

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



ÇOKLU GÖSTERİMLERE DAYALI ORTAOKUL 7. SINIF ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİ ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL ANLAMALARINA, FEN BİLİMLERİ DERSİ MOTİVASYONLARINA, ÖZYETERLİKLERİNE VE ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

OSMAN EFE KILIÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH (Tez Danışmanı)
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül ŞEKERCİOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Merve ÖNOL

BALIKESİR, TEMMUZ - 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Çoklu Gösterimlere Dayalı Ortaokul 7. Sınıf Elektrik Devreleri Ünitesi Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına, Fen Bilimleri Dersi Motivasyonlarına, Özyeterliklerine ve Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisi**” başlıklı tezde;

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

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

Osman Efe KILIÇ

ÖZET

ÇOKLU GÖSTERİMLERE DAYALI ORTAOKUL 7. SINIF ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİ ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL ANLAMALARINA, FEN BİLİMLERİ DERSİ MOTİVASYONLARINA, ÖZYETERLİKLERİNE VE ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIKLARINA ETKİSİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

OSMAN EFE KILIÇ

**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MUSTAFA SABRİ KOCAKÜLAH)**

BALIKESİR, TEMMUZ - 2023

Bu çalışmada çoklu gösterimlere dayalı 7. Sınıf elektrik devreleri öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üstbilişsel farkındalıklarına etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini 2021-2022 eğitim öğretim yılı, Manisa ili Akhisar ilçesindeki iki ortaokulda öğrenim gören 70 ortaokul 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın tasarımında, nitel ve nicel verilerin birleştirildiği karma bir yöntem seçilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları, elektrik devreleri kavram testi, görüşme formu, transfer testi, motivasyon testi, özyeterlik testi, üstbilişsel farkındalık testi ve hazırbulunuşluk testinden oluşmaktadır. Kavram testi, yarı yapılandırılmış görüşme testi ve transfer testi araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Hazırbulunuşluk testi sonucunda eş kabul edilen deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Kavram testi, motivasyon testi, özyeterlik testi ve üstbilişsel farkındalık testi her iki gruba da ön test-son test olarak uygulanmıştır. Deney grubu olarak araştırmacının görev yaptığı ortaokulda çoklu gösterimlere dayalı olarak tasarlanan öğretim uygulanmıştır.

Araştırma sonucunda çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretim sonrası deney grubu öğrencilerindeki kavram testi frekanslarında kontrol grubuna göre olumlu yönde artış görülmüştür. Öğrencilerin üst bilişsel farkındalıkları iki grupta uygulanan öğretimlerin etkisi incelendiğinde kontrol grubunda farklılık çıkmamasına karşın deney grubunda öğrencilerin üst biliş ölçüğü puanlarında ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak motivasyon ve özyeterlik testlerinde her iki grupta da ön test-son test arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme yapılan deney grubu öğrencileri öğretimden olumlu yönde etkilendiklerini belirtmişlerdir. Bunun yanında deney ve kontrol gruplarından üçer öğrenciye yapılan transfer testi sonucunda farklı gösterimler arasında transfer becerilerinde deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerinden çok daha iyi oldukları belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Çoklu gösterimler, elektrik devreleri, motivasyon, özyeterlik, üstbiliş, transfer becerisi.

Bilim Kod / Kodları: 11002

Sayfa Sayısı: 186

ABSTRACT

THE EFFECT OF MIDDLE SCHOOL 7TH GRADE ELECTRIC CIRCUITS UNIT TEACHING BASED ON MULTIPLE REPRESENTATIONS ON STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING, SCIENCE COURSE MOTIVATION, SELF- EFFICACY AND METACOGNITIVE AWARENESS

MSC THESIS

OSMAN EFE KILIÇ

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

ELEMENTARY SCIENCE EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. MUSTAFA SABRİ KOCAKÜLAH)

BALIKESİR, JULY - 2023

This study examined the effect of multiple representations-based 7th grade electric circuits teaching on students' conceptual understanding, motivation, self-efficacy and metacognitive awareness. The sample of the study consisted of 70 middle school 7th grade students who were studying in two middle schools in Akhisar district of Manisa province in the 2021-2022 academic year. A mixed method that combined qualitative and quantitative data was chosen for the design of the study. The data collection tools of the study were electric circuits concept test, interview form, transfer test, motivation test, self-efficacy test, metacognitive awareness test and readiness test. The concept test, semi-structured interview test and transfer test were developed by the researcher. Experimental and control groups that were considered equal according to the readiness test results were formed. The concept test, motivation test, self-efficacy test and metacognitive awareness test were applied as pretest-posttest to both groups. The teaching designed based on multiple representations was implemented in the middle school where the researcher worked as the experimental group.

The research findings revealed a positive increase in the frequency of concept test scores for the experimental group students after the instruction enriched with multiple representations compared to the control group. When the effects of the instructional interventions on students' metacognitive awareness were examined, no differences were found in the control group, whereas a significant difference was found in the experimental group between the pre-test and post-test scores on the metacognitive awareness scale. However, no significant differences were found in motivation and self-efficacy tests between the pre-test and post-test scores in both groups. The experimental group students who participated in the semi-structured interviews expressed that they were positively influenced by the instruction. Additionally, the transfer test conducted with three students from each experimental and control group revealed that the experimental group students performed significantly better in transfer skills between different representations compared to the control group students.

KEYWORDS: Multiple representations, electric circuits, motivation, self-efficacy, metacognition, transfer skills.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Kavramsal Anlamalar	2
1.2 Motivasyon Kavramı	4
1.2.1 Motivasyon.....	4
1.2.2 Fen Öğrenme Motivasyonu.....	5
1.2.3 Motivasyon Çoklu gösterim ilişkisi	6
1.3 Özyeterlik Kavramı.....	7
1.3.1 Özyeterlik.....	7
1.3.2 Fen Bilimlerine Yönelik Özyeterlik.....	7
1.3.3 Özyeterlik Çoklu Gösterim ilişkisi	8
1.4 Üstbilis Kavramı	8
1.4.1 Üstbilis	8
1.4.2 Fen Bilimlerinde Üstbilis	9
1.4.3 Üstbilis Çoklu Gösterim ilişkisi.....	9
1.5 Çoklu Gösterimler Kavramı.....	10
1.5.1 Çoklu Gösterimler.....	10
1.5.1.1 Çoklu Ortam Tasarım İlkeleri	12
1.6 İlgili Çalışmalar	13
1.6.1 Çoklu Gösterimler Konusunda Yapılmış Çalışmalar.....	13
1.6.2 Elektrik Konusunda Yapılmış Çalışmalar.....	20
1.7 Araştırmanın Önemi.....	29
1.8 Araştırmanın Amacı.....	31
1.9 Problem.....	31
1.10 Sayılıtlar.....	32
1.11 Sınırlılıklar	32
2. YÖNTEM	32
2.1 Araştırma Deseni	32
2.2 Araştırma modeli	33
2.3 Çalışma Grubu	36
2.4 Veri Toplama Araçları	39
2.4.1 Hazır Bulunuşluk Testi (HBT).....	39
2.4.2 Üst Bilis Dokümanı (ÜBD).....	39
2.4.3 Özyeterlik Ölçeği (ÖÖ).....	40
2.4.4 Motivasyon Ölçeği (MÖ).....	40
2.4.5 Elektrik Devreleri Kavram Testi (EDKT)	40
2.4.6 Görüşme Formu	43
2.5 Veri Analizi.....	44
2.5.1 Hazırbulunuşluk Testinin Analizi	44
2.5.2 Üstbilis Testinin Analizi	45

2.5.3 Özyeterlik Testinin Analizi	46
2.5.4 Motivasyon Testinin Analizi.....	47
2.5.5 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi.....	48
2.5.5.1 Kavram Testinin Analizi	48
2.5.5.2 Görüşme Sorularının Analizi.....	54
2.5.5.3 Transfer Testinin Analizi.....	55
2.6 Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışmaları	56
2.6.1 İç Geçerlik/İnandırıcılık:.....	57
2.6.2 Dış Geçerlik/Aktarılabirlik:	58
2.6.3 İç Güvenirlik/Tutarlık:	59
2.6.4 Dış Güvenirlik/Teyit Edilebilirlik:.....	59
2.7 Öğretim Süreci	60
2.6.2 Deney Grubunda Uygulanan İşlemler	61
2.7.1.1 Pilot Uygulama.....	64
2.7.1.2 Öğretimin Uygulanması	64
3. BULGULAR VE YORUM.....	67
3.1 Üstbiliş Testine İlişkin Bulgular	67
3.2 Özyeterlik Testine İlişkin Bulgular.....	71
3.3 Motivasyon Testine İlişkin Bulgular	74
3.4 Kavramsal Anlamaya İlişkin Bulgular.....	77
3.4.1 Kavram Testine İlişkin Bulgular.....	78
3.4.1.1 Seri ve Paralel Bağlı Devre Çizimini Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular	78
3.4.1.2 Seri ve Paralel Bağlı Devrelerde Ampul Parlaklığını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular.....	84
3.4.1.3 Elektrik Akımı ile Gerilim Bağlılığını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular.....	93
3.4.2 Görüşme Formuna İlişkin Bulgular	107
3.4.2.1 1. Soruya İlişkin Bulgular	107
3.4.2.2 2. Soruya İlişkin Bulgular	109
3.4.2.3 3. Soruya İlişkin Bulgular	110
3.4.2.4 4. Soruya İlişkin Bulgular	111
3.4.2.5 5. Soruya İlişkin Bulgular	113
3.4.2.6 6. Soruya İlişkin Bulgular	114
3.4.2.7 7. Soruya İlişkin Bulgular	115
3.4.2.8 8. Soruya İlişkin Bulgular	116
3.4.2.9 9. Soruya İlişkin Bulgular	117
3.4.2.10 10. Soruya İlişkin Bulgular	118
3.4.2.11 11. Soruya İlişkin Bulgular	120
3.4.2.12 12. Soruya İlişkin Bulgular	121
3.4.3 Transfer Testine İlişkin Bulgular	122
3.4.3.1 1. Soruya İlişkin Bulgular	122
3.4.3.2 2. Soruya İlişkin Bulgular	124
4. SONUÇ VE TARTIŞMA	125
4.1 Üstbilişsel Farkındalığa İlişkin Sonuçlar	126
4.2 Fen Bilimlerine Yönelik Özyeterliğe İlişkin Sonuçlar	127
4.3 Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyona İlişkin Sonuçlar	129
4.4 Kavramsal Anlamaya İlişkin Sonuçlar	130
4.4.1 Kavram Testine İlişkin Sonuçlar.....	130
4.4.1.1 Seri ve Paralel Bağlı Devre Çizimini Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar.....	131
4.4.1.2 Seri ve Paralel Bağlı Devrelerde Ampul Parlaklığını Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar.....	131

