliştirmeleri $V=kq/r$ matematiksel modeline ulaşmalarına yardımcı olunur.

Sınıf Modellemesi (Genelleme): Bu aşamada her gruptan seçilen bir öğrenci durum ile ilgili geliştirdikleri modellerini sunmuştur. Öğretmen önderliğinde yükün bulunduğu ortamın etkisi konusunda tartışma yapılmıştır. Oluşturulan grafikler matematiksel olarak modellenerek beklenen potansiyel formülüne ulaşılmıştır. Öğretmen öğrencilere merkezdeki küre yerine dıştaki metal halkadan daha küçük yarıçaplı bir metal halka yerleştirilmesi durumunda sonuçların nasıl değişebileceğini sorarak oluşturdukları modeli genişletmelerini sağlamaya çalışmıştır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıt halkalar arasında potansiyelin yine azalacağı yönündedir. Fakat öğrenciler küçük yarıçaplı halkanın içindeki noktaların potansiyeli konusunda kararsız kalmışlar bazıları merkeze doğru potansiyelin azalacağını, bazıları içerde her yerde sıfır olacağını savunmuştur. Yapılan gösteri deneyi sonucunda potansiyelin her noktada içteki halkanın yüzeyindeki potansiyele eşit olduğu görülmüştür. Bu durum öğretmen liderliğinde elektrik akısı konusunda öğrendikleri bilgileri ve oluşturdukları modelleri de kullanarak tartışılmış ve oluşturulan modellerin genişletilmesi sağlanmıştır.

EK 11. ELEKTRİK ÜNİTELERİ PROBLEMLERİ

ELEKTRİK ALAN ÜNİTESİ GRUP PROBLEMLERİ

PROBLEM 1:

$Q=+2,7\mu\text{C}$ luk üç özdeş nokta yük, 35cm kenar uzunluklu bir eşkenar üçgenin köşelerine konuluyor. Üçgenin merkezindeki $q=-5\mu\text{C}$ luk yüke etki eden kuvveti bulunuz. Bu noktadaki bileşke elektrik alanının büyüklüğü ne kadardır?

PROBLEM 2:

L uzunluklu bir çubuğun toplam yükü Q , boyca yük yoğunluğu λ dır. Çubuk eksenini üzerinde, çubuğun bir ucundan d uzaklıktaki bir P noktasındaki elektrik alanı hesaplayınız.

PROBLEM 3:

14cm uzunluklu düzgün yüklü yalıtkan bir çubuk, yarım daire şeklinde bükülüyor. Çubuğun toplam yükü $-7,5\mu\text{C}$ ise, yarım dairenin merkezindeki elektrik alanının büyüklüğü ve doğrultusunu bulunuz.

PROBLEM 4:

$+2$ ve $-2q$, $+2q$ ve $-6q$, $+2q$ ve $+6q$ yükleri arasındaki elektrik alan çizgilerini çizerek gösteriniz.

PROBLEM 5:

Bir elektron $8,6.10^5$ i m/s hızla yer çekiminin önemsiz ve $E= 4,1.10^3$ i N/C olan düzgün bir elektrik alan bölgesine giriyor.

- A) elektronun kazanacağı ivmeyi bulunuz.
- B) elektron durana kadar geçen süreyi bulunuz.
- C) elektronun durana kadar aldığı yolu bulunuz.