4.4.1.3 Elektrik Akımı ile Gerilim Bağntısını Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar	132
4.4.1.4 Kavram Testi Sonuçlarına İlişkin Tartışma.....	132
4.4.2 Görüşme Formuna İlişkin Sonuçlar	133
4.4.3 Transfer Testine İlişkin Sonuçlar	135
5. ÖNERİLER	136
5.1 Öğretim Programıyla İlgili Öneriler:	136
5.2 Araştırmacılara Yönelik Öneriler:	136
6. KAYNAKLAR	137
EKLER	156
EK A: Üst Biliş Dokümanı	156
EK B: Fen Bilimleri Dersine Yönelik Özyeterlik Ölçeği.....	157
EK C: Fen Bilimlerine Yönelik Motivasyon Ölçeği	159
EK D: Elektrik Devreleri Kavram Testi	161
EK E: Görüşme Formu	163
EK F: Transfer Testi	166
EK G: Hazırbulunmuşluk Testi	167
EK H: Ölçek İzin Formları	171
EK I: Araştırma Uygulama İzni	173
EK İ: Çoklu Gösterimlerle Zenginleştirilmiş 5E Ders Planları	174
ÖZGEÇMİŞ	186

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Araştırmanın deseninin modeli.....	33
Şekil 2.2: Araştırmanın akış şeması.....	35
Şekil 2.3: Araştırmanın değişkenleri ve ölçme araçları	36
Şekil 2.4: 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesi, Kuvvet, İş ve Enerji İlişkisi bölümü kavram haritası	42
Şekil 2.5: 7. Sınıf Elektrik Devreleri ünitesi kavram haritası	43
Şekil 3.1: Üstbilmiş puanlarının gruplara göre değişimi.....	70
Şekil 3.2: Özyeterlik puanlarının gruplara göre değişimi	74
Şekil 3.3: Motivasyon puanlarının gruplara göre değişimi.....	77
Şekil 3.4: Görüşme formunun 1. Sorusu.....	107
Şekil 3.5: Görüşme formunun 2. Sorusu.....	109
Şekil 3.6: Görüşme formu 3. Sorusu.....	110
Şekil 3.7: Görüşme formunun 4. Sorusu.....	111
Şekil 3.8: Görüşme formunun 5. Sorusu.....	113

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Motivasyon Türleri.....	4
Tablo 2.1: Araştırma deseni.....	34
Tablo 2.2: Okullar Açısından Hazırbulunuşluk Testi Analiz Sonuçları.....	37
Tablo 2.3: Çalışma grubuna ait veriler	38
Tablo 2.4: Kavram testinde en yüksek puana sahip öğrencilerin cevap sayıları	38
Tablo 2.5: Elektrik Devreleri Kavram Testi soruları ve ilgili oldukları kazanımlar	41
Tablo 2.6: Hazırbulunuşluk testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları	44
Tablo 2.7: Üstbilis testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları	46
Tablo 2.8: Özyeterlik testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları.....	47
Tablo 2.9: Motivasyon testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları.....	48
Tablo 2.10: Kavramsal Anlama Testi Açıklamalar Anahtarı	49
Tablo 2.11: Kavramsal Anlama Testi Cevaplama Anahtarı.....	50
Tablo 2.12: Kavram testi soruları analiz verileri	51
Tablo 2.13: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamalar)	52
Tablo 2.14: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)	52
Tablo 2.15: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamalar)	53
Tablo 2.16: Görüşme formu 2. Soruya verilen cevaplar	54
Tablo 2.17: Gösterimler arası transfer puanları.....	55
Tablo 2.18: Tasarlanan öğretim planının 7. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımları	60
Tablo 2.19: Uygulanan ders planları ve uygulandığı haftalar	61
Tablo 2.20: 5E Öğrenme Aşamaları ve Açıklamaları (Özen, 2022)	62
Tablo 2.21: 5E Ders planı aşamalarında kullanılan gösterim türleri	63
Tablo 2.22: Örnek Ders Planı (Ders Planı 2).....	65
Tablo 3.1: Araştırma sürecinde üstbilis ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler.....	68
Tablo 3.2: Yapılan öğretimin üstbilis üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu.....	68
Tablo 3.3: Grup içi yapılan üstbilis ölçümlerinin farklılıkları.....	69
Tablo 3.4: Araştırma sürecinde özyeterlik ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler	71
Tablo 3.5: Yapılan öğretimin özyeterlik üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu.....	72
Tablo 3.6: Grup içi yapılan özyeterlik ölçümlerinin farklılıkları	73
Tablo 3.7: Araştırma sürecinde motivasyon ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler.....	75
Tablo 3.8: Yapılan öğretimin motivasyon üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu.....	75
Tablo 3.9: Grup içi yapılan motivasyon ölçümlerinin farklılıkları.....	76
Tablo 3.10: Kazanım testi sorularının dahil olduğu başlıklar	78
Tablo 3.11: Kavram testi 1. soruya ilişkin bulgular	79
Tablo 3.12: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (doğru cevap sayıları)	80
Tablo 3.13: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (yanlış cevap sayıları)	80
Tablo 3.14: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (cevap vermeyenler)81	

Tablo 3.15: Kavram testi 7. soruya ilişkin bulgular	82
Tablo 3.16: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar)..	83
Tablo 3.17: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar) .	83
Tablo 3.18: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler)	84
Tablo 3.19: Kavram testi 2. soruya ilişkin bulgular	85
Tablo 3.20: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)	86
Tablo 3.21: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)	87
Tablo 3.22: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamalar)	88
Tablo 3.23: Kavram testi 3. soruya ilişkin bulgular	89
Tablo 3.24: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)	91
Tablo 3.25: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)	92
Tablo 3.26: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)	93
Tablo 3.27: Kavram testi 4. soruya ilişkin bulgular	94
Tablo 3.28: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)	95
Tablo 3.29: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)	96
Tablo 3.30: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)	97
Tablo 3.31: Kavram testi 5. soruya ilişkin bulgular	98
Tablo 3.32: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)	100
Tablo 3.33: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)	101
Tablo 3.34: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)	102
Tablo 3.35: Kavram testi 6. soruya ilişkin bulgular	103
Tablo 3.36: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)	104
Tablo 3.37: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)	105
Tablo 3.38: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)	106
Tablo 3.39: Görüşme formu 1. soruya ilişkin bulgular	108
Tablo 3.40: Görüşme formu 2. Soruya ilişkin bulgular	109
Tablo 3.41: Görüşme formu 3. soruya ilişkin bulgular	110
Tablo 3.42: Görüşme formu 4. soruya ilişkin bulgular	112
Tablo 3.43: Görüşme formu 5. soruya ilişkin bulgular	113
Tablo 3.44: Görüşme formu 6. soruya ilişkin bulgular	114
Tablo 3.45: Görüşme formu 7. soruya ilişkin bulgular	115
Tablo 3.46: Görüşme formu 8. soruya ilişkin bulgular	116
Tablo 3.47: Görüşme formu 9. soruya ilişkin bulgular	117
Tablo 3.48: Görüşme formu 10. soruya ilişkin bulgular	119
Tablo 3.49: Görüşme formu 11. soruya ilişkin bulgular	120

Tablo 3.50: Görüşme formu 12. soruya ilişkin bulgular	121
Tablo 3.51: Transfer testi 1. soruya ilişkin bulgular.....	122
Tablo 3.52: 1. soruya ait gösterimler arası transfer puanları	123
Tablo 3.53: Transfer testi 2. soruya ilişkin bulgular.....	124
Tablo 3.54: 2. Soruya ait gösterimler arası transfer puanları	125

SEMBOL LİSTESİ

D : Doğru

KD : Kısmen Doğru

Y : Yanlış

YOK: Cevap-Açıklama Yok

F : Frekans

N : Toplam Sayı

p : Tutarlılık yüzdesi

X : Ortalama

% : Yüzde

S+P : Seri ve Paralel

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimimde, özellikle tez yazım sürecinde her yardıma ihtiyacım olduğunda yanımda olan, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Sabri Kocakülah' a teşekkürlerimi sunuyorum. Ders dönemim boyunca bilgilerinden yararlandığım tüm öğretmenlerime teşekkür ederim.

Araştırmamdaki çalışma grubunu oluşturan öğrencilerime, araştırmayı yürüttüğüm okullardaki idareci ve yardımcı olan öğretmen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimime başlamama vesile olan, yapabileceğime inandıran, ders ve tez döneminde hep yanımda olan destekçim eşim Büşra KILIÇ her şey için teşekkür ederim. Senin Sayende... Son olarak kızım Ece KILIÇ tez yazıyorum diyerek seninle oynayamadığım zamanlar... En çok sen hakkettin bu tezi canım kızım.

Balıkesir, 2023

Osman Efe KILIÇ

1. GİRİŞ

Çevrelerinde gerçekleşen olaylara karşı yüksek algıya sahip olan insanlar, duyu organlarıyla alınan her bir uyarının işlenmesiyle zihinlerinde şemalar oluşturmaktadırlar. Alınan yeni uyarılar da aynı şekilde işlenerek var olan şemalara eklenmekte ya da yeni şemalar oluşturulmaktadır. Zihinlerinde oluşturulan şemalar üzerinde yapılan sınıflandırmalar ile kavramlar üretilmekte ve çevredeki olaylar bu kavramlar ile açıklanmaya çalışılmaktadır. Üretilen şemaların bir kısmı üreten kişi ile birlikte yitip gitmekte, birçoğu farklı şekillerde sonraki nesillere aktarılmaktadır. Her yeni nesil bu şemalara ekleme, çıkarma, düzeltme yaparak günümüze kadar gelişen ve artan kavramların karmaşık bir hal aldığı görülmektedir.

Geçmişten günümüze kadar kar topu gibi birikerek gelen bilgi ve kavramlar yaşadığımız teknolojik gelişmelerin alt yapısını oluşturmaktadır (Berber, 2014). Teknolojideki gelişimler insanların kişisel yaşantılarında önemli rol oynamakla beraber, bunun ötesinde devletler için çok daha büyük öneme sahiptir. Dünya’da teknolojik üstünlüğü elinde bulunduran ülkeler ekonomik, siyasi, askeri güçleri de kendilerinde toplamışlardır. Teknolojisi dışa bağımlı ülkeler ise genelde daha az gelişmiş ülkeler olarak nitelendirilmektedir (Mete ve Özdemir, 2018).

Teknoloji denildiğinde genellikle terimsel anlamı değil yararlı-zararlı gibi gündelik yaşamdaki yansımaları ve ürünleri akla gelmektedir. Kavram olarak açıklanması zor olmaktadır (Karaçam, 2014). Oysa Türk Dil Kurumu ve Britannica gibi sözlüklerde teknoloji insanların maddi çevrelerini denetlemek ve değiştirmek için geliştirdiği bilimsel bilgi ve araç-gereçlerin tümü olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında teknoloji, bilimin uygulama sahası olarak kabul görmektedir (Başaran, 2021). Dolayısıyla fizik bilimi tüm bilimlerin temelini oluşturmasıyla teknolojiye önemli kuramsal bir alt yapı oluşturmaktadır (Topdemir, 2004).

Fen bilimlerinde önemi büyük olan fizik, doğada gerçekleşen olayları inceleyen ve doğanın anlaşılmasını amaçlayan bilim dalıdır (Özdaş, 1990). Bu kadar önemli bir alan olan fizik, çeşitli sebeplerden ötürü başarı seviyesi en düşük derslerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Cerit Berber, 2015). Bu alandaki başarı düşüklüğü öğrencileri fizik dersinden veya fen bilimlerindeki fizik konularından uzaklaştırmakta ve öğrencilerde fizik

öğrenmeye ilişkin kaygı oluşturmaktadır. Bu sarmalın içine giren öğrenciler ise git gide fizik bilimlerinden daha da uzaklaşmaktadır (Kapucu, 2017).

Fizik alanının bu denli önemli olup, yine bu kadar korkulan bir ders olması akademik çalışmalara da yansımış ve literatürde fen bilimleri alanındaki en çok çalışılan alanlardan biri olmuştur (Yazıcı, Yalçınkaya ve Özdemir, 2022). Bu çalışmalar ise önceleri ölçme-değerlendirmeye odaklanırken, son zamanlarda öğretim teknikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Aynı zamanda kullanılan tekniklerin sadece bilişsel sonuçlarına değil duyuşsal sonuçlarına odaklanılmıştır (Şenkal ve Dinçer, 2016). Literatür incelendiğinde öğretim tekniklerinden “Çoklu Gösterim” in uygulanması kimya ve matematik alanında yaygın olmasına rağmen fizik öğretiminde oldukça az olduğu görülmektedir. Fizik gibi disiplinler arası bir alanda bilginin sadece sözel, sadece matematiksel, sadece grafiksel, sadece şekilsel türde aktarılması yerine tüm bu türlerin yap-boz parçaları gibi birleştirilerek öğrenilmesi fiziğin disiplinler arası özelliğine daha uygun olduğu düşünülmektedir (Opfermann, Schmeck ve Fischer, 2017).

Bilgiyi öğrenene ulaştıran bu gösterimler, genelde bilgiyi aynı anda birden fazla formda temsil etmektedir. Temsil; soyut kavramları farklı formlarda modellemeler yaparak somutlaştırma olarak nitelendirilmektedir (Kaput, 1998). Temsil terimi yerine gösterim, model ve medya (ortam) gibi kelimelere de literatürde rastlanılmıştır. Bilgiyi tanımlamada birden çok temsilin bir arada bulunması ve bu temsillerin birbirleriyle etkileşimli olması durumuna çoklu temsil ya da çoklu gösterim (multiple representation) denmektedir (Çıkla, 2004). Yapılan bu çalışmada kavram öğretiminde çoklu gösterimler kullanıldığında öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin nasıl değiştiği ele alınmıştır.

1.1 Kavramsal Anlamalar

Kavramlar yaşantı yoluyla deneyimlenen varlıklar, olaylar ve düşünceler benzerliklerine göre oluşturulan gruplara verilen adlardır (Şimşek ve Tezcan, 2008). Kavramlar somut olgulara getirilen soyut açıklamalardır. Soyut olmalarından dolayı anlaşılmaları güçtür ve yanlış bilimsel açıklamalara getirilmesi de oldukça kolaydır. İnsanlar hayatları boyunca deneyimledikleri olaylara, nesnelere sınıflandırma, bu sınıflara da doğru veya yanlış kavramlar atamaktadırlar.

Çocuklar, erken çocukluk dönemlerinden itibaren Dünya'yı algılamaya, algıladıklarına açıklamalar getirirler. Bilim adamı gibi deney ve gözlemler yaparlar. Bunların üzerine kendi kavramlarını oluştururlar. Kendi kişisel deneyimleri ile oluşan kavram organizasyonları yine kişilerin kendilerine özgüdür (Treagust, 1988). Çocuklar formal eğitime başladığında bazen okulda öğrenilen bilgilerle önceki kavramlar çelişir, anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde zorluklar yaşanır. Yeni öğrenilen kavramlarla eski kavramlar doğru ilişkilendirilebilirse anlamlı öğrenme gerçekleşir (Ausubel, 1963).

Kişisel deneyimlerle oluşup bilimsel olmayan ve yeni bilimsel bilgilerin öğrenilmesi zorlaştıran bilgiler kavram yanlılığı olarak adlandırılır (Yürük ve Çakır, 2000). Tekkaya, Yeşim ve Yılmaz (2000) kavram yanlılıklarını bilimsel kavramlara karşılık geliştirilen alternatif kavram ve açıklamalar olarak tanımlamıştır. Bu bilimsel olmayan açıklamalar için farklı adlandırmalar kullanılmıştır. Örneğin; alternatif kavramlar (alternative conceptions), kavram yanlılığı (misconceptions), yanlış anlamalar (misunderstandings), çocukların bilimi (children science), ön kavramlar (preconceptions) ve saf kavramalar (naive conceptions) olarak ele alınmıştır. Ancak detaylı incelendiğinde küçük farklılıkları bulunur (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Kavram yanlılıkları doğal olaylara dayalı, konuşma dili, bilimsel olmayan inançlar, kavramsal yanlış anlamalara bağlı olarak gelişebilmektedir ve yeni bilgilerin öğrenilmesinde zorluk yarattığından tespit edilip giderilmelidir (Yürük ve Çakır, 2000). Eski yanlış kavramın bilimsel olarak doğru kavrama dönüştürülmesi kavramsal değişim olarak adlandırılır ve kavram öğretiminde önemli bir yere sahiptir (Aydın ve Balım, 2013). Posner vd. (1982)' ne göre kavramsal değişim için dört şartın gerçekleşmesi gerekir; var olan kavramdan hoşnutsuzluk duyma, yeni kavram anlaşılır olmalı, yeni kavram makul görünmeli, yeni kavram verimli olmalıdır. Bu şartlar kusursuz sağlandığında kavramsal değişim gerçekleşir (Posner vd., 1982).

Fen Bilimleri dersi soyut kavramlar içerdiğinden öğrenilmesi zor olan dersler arasında yer almaktadır. Fen kavramları günlük yaşantımızda çokça karşımıza çıktığından formal eğitimde bilimsel kavram öğrenilinceye kadar bireyler deneyimlerine alternatif düşünceler geliştirmiş olmaktadır (Palmer, 1999). Bu kavram yanlılıkları bireyler tarafından bakıldığında karşılaştıkları olayları yeteri kadar açıklayabildiğinden giderilmesi oldukça güçtür (Schmidt, 1997). Ancak karşılan yeni olaylara ve kavramlara tam olarak açıklama

getirmede güçlük yaşanmaktadır. Bilindiği sanılan kavramlarla, olaylara açıklama getirmede problemlerle karşılaşılması bireylerin motivasyonlarının düşmesine (Yılmaz ve Çavaş, 2007) ve özyeterliklerinin düşmesine (Zimmerman, 2000) sebep olmaktadır.

1.2 Motivasyon Kavramı

1.2.1 Motivasyon

Motivasyon kelimesinin kökeni Latince "motivus" kelimesine dayanmaktadır, bu kelime "hareketlendirici" anlamına gelmektedir. Daha sonra Fransızca ve İngilizce diline geçerek "motivation" olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kelimenin günümüzdeki anlamı, bir bireyin içsel veya dışsal faktörler tarafından harekete geçirilmesi, bir amaca veya hedefe yönelik güdülenmesi olarak kullanılmaktadır.

Motivasyon, bir bireyin davranışlarını başlatmak, yönlendirmek, sürdürmek ve tamamlamak için gereken enerjiyi sağlayan psikolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Ryan ve Deci, 2000). Bu süreç, içsel ve dışsal faktörler tarafından tetiklenebilmektedir. İçsel motivasyon, bireyin kişisel ilgi, keyif alma, merak veya başarı gibi motivasyon kaynaklarına dayanmaktadır (Deci ve Ryan, 1985). Öte yandan, dışsal motivasyon, ödüller veya cezalar gibi dış faktörlere dayanmaktadır (Lepper ve Greene, 1978). Motivasyon, kişinin hedeflerine, kişisel özelliklerine, çevresine ve diğer faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Kanfer, 1990). Bu nedenle, motivasyon, kişisel gelişim, işletme, eğitim ve sağlık gibi birçok alanda önemli bir konu olarak görülmektedir (Ryan ve Deci, 2000; Kanfer, 1990).

Tablo 1.1: Motivasyon Türleri

Motivasyon	Açıklama
İçsel motivasyon	Bireyin kişisel ilgi ve ihtiyaçlarından kaynaklanan bir motivasyon türüdür. Bu tür motivasyon, bireyin kendini geliştirmesine ve öğrenme sürecine katılımına yardımcı olur. (Ryan ve Deci, 2000).
Dışsal motivasyon	Bireyin ödül veya ceza gibi dış faktörlere bağlı olarak bir harekete geçirici güdüye sahip olduğu bir motivasyon türüdür. Bu tür motivasyon, bireylerin istenmeyen bir sonuçtan kaçınmak veya istenen bir sonucu elde etmek için bir şeyler yapmalarına yardımcı olur (Deci ve Ryan, 1985).
Bilişsel motivasyon	Bireylerin düşünce süreçlerini harekete geçiren bir motivasyon türüdür. Bu tür motivasyon, bireylerin zihinsel olarak meydan okuyan işlerle uğraşmalarına ve öğrenme sürecinde daha derinlemesine anlayışlar kazanmalarına yardımcı olur (Pintrich ve Schunk, 1996).