GAUSS YASASI ÜNİTESİ PROBLEMLERİ

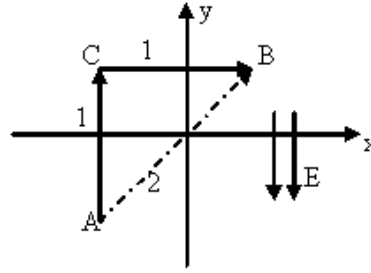
1. $a_i + b_j$ düzgün elektrik alanı A yüzölçümlü bir yüzeyden geçmektedir. Bu yüz ölçümünden geçen elektrik akısı, yüzey;
 a) yz düzleminde bulunursa,
 b) xy düzleminde bulunursa ne kadardır?
2. 40 cm yarıçaplı dolu bir kürede, hacmine düzgün olarak dağılmış $26\mu\text{C}$ luk pozitif yük bulunmaktadır. Küre merkezinden, a) 0cm, b)10cm, c)40cm ve d)50cm uzaklıklardaki elektrik alan şiddetini hesaplayınız.
3. Uzun doğrusal bir telin boyca yük yoğunluğu $90\mu\text{C/m}$ dir. Telden a)10cm, b)100cm uzaklıktaki elektrik alanı bulunuz.
4. Sonsuz uzunluklu yalıtkan iki yük tabakası birbirlerine paraleldir. Soldaki tabakanın düzgün yük yoğunluğu σ , sağdakinin ise $-\sigma$ dir.
 a) levhaların solunda,
 b) arasında
 c) sağında bulunan noktalarındaki elektrik alan değerini hesaplayınız.
5. a yarıçaplı iletken dolu bir küre $2Q$ kadar pozitif net yüke sahiptir. İç yarıçapı b, dış yarıçapı c olan iletken küresel bir tabaka, dolu küreyle aynı merkezlidir ve $-Q$ net yüke sahiptir.
 a) $r < a$, b) $r = a$, c) $a < r < b$, d) $b < r < c$, e) $r > c$ noktalarındaki elektrik alan şiddetini hesaplayınız.
6. Boyutları $a=b=0,4\text{m}$ ve $c=0,6\text{m}$ olan kapalı bir yüzey şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Bölgedeki elektrik alan düzgün olmayıp, x metre ile belirtilmek üzere,

$$E = (3+2x^2)\hat{i} \text{ N/C}$$
 ile verilmektedir. Kapalı yüzeyden çıkan net elektrik akısını bulunuz. Kapalı yüzey içinde kalan net yük miktarı ne kadardır?

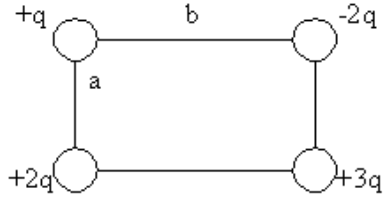
ELEKTRİKSEL POTANSİYEL ÜNİTESİ GRUP PROBLEMLERİ

1. Bir proton, sabit bir potansiyel farkında, iki nokta arasında durgun halden harekete başladığı zaman ışık hızının ($c=3.10^8\text{m/s}$) %30 hızına ulaşıyor. Ne kadarlık bir potansiyel farkına ihtiyaç vardır? ($q_p=1,6.10^{-19}\text{C}$, $m_p=1,67.10^{-27}\text{kg}$)

2. Şekildeki düzgün elektrik alan negatif y eksenine doğrultusunda ve 325V/m şiddetindedir. A noktasının koordinatları $A(-0,2, -0,3)\text{m}$ ve B noktasının koordinatları $B(0,4, 0,5)\text{m}$ dir. 1 (ACB) ve 2 (AB) yolları boyunca $V_B - V_A$ potansiyel farkını bulunuz.



3. $+q$ yükü orijindedir. $-2q$ yükü de x ekseninde $x=2\text{m}$ dedir. A) x in hangi sonlu değerleri için elektrik alan sıfır olur? B) x in hangi sonlu değerleri için elektriksel potansiyel sıfır olur?



4. Şekilde gösterilen yükleri bulundukları yerlerine getirmek için gereken enerjiyi hesaplayınız. Burada $a=0,3\text{m}$ ve $b=0,4\text{m}$ ve $q=6\mu\text{C}$ dur.

5. Sol ucu orijinde bulunan x eksenine boyunca uzanmış L uzunluklu bir çubuğun üzerinde düzgün olmayan $\lambda=\alpha x$ yük yoğunluğu bulunmaktadır. (burada α pozitif bir sabittir).

a) α sabitinin birimini bulunuz.

b) Çubuğun sol ucundan d uzaklıktaki A noktasında elektriksel potansiyeli hesaplayınız.