Tablo1.1: (devam)

Motivasyon	Açıklama
Sosyal motivasyon	Bireylerin diğer insanlarla olan ilişkilerinden kaynaklanan bir motivasyon türüdür. Bu tür motivasyon, bireylerin diğer insanların takdirini kazanmak veya onlara yardım etmek için bir şeyler yapmalarına yardımcı olur (Ryan ve Deci, 2000).
Başarı motivasyonu	Bireylerin başarı elde etme arzusundan kaynaklanan bir motivasyon türüdür. Bu tür motivasyon, bireylerin kendi becerilerini geliştirmelerine ve kendilerini aşmalarına yardımcı olur (Elliot ve Dweck, 2005).

Eğitim, öğrencilerin bireysel gelişimlerine katkı sağlamak amacıyla yapılan bir süreçtir. Bu süreçte, öğrencilerin motivasyonu önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalar, öğrencilerin motivasyonlarının artmasıyla birlikte öğrenme performanslarının da arttığını göstermektedir (Dörnyei, 2001; Schunk, 2012). Motive olan öğrenciler, öğrenme materyaline daha fazla ilgi gösterirler ve daha aktif bir şekilde katılırlar. Bu durum, öğrencilerin öğrenme materyalini daha iyi anlamalarına ve hatırlamalarına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, motivasyonun kaynağı, öğrencilerin kendi hedefleri, ilgi alanları ve öncelikleri ile ilgilidir (Pintrich ve Schunk, 2002). Bu nedenle, eğitimcilerin öğrencilerin ilgi alanlarına ve öğrenme stillerine uygun materyaller ve etkinlikler sunarak, öğrencilerin motivasyonunu artırmaları gerekmektedir.

1.2.2 Fen Öğrenme Motivasyonu

Fen bilimleri, hayatımızın birçok alanında karşılaştığımız problemlere çözümler sunan, dünyayı anlamamıza ve keşfetmemize yardımcı olan önemli bir disiplindir. Ancak, fen bilimleri konuları sıklıkla zor ve karmaşık olarak algılanır ve öğrencilerin bu konulardan zevk almaları ve başarılı olmaları için yeterli öğrenme motivasyonuna sahip olmaları gerekmektedir (Hidi ve Renninger, 2006).

Fen öğrenme motivasyonu, öğrencinin fen bilimleri konularına ilgi duyması, öğrenmeye yönelik bir arzu ve çaba göstermesi olarak tanımlanabilmektedir (Pintrich ve Schunk, 2002; Akbaba, 2006). Öğrencilerin bu motivasyonu artırmaları, daha etkili öğrenme ve fen bilimleri konularına daha derinlemesine bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Çekim, 2016).

Fen öğrenme motivasyonu ile ilgili araştırmalar, öğrencilerin öğrenme motivasyonunun belirli faktörler tarafından etkilendiğini ve bu faktörlerin her öğrenci için farklı olabileceğini göstermektedir (Anderman ve Anderman, 2010; Hidi ve Renninger, 2006;; Yılmaz ve Çavaş, 2007). Bu nedenle, fen öğretmenleri öğrencilerin farklı motivasyonel ihtiyaçlarını tanımak ve öğrencilere uygun motivasyon stratejileri uygulamak için öğrenme motivasyonu ile ilgili araştırmalara aşına olmalıdırlar (Hidi ve Renninger, 2006). Ayrıca yapılan çalışmalarda fen öğrenme motivasyonu yüksek öğrencilerin fen başarılarının da yüksek olduğu görülmektedir (Alkan ve Bayri, 2017; Butler, 2009; Dede ve Yaman, 2008; Yılmaz ve Çavaş, 2007; Yurttadur ve Pehlivan, 2020)

Bu çalışmada, fen öğrenme motivasyonu ile ilgili araştırmalara ve bu motivasyonu arttırmak için kullanılabilecek çoklu gösterim stratejilerine odaklanılmıştır.

1.2.3 Motivasyon Çoklu gösterim İlişkisi

Eğitimde çoklu gösterimler, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik etmek için kullanılan önemli bir öğrenme stratejisidir. Çoklu gösterimler, farklı görsel ve işitsel araçların kullanımı yoluyla bilgiyi farklı şekillerde sunarak öğrencilerin zihinsel işlemlerini çeşitlendirmeyi amaçlar (Mayer, 2005). Öğrencilerin öğrenme materyallerinde resimler, grafikler, sesler, videolar, metinler gibi farklı görsel ve işitsel araçların kullanılması sayesinde daha etkili bir öğrenme süreci yaşayabileceği düşünülmektedir (Mayer ve Moreno, 2003).

Öğrenme motivasyonu ise, öğrenme sürecinde etkin bir şekilde yer almak için gerekli olan motivasyonel unsurları içeren bir kavramdır (Pintrich, 2003). Öğrenme motivasyonunu etkileyen faktörler arasında öğrenme materyallerinin içeriği, öğrenme sürecinde kullanılan yöntemler, öğrencinin ilgi alanları, öz-yeterlik hissi ve öğrenme hedefleri yer almaktadır (Pintrich ve Schunk, 2002).

Çoklu gösterimlerin öğrenme motivasyonu üzerindeki etkisi ise, öğrencilerin dikkat ve ilgisinin artması ve öğrenme sürecine daha aktif katılım sağlanması nedeniyle oldukça önemlidir. Araştırmalar, çoklu gösterimlerin öğrenme motivasyonunu arttırdığını göstermektedir (Akçayır, 2017; Mayer ve Moreno, 2003). Örneğin, Mayer ve Moreno (2003), çoklu gösterimlerin öğrencilerin öğrenme motivasyonunu arttırdığını ve öğrencilerin öğrenme materyallerini daha iyi anladığını bulmuştur.

Benzer şekilde, Akçayır (2017) da çoklu gösterimlerin öğrenme motivasyonunu olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

1.3 Özyeterlik Kavramı

1.3.1 Özyeterlik

Özyeterlik, belirli görevleri yerine getirme ve hedefleri gerçekleştirme konusundaki kişisel inançlarını ifade eden bir bireyin kabiliyetine olan inancını ifade eder. Sosyal bilişsel teorinin temel bileşenlerinden biri olarak Bandura (1997) tarafından önerilen özyeterlik, insan davranışını şekillendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Kişisel deneyimler, sosyal ikna ve duygusal durumlar gibi çeşitli faktörlerden etkilenir ve ustalık deneyimleri, taklit edilen deneyimler, sosyal modelleme ve sözlü ikna yoluyla zamanla geliştirilebilir ve güçlendirilebilir (Bandura, 1997).

Araştırmalar, daha yüksek özyeterlik düzeylerine sahip bireylerin, zorluklarla karşılaştıklarında daha büyük bir direnç, çaba ve esneklik sergilediklerini, yeni görevleri üstlenme ve iddialı hedeflere yönelme konusunda daha büyük bir isteklilik gösterdiklerini belirtmektedir (Lent, Brown ve Hackett, 1994). Ayrıca, özyeterliğin, akademik başarı, iş performansı ve genel refah üzerinde olumlu bir etkisi olduğu bulunmuştur (Stajkovic ve Luthans, 1998).

1.3.2 Fen Bilimlerine Yönelik Özyeterlik

Fen bilimleri, doğayı anlama ve keşfetme yolculuğumuzda bize önemli bir rehberlik sağlar. Öğrencilerin, fen bilimleri alanında öğrenme ve başarı için gerekli olan beceri, bilgi ve anlayışı kazanmaları gereklidir (Bandura, 1997). Bununla birlikte, öğrencilerin bu hedeflere ulaşmalarını engelleyen birçok faktör vardır (Zimmerman, 2000). Bu faktörler arasında, özyeterlik inancı düşüklüğü de yer almaktadır (Schunk, 1991).

Özyeterlik inancı, bireyin kendi becerilerine, kapasitesine ve kaynaklarına olan inancını ifade eder (Bandura, 1997). Fen bilimleri dersinde öğrencilerin özyeterlik inancı, derste başarılı olmaları için kritik bir faktör olarak nitelendirilmektedir (Pajares, 2002). Öğrencilerin özyeterlik inancı düşükse, kendilerini derse adapte etmek ve zorlu konuları anlamakta zorlanabilmektedirler (Zimmerman, 2000). Bunun sonucu olarak, öğrencilerin derse ilgisi azalmakta ve başarıları düşebilmektedir (Schunk, 1991). Bu nedenle,

öğrencilerin fen bilimleri alanında özyeterlik inancının artırılması, onların başarısını arttırmaktadır (Bandura, 1997).

1.3.3 Özyeterlik Çoklu Gösterim İlişkisi

Çoklu gösterimlerin öğrenme sürecindeki etkileri ile özyeterlik arasındaki pozitif ilişki bazı bilimsel çalışmalar tarafından desteklenmektedir. Örneğin, matematik problemlerini çoklu gösterimler kullanarak çözen öğrencilerin, matematiksel özyeterlik düzeylerinin arttığı gösterilmiştir (Erol, 2015). Benzer şekilde, çoklu gösterimlerin fen derslerindeki öğrencilerin özyeterlik düzeylerini artırdığına dair bazı araştırmalar bulunmaktadır (Çetin, 2010). Bu çalışmalar, öğrenme sürecindeki çoklu gösterimlerin öğrencilerin özyeterlik düzeylerini artırarak başarılarını etkilediğini göstermektedir. Dolayısıyla, öğrencilerin öğrenme sürecinde farklı duyuşsal kanalları kullanarak bilgiyi işlemeleri, öğrenme sürecini daha etkili hale getirerek özyeterlik düzeylerinin artmasına yardımcı olabilmektedir (Ainsworth ve Loizou, 2003)).

1.4 Üstbiliş Kavramı

1.4.1 Üstbiliş

Üstbiliş kavramı, öğrenme sürecinde bireylerin sahip oldukları bilişsel yetenekleri kullanarak, bilgiyi organize etme, planlama, yönetme, izleme ve değerlendirme becerileri gibi daha yüksek düzeyli bilişsel süreçleri kullanarak öğrenme sürecini kontrol etme kapasitelerini ifade eder (Flavell, 1976; Schraw ve Moshman, 1995). Bu nedenle, üstbiliş, bireylerin kendi öğrenme süreçlerini kontrol ederek, öğrenmelerini optimize etmelerini sağlar.

Üstbiliş kavramı, özellikle öğrencilerin başarılı bir şekilde öğrenmeleri için gerekli olan bilişsel becerilerin önemini vurgulayan birçok bilimsel çalışmada incelenmiştir. Örneğin, Zimmerman ve Schunk (2001) öğrenmenin üstbilişsel süreçlerinin öğretiminin öğrencilerin öğrenme başarılarını artırdığını gösteren bir meta-analiz yapmışlardır. Ayrıca, üstbilişsel becerilerin öğrenme sürecindeki önemi, özellikle yükseköğretimdeki öğrenciler üzerine yapılan araştırmalarda da gösterilmiştir (Pintrich ve De Groot, 1990; Weinstein ve Mayer, 1986).

Bu nedenle, üstbiliş kavramı, öğrencilerin öğrenme sürecini yönetebilme becerilerinin, öğrenme başarısı açısından önemli olduğunu gösteren birçok araştırmada incelenmiştir.

Üstbilişsel becerilerin geliştirilmesi, öğrenme sürecini daha etkili hale getirerek, öğrencilerin öğrenme hedeflerine ulaşmalarını sağlamaktadır (Schneider ve Lockl, 2002).

1.4.2 Fen Bilimlerinde Üstbiliş

Üstbilişin fen bilimleri açısından önemi, bilişsel psikoloji, bilişsel nörobilim ve eğitim psikolojisi gibi alanlarda yapılan araştırmalarla desteklenmektedir (Diamond ve Lee, 2011; Distrik ve Saregar, 2022). Bu çalışmalar, üstbiliş becerilerinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını, iş hayatında liderlik, problem çözme ve yaratıcılık gibi alanlarda da etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Einstein vd., 2010; Gagne vd., 2010). Bilişsel nörobilim çalışmaları, beyindeki farklı bölgelerin üstbiliş süreçlerine katkısını ve beyin aktivitesindeki değişiklikleri inceleyerek, üstbilişin nörolojik temellerini araştırmaktadır (Duncan vd., 2013).

Ayrıca, üstbiliş becerilerinin ölçülmesi ve geliştirilmesi, eğitim psikolojisi alanında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (McGurk vd., 2007; Tamm vd., 2012). Ölçüm ve geliştirme çalışmaları, öğrencilerin üstbiliş becerilerinin gelişimini takip etmek ve bunları optimize etmek için kullanılmaktadır (Thiede ve Dunlosky, 1999). Bu nedenle, üstbilişin fen bilimleri açısından incelenmesi, özellikle de ölçüm ve geliştirme çalışmaları, eğitim ve diğer alanlarda insanların potansiyellerini maksimize etmek için oldukça önemli görülmektedir (Hattie vd., 2017; Wiske, 1998).

1.4.3 Üstbiliş Çoklu Gösterim İlişkisi

Görsel, işitsel ve dokunsal gibi farklı duyuşsal kanalların kullanımı, bilginin işlenmesinde etkili bir yol olarak kabul edilir. Bu yaklaşım, çoklu gösterim olarak bilinir ve eğitim, psikoloji ve bilişsel nörobilim gibi birçok alanda araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır (Mayer, 2009; Paivio, 1991). Çoklu gösterim, özellikle öğrenme ve öğretme süreçleri için önemli bir stratejidir, çünkü bilginin daha iyi anlaşılmasına ve hatırlanmasına yardımcı olmaktadır (Mayer vd., 2002; Sweller ve Chandler, 1991).

Üstbiliş becerileri, bilişsel süreçleri yönetmek, izlemek ve düzenlemek için kullanılan beceriler olarak nitelendirilmektedir (Flavell, 1976). Bu beceriler, özellikle çoklu gösterim bağlamında, öğrenme ve öğretme süreçlerinde önemlidir. Çoklu gösterim, öğrencilere farklı duyuşsal kanallar aracılığıyla bilgi sunarken, üstbiliş becerileri öğrencilerin bu bilgiyi

anlamalarını, düzenlemelerini ve hatırlamalarını sağlamaktadır (Bannert ve Mengelkamp, 2008; Kalyuga vd., 2003).

Çoklu gösterim ve üstbilgi becerileri arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, bu iki kavram arasında güçlü bir bağlantı olduğunu göstermektedir (Mayer ve Massa, 2003; Ozcelik vd., 2010). Özellikle, çoklu gösterimde sunulan bilgiyi anlamak ve hatırlamak için, öğrencilerin üstbilgi becerilerini kullanmaları gerekmektedir. Bu nedenle, üstbilgi becerileri, öğrencilerin çoklu gösterimde sunulan bilgiyi anlamalarına ve hatırlamalarına yardımcı olur (Kalyuga vd., 2003; Sweller vd., 1998).

Bu ilişki, eğitimde kullanılan çoklu gösterim stratejilerinin etkisini arttırabileceği ve öğrencilerin daha iyi öğrenmelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir (Mayer, 2014; Sadoski vd., 1991). Ayrıca, üstbilgi becerilerinin öğrenme ve öğretme süreçlerinde kullanımı, öğrencilerin derinlemesine düşünmelerini, problem çözmelerini ve yaratıcılıklarını arttırmaktadır (Mayer, 2014; Yanti vd., 2019).

1.5 Çoklu Gösterimler Kavramı

1.5.1 Çoklu Gösterimler

Öğrenme sürecinde kullanılan “gösterim” kavramı, bir şeyi ya da bir kavramı belirli bir şekilde temsil etmek, ifade etmek veya sunmak anlamına gelmektedir. Bu terim, öğrenme materyallerinin farklı duyuşal sistemleri hedefleyen birden fazla gösterim biçimini içeren “çoklu gösterimler” kavramıyla birlikte kullanılmaktadır (Paivio ve Desrochers, 1981).

Bilgiyi öğrenene ulaştıran bu araçlar, genelde bilgiyi aynı anda birden fazla formda temsil etmektedir. Temsil; soyut kavramları farklı formlarda modellemeler yaparak somutlaştırma olarak nitelendirilmektedir (Kaput, 1998). Temsil terimi yerine gösterim, model, mod ve media(ortam) gibi kelimelere de literatürde rastlanılmıştır. Bilgiyi tanımlamada birden çok temsilin bir arada bulunması ve bu temsillerin birbirleriyle etkileşimli olması durumuna çoklu temsil ya da çoklu gösterim (multiple representation) denmektedir (Çıkla, 2004).

Temsiller öğrenene göre iç ve dış temsiller olarak ikiye ayrılmaktadır. İç temsil öğrenenin bilgi ile ilgili olarak zihninde oluşturduğu temsiller, dış temsil ise bilgiyi öğrenene iletirken kullanılan temsiller olarak tanımlanmaktadır (Ainsworth, 1999, 2006). Dış temsiller

biçimine göre temel olarak görsel (resim, simülasyon, animasyon, diyagram, kavram haritası, grafik) ve sözel (metin, ses) olarak ayrılmaktadır (Tsui ve Treagust, 2013).

Çoklu temsil barındıran materyallere olan ilginin fazla oluşu, işe yararlılığı konusunda oldukça aldatıcı olmaktadır. Çoklu gösterim kullanarak yapılan öğretim çok kolay ve çok başarılı gibi görünse de aslında iyi düzenlenmeyen temsiller bilginin öğrenilmesinde işe yaramamaktadır. Hatta tek temsil ile öğretimin, iyi düzenlenmeyen çoklu temsillerle öğretimden daha başarılı olabilmektedir (Mayer ve Moreno, 2003). Anlaşılacağı üzere temsilleri belirli kurallara göre düzenlemek gerekmektedir. Mayer' in 'Çok ortamlı öğrenmede bilişsel modeli' temsillerin düzenlenmesi ile ilgili işe yararlılığı test edilmiş model olarak literatüre geçmiştir (Mayer ve Johnson, 2008). 'Çok ortamlı öğrenmede bilişsel modeli' anlayabilmek için önce Mayer' in bu modeli dayandırdığı Paivio' nun 'İkili kodlama kuramı' nı, Baddeley' in 'Çalışan bellek (işleyen bellek) modeli' ni ve Sweller' in 'Bilişsel yük kuramı' nı açıklamak gerekir.

Çalışan bellek modeline göre zihnimiz çalışan bellek denilen kısa süreli bellek ve bilgilerin, şemaların uzun süre tutulduğu uzun süreli bellek olarak ayrılmaktadır. Dışarıdan gelen uyarılar çalışan bellekte işlenerek anlamlı hale getirilip uzun süreli belleğe aktarılır, uzun süreli bellekte yer alan bilgiler ise kullanılacağı an çalışan bellekte işlenip kullanıma hazır hale getirilir. Bilgi işleme kapasitesi sınırlı olan çalışan bellek görsel ve sözel bilgilerin işlendiği iki ayrı alt kanaldan oluşmaktadır. Bu kanalların işlem kapasiteleri sınırlı olmaktadır (Baddeley, 1992). Yani bu kanalların birbirinden bağımsız olarak birim zamanda işleyebilecekleri bilgi miktarları sınırlı olmaktadır (Mayer, 2014).

Öğretimde sık kullanılan geleneksel anlatım yöntemiyle çalışan belleğin sadece sözel bilgileri işleyen kanala hitap edilirken, görsel kanal geri planda kalmıştır. Ancak 'İkili kod kuramı' ile sözel ve görsel kanalların eşit öneme sahip olduğu savunulmuş olup (Paivio, 1991), çoklu ortam çalışmaları ile birlikte önemi anlaşılmıştır (Ainsworth, 2006).

Çalışma belleğindeki bu bilgi işlem sınırlılığı 'Bilişsel yük kuramını' önemli kılmaktadır. Bilişsel yük çalışma belleği tarafından belirli bir zamanda işlenen bilgiler olarak tanımlanır. Asıl yük (intrinsic load), konu dışı yük (extraneous load/ineffective load) ve etkili yük (germane load/effective load) olarak üç tür bilişsel yükün var olduğu savunulmuştur (Sweller vd., 1998). Asıl yük; öğrenilmesi amaçlanan bilginin işlenirken

çalışma belleğinde oluşturduğu yüküdür. Amaçlanan bilginin zorluk ve karmaşıklığına göre asıl yük de değişir. Konu dışı yük; asıl yükle beraber, iyi hazırlanmamış materyallerle ortaya çıkan işe yaramayan bilgilerdir. Konu dışı yük bilgi işlem kapasitesi sınır olan çalışma belleğini boşuna meşgul ettiğinden bilgi işlemeyi olumsuz etkilemektedir. Etkili yük; işlenen bilgilerin zihinsel şemalara katılması süreçlerinde ortaya çıkmaktadır. Etkili öğrenme için önemli olan üç yükün toplamının çalışma belleğinin bilgi işlem kapasitesini aşmamasıdır. Aşması halinde etkili öğrenme gerçekleşmemektedir (Sweller, 2010). Burada çoklu temsil içeren materyallerin doğru tasarlanmasının önemi anlaşılmaktadır.