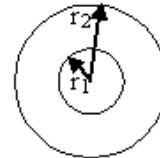
6. Belirli bir bölgedeki elektriksel potansiyel $V=ax^2+bx+c$ olarak veriliyor. Burada $a=12\text{V/m}^2$, $b=-10\text{V/m}$ ve $c=62\text{V}$ dir.

a) $x=+2$ de elektrik alanın yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.

b) Elektrik alanın sıfır olduğu yeri bulunuz.

7. Şekildeki gibi, iki ince, iletken küresel kabuk göz önüne alınız. İçteki kabuğun yarıçapı $r_1=15\text{cm}$, ve üzerindeki yük $+10\text{nC}$ dur. Dıştaki kabuğun yarıçapı $r_2=30\text{cm}$ ve yükü -15nC dur.

a) $r>r_2$, b) $r=r_2$, c) $r_1< r<r_2$, d) $r=r_1$, e) $r<r_1$





SİĞA ve DİELEKTRİKLER ÜNİTESİ PROBLEMLERİ

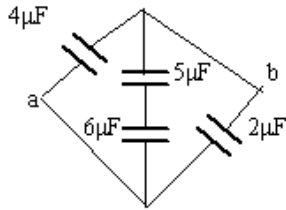


1. Küresel bir kondansatör, $-Q$ yüklü b yarıçaplı küresel bir iletken ile aynı merkezli daha küçük a yarıçaplı $+Q$ yüklü bir iletken küre ile oluşturuluyor. Bu kondansatörün sığasını bulunuz.

2. 50m uzunluğundaki koaksiyel kabloun içindeki iletkenin çapı 2,58mm ve üzerindeki yük $+8,1\mu\text{C}$ dur. Bunu saran iletkenin iç çapı 7,27mm ve üzerindeki yük $-8,1\mu\text{C}$ dur.

- Bu koaksiyel kablodan oluşan sistemin sığasını bulunuz.
- iletkenler arasındaki potansiyel farkını bulunuz.

3. Dört kondansatör birbirlerine aşağıdaki gibi birbirlerine bağlanıyor.

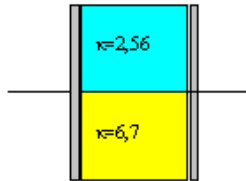


- $a-b$ noktaları arasındaki eşdeğer sığayı bulunuz.
- $a-b$ noktaları arasına 10V luk potansiyel farkı uygulanırsa herbir kondansatörün yükünü ve uçları arasındaki potansiyel farkını bulunuz.

4. $25\mu\text{F}$ ve $5\mu\text{F}$ lık iki kondansatör paralel bağlanarak 100V luk güç kaynağında yüklenmiştir.

- sistemde depolanan enerjiyi bulunuz.
- bu kondansatörlerin seri bağlanmaları durumunda a şıkkındaki enerjiyi depolamaları için kaç voltluk potansiyel farkı altında yüklenmeleri gerekir?

5. Yüzey alanı 10cm^2 , aralarındaki uzaklık 0,75mm olan metal iki levha paralel olarak yerleştirilmiştir. Plakaların arası her bir yarısı dielektrik sabiti 2,56 ve 6,7 olan maddelerle doldurulmaktadır.



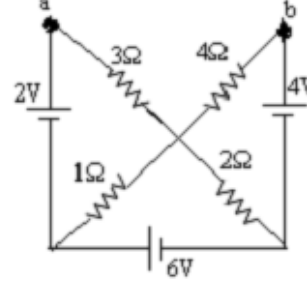
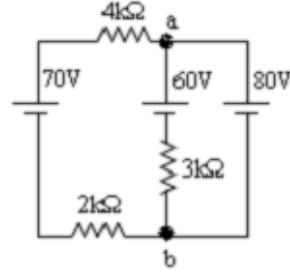
- plakalar arasında boşluk varken sığayı hesaplayınız.
- plakalar arası doldurulduktan sonra sığayı hesaplayınız.