Mayer' in geliştirdiği 'Çok ortamlı öğrenmede bilişsel modele' dönecek olursak; temelde çoklu temsillerin nasıl düzenlenmesi gerektiğini altı başlıkla açıklamaktadır (Mayer, 2014).

1.5.1.1 Çoklu Ortam Tasarım İlkeleri

1. Çoklu temsil ilkesi (Multiple representation/multimedia principle):

Öğretimi hedeflenen bilginin sadece sözel ya da sadece görsel yerine hem sözel hem görsel olarak açıklanarak verilmesi öğrenmeyi daha etkili kılmaktadır (Mayer, 2017).

2. Özlülük/tutarlılık ilkesi (Coherence principle):

Konu dışı yük öğrenmedeki başarıyı azalttığından asıl yüke katkısı olmayan resim, metin, sesler vb. arttığından etkili öğrenme gerçekleşmemektedir. Çalışma belleğinde aşırı bilişsel yük oluşturacağından bilgi olabildiğince sade şekilde olmalıdır (Mayer ve Johnson, 2008).

3. Kanal ilkesi (Modality principle):

Çalışma belleğindeki bilişsel yük kapasitesini aşmamak için sözel ve sayısal bilgi işleme kanalları birlikte kullanılmalıdır. Bilgi tek kanal aracılığıyla gönderildiğinde aşırı bilişsel yüklenme olması daha muhtemel olacağından iki kanalın kapasitesinin aynı anda kullanılması aşırı bilişsel yüklenme ihtimalini azaltacaktır (Sweller ve Chandler, 1991).

4. Aşırılık ilkesi (Redundancy principle):

Aynı bilgi aynı anda gereksiz fazlalıkta temsille ifade edildiğinde öğretimin etkinliği azalmaktadır. Örneğin bir animasyonu sadece sözel anlatımla sunmak, aynı animasyonu hem sözel hem yazılı metinle sunmaktan daha etkili olmaktadır (Sweller ve Chandler, 1991).

5. Birliktelik ilkesi (Contiguity principle):

Mekansal ve zamansal birliktelik olarak ayrılmaktadır. Mekansal birliktelik birbirini ilgilendiren temsillerin yakın olması gerektiğini savunmaktadır. Örneğin sindirim sistemi resminde yapıların yazılı açıklamalarının resmin başka bir yerinde değil, ilgili yapının hemen üzerinde bu açıklamanın olması öğretimi daha etkili kılmaktadır (Mayer ve Moreno, 2003). Zamansal birliktelik ise bir resim ile sözel açıklamanın ardışık değil eşzamanlı yapılmasının gerektiğini savunmaktadır (Mayer, 2014).

6. Bireysel farklılıklar ilkesi (Individual differences principle):

Çalışma belleğindeki bilgi işlem kapasitesi bireylerde farklılık gösterebilir. Bazı bireylerde sayısal kanal daha etkiliyken, bazı bireylerde sözel kanal etkili olabilmektedir. Bu sebeple bir bireyde etkili olan materyal diğer bireylerde aşırı bilişsel yüklenmeye sebep olabilmektedir (Mayer, 2014).

1.6 İlgili Çalışmalar

Araştırmanın bu kısmında çoklu gösterimler konusunda yapılmış çalışmalar ve elektrik konusunda yapılmış çalışmalardan bahsedilecektir.

1.6.1 Çoklu Gösterimler Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Altmeyer vd. (2020) artırılmış gerçeklik (AR) kullanımının STEM laboratuvar derslerinde kavramsal bilgi edinimine etkisini araştırmışlardır. Çalışma fizik eğitimi alan 50 üniversite öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenciler rastgele seçimle AR destekli ve AR destekli olmayan olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Her iki grup da elektrik devreleri ile ilgili deneyler yapmıştır. AR destekli grupta öğrenciler tablet üzerinden gerçek zamanlı ölçüm verilerini devre bileşenlerinin üzerinde görmüşlerdir. AR destekli olmayan grupta ise öğrenciler geleneksel yöntemlerle ölçüm verilerini almışlardır. Veriler kavramsal bilgi testi ve bilişsel yük algısı anketi ile toplanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre her iki grup arasında bilişsel yük algısında anlamlı bir fark bulunmazken, kavramsal bilgi kazanımında AR destekli grubun lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu sonuçlar AR kullanımının STEM laboratuvar derslerinde kavramsal bilgi edinimini desteklediğini göstermiştir.

Sert (2019), yüksek lisans tezinde, 6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde kullanılan farklı betimleme modlarının dezavantajlı öğrencilerin akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Çalışma, 6. sınıfta okuyan 36 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrenciler deney ve kontrol grubu

olarak rastgele seçimle iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna kuvvet ve hareket ünitesi boyunca farklı betimleme modları (sözel, görsel, sayısal ve sembolik) kullanılarak öğretim yapılmıştır. Kontrol grubuna ise aynı ünite geleneksel yöntemlerle işlenmiştir. Veriler akademik başarı testi ile toplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, verilerin ön test ve son test puan ortalamaları analiz edildiğinde, ön test bulgularında öğrenciler arasında herhangi bir fark gözlenmemişken, son test bulgularında deney grubunun lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu sonuç, farklı betimleme modlarının dezavantajlı öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu göstermektedir.

Yünkül (2019), çoklu ortam öğrenme bilişsel teorisine dayalı olarak hazırlanmış bir yazılımın öğrencilerin akademik başarı ve kalıcılık düzeylerine nasıl etki ettiğini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu eğitim fakültesinde öğretim ilke ve yöntemleri dersi alan 41 öğrenci oluşturmuştur. Öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Deney grubu çoklu ortam yazılımıyla öğrenme deneyimi yaşarken, kontrol grubu geleneksel yöntemle öğrenme deneyimi yaşamıştır. Öğrencilerin başarı ve kalıcılık düzeylerini belirlemek için ön test, son test ve kalıcılık testi uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, çoklu ortam yazılımıyla öğrenmenin öğrencilerin başarı ve kalıcılık düzeylerini artırdığı görülmüştür. Bu sonuçlar, çoklu ortam yazılımının öğretim ilke ve yöntemleri dersinde etkili bir öğrenme materyali olduğunu göstermektedir.

Amanati vd. (2019) fizikte öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için çoklu temsil temelli sorgulama modeline dayalı öğrenme aracının etkililiğini araştırmışlardır. Çalışma Surabaya'daki SMA Kemala Bhayangkari 1'de okuyan 30 X-IPA sınıfı öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrencilerin ön test ortalaması 31.11'dir. Üç fizik dersine katıldıktan sonra, çoklu temsil temelli sorgulama yaklaşımıyla bir öğrenme modeli ve araçları kullanarak, eleştirel düşünme becerileri önemli ölçüde 82.67'ye yükselmiştir. Ayrıca, öğrencilerin %87,6' sını uygulanan öğrenmeyi beğenmiştir. Çoklu temsil temelli sorgulama öğrenme aracının lise fizik dersinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bakri ve Muliayati (2018), Temel Fizik Dersi için bağlamsal bir yaklaşıma dayalı çoklu gösterimli e-öğrenme kaynakları tasarlamayı amaçlamaktadır. Araştırma, Dick ve Carey (2009) stratejisine uygun olarak araştırma ve geliştirme yöntemlerini kullanmaktadır.

Geliştirme, Jakarta Negeri Üniversitesi Matematik ve Fen Fakültesi Fizik Eğitimi Bölümü dijital laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ürün geliştirme sürecinin sonucunda, Dick ve Carey (2009) stratejisine göre, temel fizik dersinin e-öğrenme tasarımı bağlamsal öğrenme sözdiziminde çoklu gösterimlerle sunulmuştur. Temel fizik öğreniminde kullanılan uygun gösterimler şunlardır: kavram haritası, video, şekiller, deney sonuçlarının veri tabloları, veri tablolarının grafikleri, sözel açıklamalar, matematiksel denklemler, problem ve çözüm örneği ve alıştırma. Çoklu gösterimler, bağlamsal öğrenmenin aşamaları olan ilişkilendirme, deneyimleme, uygulama, aktarma ve iş birliği şeklinde sunulmuştur. Araştırma sonucunda, çoklu gösterimli e-öğrenme kaynaklarının temel fizik konularının hem kavramsal hem de işlemsel düzeyde öğretiminde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sandy vd. (2018) doğru akım elektriği konusunda çoklu temsil temelli öğrenci çalışma sayfasının geçerliliği ve uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışma yöntemi olarak Borg ve Gall (1983)'in adımlarını takip eden araştırma ve geliştirme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem üç aşamaya basitleştirilmiştir: literatür çalışması, planlama ve geliştirme, alan testi. Literatür çalışması aşamasında müfredat gözden geçirilmiş, gözlem yapılmış, ilgili teori incelenmiş, amaç belirlenmiş ve görüşme yapılmıştır. Bu aşama öğrenci çalışma sayfası hazırlığıyla ilgili erken veriler üretmiştir. Planlama ve geliştirme aşamalarında öğrenci çalışma sayfası, ders planı, medya yapımı, değerlendirme, gözlem formları, anket ve uzman görüşü formları hazırlanmıştır. Bu aşama dört adımdan oluşan çoklu temsil temelli öğrenci çalışma sayfasının erken bir ürününü üretmiştir. Alan testi aşamasında sınırlı bir alan testi yapılmıştır. Sınırlı deneme bir sınıftan rastgele orantılı olarak alınan bir örneklem seçilerek yapılmıştır. Veri toplama araçları olarak öğrenci çalışma sayfasının uygulanması, öğrencilerin etkinlikleri ve öğrenci çalışma sayfasının okunabilirliği anketi gözlem formu kullanılmıştır. Veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Bu aşamada, çoklu temsil temelli öğrenci çalışma sayfasının yüksek uygulanabilirliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, öğrenci çalışma sayfasının yüksek uygulaması, öğrencilerin çoklu temsil temelli öğrenci çalışma sayfasına olumlu yanıt vermesi ile gösterilmiştir.

Haratua ve Sirait (2016), fizikçilerin kullandığı çizim, hareket diyagramı, kuvvet diyagramı, grafik ve matematiksel denklem gibi çoklu temsillerin fizik öğrenmede ve problem çözmede nasıl kullanılabileceğini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma 2 aşamada yapılmıştır. İlk aşamada 235 öğrencinin problem çözerken hangi temsil/temsilleri kullandıkları araştırılmış, sonraki aşamada 73 öğrenciyle devam edilip ders planı

oluşturulmuştur. Araştırmada nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Öğrencilerin çoklu temsilleri nasıl kullandıklarını belirlemek için araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test uygulanmıştır. Testte öğrencilerden farklı gösterim türleri arasında geçiş yaparak problem çözmeleri istenmiştir. Verilerin analizi sonucunda, çoklu temsilleri kullanan öğrencilerin problem çözmede daha başarılı oldukları görülmüştür. Bu sonuçlar, çoklu temsillerin fizik kavramlarını anlamada ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir

Ezberci, Kurnaz ve Bayri (2015), ortaokul öğrencilerinin elektrik konusunu anlamalarında metin, resim, tablo ve grafik gibi farklı gösterim türleri arasında geçiş yapabilme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden örnek olay çalışması kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 6., 7. ve 8. Sınıflardan 150 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplamak için araştırmacılar tarafından geliştirilen bir test uygulanmıştır. Testte her bir gösterim türünden diğerine geçişi ölçen açık uçlu sorular yer almıştır. Veriler doküman analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplar belirli kriterlere göre kodlanmış ve değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin elektrik konusunda gösterim türleri arasında geçiş yapmada zorlandıkları görülmüştür. Bu nedenle, elektrik konusunun öğretiminde ve değerlendirmesinde gösterim türleri arasındaki ilişkilere dikkat çekilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Can (2014) çalışmasında, fonksiyon konusunun çoklu temsiller kullanılarak öğretilmesinin öğrencilerin başarısını nasıl etkilediğini araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın katılımcıları 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Batı Marmara Bölgesi'nde bir lisede okuyan 55 9. sınıf öğrencisidir. Çalışmada yarı deneysel tasarım uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerine fonksiyon konusunu çoklu temsiller ile öğrenme fırsatı verilirken kontrol grubu öğrencilerine geleneksel yöntem ile öğretim yapılmıştır. Veri toplama aracı olarak araştırmacının hazırladığı Fonksiyonlar Başarı Testi kullanılmıştır. Veriler hem sayısal hem de sözel olarak değerlendirilmiştir. Sayısal veriler Mann Whitney U-testi ile analiz edilmiştir. Sözel veriler ise öğrencilerin cevap kağıtlarının doküman incelemesi ile incelenmiştir. Analiz sonuçları, fonksiyon konusunu çoklu temsiller ile öğrenen deney grubu öğrencilerinin fonksiyon kavramını, fonksiyonu farklı temsillerle ilişkilendirebilme yeteneğini ve problem çözme becerisini anlamlı şekilde geliştirdiklerini göstermiştir.

Wu ve Puntambekar (2012) bilimsel süreçlerde çoklu dışsal gösterimlerin pedagojik olanaklarını incelemiştir. Çalışma, çoklu dışsal gösterimlerin (CDG) bilim öğretimi ve öğreniminde yaygın olarak kullanıldığını, ancak bunların nasıl ve hangi koşullarda tanıtılması ve kullanılması gerektiği konusunda pedagojik sorunlara yeterince değinilmediğini belirtmiştir. Ayrıca, bilimsel süreçler ve CDG'nin olanakları arasındaki karmaşık etkileşimler de yeterince anlaşılammıştır. Bu nedenle, bu çalışma, öğrencileri çeşitli bilimsel süreçlere dahil eden öğrenme ortamlarında CDG'nin pedagojik olanaklarına odaklanmıştır. Bilim eğitimi ve bilişsel psikoloji literatürünü gözden geçirerek ve çoklu bakış açılarını bütünleştirerek, bu çalışma şunları araştırmayı amaçlamıştır: (1) CDG'lerin farklı olanakları nedeniyle bilimsel süreçlerle nasıl bütünleştirilebileceği, (2) özellikle sınıf ortamında CDG'lerle öğrenci öğreniminin nasıl desteklenebileceği. Yazarlar, gösterimleri ve bilimsel süreçleri, gösterimlerin olanaklarına ve etkinliklerin hedeflerine dayalı olarak ilkel bir şekilde eşleştirmenin, bilim eğitiminde CDG'leri kullanmanın güçlü bir yolu olduğunu savunmuşlardır. Son olarak, CDG'lerin etkili kullanımına yardımcı olabilecek destekleme türlerini şöyle sıralamışlardır: dinamik bağlantı, model ilerlemesi, öğretim materyallerinde destek, öğretmen desteği ve aktif katılım.

Çelik ve Sağlam-Arslan (2012), öğretmen adaylarının sözel, tablo, fiziksel bağlam ve grafiksel temsiller arasında çeviri becerileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın örneklemini 76 sınıf öğretmeni adayları oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak çoklu temsillere odaklanan bir başarı testi geliştirilmiştir. Adaylardan testin tamamı için cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Test sonuçlarının analizi, öğretmen adaylarının sözel ve grafiksel temsiller arasındaki çeviride en başarılı oldukları, fiziksel bağlam ve grafiksel temsiller arasındaki çeviride ise en başarısız oldukları alan olduğunu göstermiştir. Ayrıca, adaylar doğru grafiği diğerleri arasından belirlemede grafiği oluşturmaktan daha başarılı olmuşlardır. Bununla birlikte, adaylar cevapları için bilimsel açıklamalar verememiş veya bir grafiği çizme sürecini ifade edememişlerdir.

İpek ve Baran (2011), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli çoklu temsillerle ilgili düşüncelerini belirlemeyi amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, nitel bir durum çalışması olup üç matematik öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakat verileri, teknoloji destekli çoklu temsillerin matematik öğretiminde kullanımı ve faydaları hakkında bilgi verirken, aynı zamanda

öğretmen adaylarının bu temsilleri kullanma nedenlerini ortaya koymuştur. Çalışmanın bulguları şunlardır:

- Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde teknolojinin önemi ve gerekliliği hakkındaki görüşleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersi sonunda olumlu yönde değişmiştir.
- Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde teknolojik donanım ve yazılımları kullanma konusundaki özgüvenleri artmıştır. Bu nedenle öğretmen adaylarının teorik-uygulama bilgi ve becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir.
- Öğretmen adaylarının teknoloji destekli çoklu temsillerle ilgili görüşleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı dersinin içeriğiyle zenginleştirilmiştir. Bu bulgular, öğretmen yetiştirme programlarında teknolojiyi uyarlama açısından önemlidir.

Atila vd. (2010) farklı betimleme modlarıyla hazırlanan öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin ilköğretim kuvvet ve hareket konularının öğrenimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma yöntemi olarak nicel araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini aynı okulun 4 farklı altıncı sınıf şubesinde okuyan 74 öğrenci oluşturmuştur. Öğrenciler rastgele dört gruba bölünerek farklı mektuplar yazmışlardır. Birinci grubun mektubunda yalnızca metinsel betimleme modu bulunurken, ikinci grubun mektubunda metinsel betimleme modunun yanında istedikleri başka betimleme modlarını da seçmişlerdir. Üçüncü grubun mektubunda metinsel betimleme modu ile birlikte grafiksel betimleme modu kullanmaları gerekmektedir, dördüncü grubun mektubunda metinsel betimleme modu ile birlikte matematiksel betimleme modu kullanmaları gerekmektedir. Verilerin elde edilmesi için konuya yönelik bir başarı testi yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre; belli bir betimleme modunu kullanmak zorunda olan gruplar diğerlerine nazaran daha iyi performans sergilemişlerdir. Ayrıca mülakata alınan öğrenciler, farklı bir kişiye mektup yazmanın kendilerini daha fazla araştırma yapmaya teşvik ettiğini ve kullandıkları betimleme modları ile ilgili geri dönüşlerin ikinci ödevlerini hazırlamalarında yararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Maries (2013) yaptığı doktora çalışmasında, giriş seviyesi fizik öğrencilerinin problem çözme performansındaki çoklu gösterimlerin rolü birkaç araştırma ile incelenmiştir. Diyagramsal gösterimler, problem çözümünün başlangıç aşamalarında kavramsal analiz ve planlama için özellikle önemli bir rol oynayabileceğini düşünerek yaptığı çalışmada ulaştığı bulgular, üretken diyagramlar çizen öğrencilerin problem çözme performansının

daha iyi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin çoklu gösterimler arasında dönüşüm yapmakta zorlandıkları veya bunların avantajlarından yararlanamadıkları bulunmuştur. Bu nedenle, öğrencilere çoklu gösterimler arasında dönüşüm yapmayı ve bunları problem çözmede kullanmayı öğretmek gerektiği düşünülmüştür. Bu amaçla, çoklu gösterimler arasında dönüşüm yapmayı ve problem çözmede kullanmayı destekleyen bir eğitim programı geliştirilmiştir. Bu programın etkinliği deney grubu ve kontrol grubu ile test edilmiştir. Deney grubu öğrencileri eğitim programına katılırken kontrol grubu öğrencileri standart fizik dersine devam etmişlerdir. Her iki grubun da problem çözme performansları ön test ve son test ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, eğitim programının deney grubu öğrencilerinin çoklu gösterimler arasında dönüşüm yapma becerilerini ve problem çözme performanslarını anlamlı derecede arttırdığını göstermiştir. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlerin problem çözmede önemli bir rol oynadığını ve öğrencilere bu konuda eğitim verilmesinin faydalı olduğunu desteklemektedir.

Literatürde çoklu temsillerin öğretiminde kullanımına yönelik pek çok araştırmaya rastlanılmıştır. Bu araştırmaların ortak noktası, çoklu temsillerin öğrencilerin başarısını arttırdığına, farklı gösterim türleri arasında geçiş yapabilme becerisini geliştirdiğine ve kavramsal görüntülerini zenginleştirdiğine dair kanıtlar sunmalarıdır. Bu kanıtlar, çoklu temsillerin fizik ve matematik gibi soyut kavramların olduğu alanların öğretiminde önemli bir rol oynadığını ve öğrencilere de bu konuda eğitim verilmesinin faydalı olduğunu göstermektedir.