AKIM ve DİRENÇ ÜNİTESİ PROBLEMLERİ

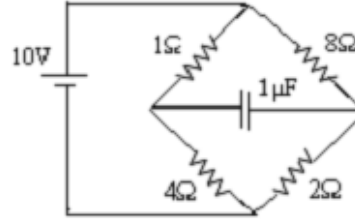
1. Bir iletken den geçen akım $I(t)=I_0 \cdot e^{-t/\tau}$ bağıntısına uygun olarak zamanla üstel olarak azalmaktadır. Burada I_0 ($t=0$ dakı) ilk akım, τ ise zaman biriminde bir sabittir. İletken içinde sabit bir gözlem noktası ele alındığında
 - $t=0$ ile $t=\tau$ aralığında bu noktadan ne kadar yük geçer?
 - $t=0$ ile $t=10\tau$ aralığında bu noktadan ne kadar yük geçer?
 - $t=0$ ile $t=?$ aralığında bu noktadan ne kadar yük geçer?
2. Bir direnç, düzgün kesit alanı 5mm^2 olan bir karbon çubuktan yapılmıştır. Çubuğun uçlarına 15V luk bir potansiyel farkı uygulandığında çubuktan $4 \cdot 10^{-3}$ A lik bir akım geçmektedir. ($\rho=3,5 \cdot 10^{-5}\Omega\text{m}$)
 - Çubuğun direncini
 - Çubuğun uzunluğunu bulunuz.
3. 1,5A lik akım çeken 300W lık bir ısıtıcının
 - Direncini belirleyiniz.
 - Isıtıcı kaç V luk gerilimde çalışmaktadır?
 - Isıtıcı telinin sıcaklığı çalışması arasında 27^0C den 120^0C ye çıkmaktadır. Direncindeki değişimi hesaplayınız. ($\alpha=5 \cdot 10^{-3} (\text{C}^0)^{-1}$)
4. Bir direnç ρ öz dirençli bir maddeden içi boş silindir şeklinde yapılmıştır. Silindirin boyu L , iç ve dış yarıçapları r_a ve r_b dir. Eksene paralel bir akım üretmek için, silindirin uçları arasına bir potansiyel farkı uygulanıyor.
 - Böyle bir aletin direnci için L , ρ , r_a ve r_b cinsinden genel bir ifade bulunuz.
 - $L=4\text{cm}$, $r_a=0,5\text{cm}$, $r_b=1,2\text{cm}$ ve öz direnç $\rho=3,5 \cdot 10^{-5}\Omega$ için R nin sayısal değerini elde ediniz.
5. Bir bakır teldeki serbest elektronların sürüklenme hızı $7,84 \cdot 10^{-4}\text{m/s}$ ise iletkendeki elektrik alanını hesaplayınız. (öz direnç= $1,7 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$, $m=63,5\text{g/mol}$, yoğunluk= $8,95\text{g/cm}^3$), $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$ tane atom/mol)

DOĞRU AKIM DEVRELERİ ÜNİTESİ PROBLEMLERİ

1. $1.5V$ luk iki pil pozitif uçları aynı yönde olacak şekilde bir lambaya seri olarak bağlıdır. Pillerden biri $0,225\Omega$ luk diğeri $0,153\Omega$ luk iç dirence sahiptir. Anahtar kapatıldığında lambadan geçen akım $0,6A$ ise,
 a) Lambanın direncini bulunuz.
 b) Pili devreye sağladığı toplam gücü bulunuz.
2. Aşağıdaki devrelerde herbir dirençten geçen akımı ve a-b noktaları arasındaki potansiyel farkını bulunuz.



3. Aşağıdaki devre uzunca bir süre kondansatör tamamen yüklenene kadar çalıştırılmıştır. Kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farkını bulunuz. Pil devreden çıkartılırsa kondansatörün başlangıç voltajının $1/10$ una deşarj olması için geçmesi gereken süreyi bulunuz.



4. Aşağıdaki şekilde a-b noktaları arasındaki eşdeğer direnci bulunuz. Bütün dirençler 1Ω dur.