Literatürde çoklu temsillerin fizik ve matematik öğretiminde kullanımına yönelik araştırmaların olumsuz veya çoklu gösterim kullanımında dikkat edilmesi gereken noktaları ise çoklu temsillerin farklı konulara, seviyelere ve hedeflere göre uyarlanması gerektiğine, farklı betimleme modları ile birlikte kullanılmasının avantajlarına ve öğrencilerin çoklu temsilleri algılama ve kullanma durumlarına dair sunulan kanıtlardır. Bu kanıtlar, çoklu temsillerin fizik ve matematik öğretiminde tek tip bir yaklaşımın yeterli olmadığını, öğrencilerin ihtiyaçlarına ve özelliklerine göre çeşitlendirilmesi gerektiğini ve öğrencilerin çoklu temsillere yönelik farkındalık ve tutumlarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

1.6.2 Elektrik Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Acar ve Özbuğutu (2022) yaptıkları araştırmada, elektrik konusu üzerine yapılmış en güncel çalışmaları belli kriterlere göre inceleyip bir araya getirmeyi amaçlamıştır. Araştırmada Türkiye’de 2014 ve 2021 yılları arasında elektrikle ilgili yayımlanmış yüksek lisans, doktora tezleri ile makale çalışmaları üzerine bir içerik analizi yapılmıştır. Araştırma alan taraması niteliğinde olup verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Nitel araştırma yaklaşımı benimsenerek ortaya çıkarılan çalışmanın verileri doküman analizi incelemesi yoluyla elde edilmiştir. Araştırma verileri YÖK (Ulusal Tez Merkezi) veri tabanından ulaşılan lisansüstü tezlerle ve Dergi Park’ta ulaşılan makalelerle sınırlı tutulmuştur. Yapılan tarama sonucunda erişim izni olan 40 teze ulaşılmıştır; Dergi Park’ta yapılan aramada ise 25 makaleye ulaşılmıştır. Ulaşılan tez çalışmaları ve makaleler çeşitli değişkenler bakımından incelenmiştir. Elde edilen frekans ve tablo bilgilerine SPSS programı ile ulaşılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, elektrik konusuyla ilgili yapılan çalışmaların çoğunluğu yüksek lisans tezi (61,5%), 2019 yılında (23,1%), karma yöntemle (38,5%), lise öğrencileriyle (46,2%) ve 21-30 sayfa aralığında (38,5%) gerçekleştirilmiştir. Makalelerin çoğunluğu ise 2018 yılında (28%), nicel yöntemle (52%), lise öğrencileriyle (44%) ve 11-20 sayfa aralığında (48%) yayımlanmıştır. Tezlerin ve makalelerin anahtar kelimeleri incelendiğinde, en çok kullanılan kelimelerin yanlış anlama (misconception), kavram haritası (concept map), kavramsal anlama (conceptual understanding) ve animasyon (animation) olduğu görülmüştür. Araştırmanın sonucuna göre, elektrik konusuyla ilgili fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların sayısı ve niteliği artırılması gerektiği önerilmiştir.

Ivanjek vd. (2021) yaptıkları araştırmada, basit elektrik devreleri konusunda iki basamaklı bir test geliştirmeyi ve bu testi Avusturya ve Almanya’daki ortaokul öğrencilerine uygulayarak kavramsal anlamalarını ve tutumlarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu çalışma için önce Avusturya’daki ortaokul öğrencileriyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin basit elektrik devreleriyle ilgili zorlukları tespit edilmiştir. Daha sonra görüşme sonuçları ve önceki araştırmalara dayanarak 25 iki basamaklı çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test geliştirilmiştir. Bu test, N=1568 ortaokul öğrencisine ön-test, son-test ve ertelenmiş son-test olarak uygulanmıştır. Deney grubu, kavramsal değişim metinleri alan 32 kişilik bir sınıf, kontrol grubu ise geleneksel eğitim alan 34 kişilik bir sınıftan oluşmaktadır. Veriler Rasch analizi ile değerlendirilmiştir. Testin madde güvenilirliği 0.99, eşleştirilmiş puanlama ile kişi güvenilirliği 0.62 ve ayrı puanlama ile kişi

güvenirligi 0,75 olarak bulunmuştur. Basit elektrik devreleriyle ilgili ana kavramların (açık ve kapalı devreler, elektrik akımı, direnç, seri ve paralel devreler ve elektrik gerilimi) ortalama zorlukları hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Analiz, gerilim kavramının öğrenciler için en zor olanı, açık ve kapalı devreleri ayırt etmenin ise en kolay olanı olduğunu önermektedir.

Burde ve Wilhelm (2020), elektrik devrelerinin potansiyel farklar üzerinden öğretimini araştırmışlardır. Bu bir deneysel araştırmadır ve Almanya’da 790 öğrenci ve 8 öğretmen ile yürütülmüştür. Bir test, çalışma yaprakları, sanal laboratuvar programları ve görüşmeler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veriler Wilcoxon Eşleştirilmiş Örneklem Testi, One-Sample T-Testi ve İlişkili Ölçümler için İki-faktörlü Varyans Analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma, yeni bir müfredat geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu müfredatta, öğrencilerin hava basıncı ile ilgili günlük deneyimlerinden yola çıkarak voltajı bir direnç üzerindeki “elektrik basınç farkı” olarak tanıtmaktadır. Araştırma, sanal laboratuvar ile desteklenmiş 7E öğretim modelinin yeni müfredat temelinde öğrencilerin kavramsal değişimine ve zihinsel modellerine olumlu etki ettiğini, uygulama becerilerini, ilgi ve motivasyonlarını arttırdığını göstermiştir.

Yılmaz, Köseoğlu ve Yıldırım (2020), 4. Sınıf “Basit Elektrik Devreleri” ünitesi için bilgisayar destekli interaktif bir öğretim materyali tasarlamış ve bu materyalin sunuş yoluyla öğretim (SYÖ) yöntemi ile bütünleştirilmesinin öğrencilerin öğrenmelerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada eylem araştırması modeli kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile 16 katılımcının görüşleri alınmıştır. Araştırma verileri içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, tasarlanan materyalin kullanışlı, akıllı tahtalar ile uyumlu, anlamayı kolaylaştıran, multimedya içerikli, anlamlı öğrenmeyi ve kavramayı destekleyen ve sunuş yoluyla öğretim yöntemini daha etkili kılan bir materyal olduğunu göstermiştir.

Suryadi, Kusairi, Husna (2020), basit elektrik devreleri hakkındaki yanlış anlamaları ortaokul ve lise öğrencileri ile fizik öğretmen adayları arasında karşılaştırmayı amaçlamıştır. Araştırmaya 30 ortaokul öğrencisi, 32 lise öğrencisi ve 30 fizik öğretmen adayı olmak üzere toplam 92 kişi katılmıştır. Yanlış anlama tanılama aracı olarak Basit Elektrik Devreleri Tanılama Testi (SECDT) uyarlanmıştır. Veriler betimsel ve çıkarımsal analiz ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçları öğrencilerin 11 farklı yanlış anlama

türüne sahip olduğunu göstermiştir. Çarpışan akım yanlış anlaması hem lise öğrencileri hem de fizik öğretmen adaylarında en sık rastlanan yanlış anlama türüdür. Çıkarımsal test, ortaokul öğrencileri, lise öğrencileri ve fizik öğretmen adayları arasında yanlış anlama puanlarının öğretim seviyesi arttıkça azaldığı, bunun yanında lise öğrencileri ile öğretmen adaylarının yanlışlarının önemli ölçüde benzer olduğunu göstermiştir.

Akpınar ve Korkusuz (2019), fizik dersi kapsamında basit elektrik devreleri konusunda aktif öğrenme yönteminin öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Aktif öğrenme yöntemi, öğrencilerin bilgiyi yaparak ve yaşayarak kendilerinin yapılandırmalarını sağlar. Çalışma, beş haftalık bir süreçte veri toplama işlemi içeren fizik dersi basit elektrik devreleri ünitesi kapsamında bir devlet üniversitesinin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünden 28 öğrenci ile yürütülmüştür. Üç haftalık dokuz ders saati süren uygulama sürecinde, basit elektrik devreleri ünitesi, öğrencilere Scratch programlama ortamını kullanarak verilen problemleri çözmek için kendi kodlamalarına dayalı olarak geliştirdikleri simülasyon benzeri etkinlikler yardımıyla öğretilmiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Taşlıdere ve Eryılmaz (2012) tarafından geliştirilen “Basit Elektrik Devreleri Ünitesi Tutum Ölçeği”, bu çalışmanın araştırmacısı tarafından geliştirilen Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi ve yine araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmada toplanan nicel verilerin analizi için parametrik test tekniklerinden eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır. Nitel verilerin analizi için ise betimsel analiz uygulanmıştır. Çalışmada elde edilen bulgular, Scratch programlama ortamı kullanılarak kurulan aktif öğrenme ortamının öğrencilerin basit elektrik devreleri ünitesindeki başarılarına anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca sonuçlara göre, tutum ölçeği ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Son olarak, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, aktif öğrenme yönteminin öğrenenler için görsel içerikler içermesi sayesinde kalıcı öğrenmeyi desteklediği, somutlaştırdığı ve öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiği ve bu yöntemle öğretimin yaygınlaştırılması gerektiği sonucuna varmıştır.

Şenyiğit ve Sılay (2019), sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek için üç aşamalı bir kavram testi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta öğrenim gören 258 sınıf öğretmeni adayı katılmıştır. Testin kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alınmıştır. Testin yapı geçerliği için

Puanlama-2 ve güven puanı arasındaki korelasyon değeri ile yanlış pozitif ve yanlış negatif puanlarının yüzdesi hesaplanmıştır. Testin güvenilirliği için Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri, nokta çift serili korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Analizler sonucunda testin yeterli düzeyde geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu tespit edilmiştir. Test sonuçlarına göre sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusunda en çok zorlandıkları kavramların akımın devredeki hareketi, direnç ve seri-paralel bağlantılar olduğu belirlenmiştir.

Apaydın vd. (2019) araştırmalarında, fen bilimleri öğretmen adaylarının elektriksel direnç kavramı hakkındaki ön bilgilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma bir devlet üniversitesinde 2014-2015 akademik yılı bahar döneminde 74 fen bilimleri öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak üç açık uçlu sorudan oluşan yapılandırılmış bir test kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler üzerinde içerik analizi gerçekleştirilmiştir. İçerik analizinin sonucunda, öğretmen adaylarının direncin akıma karşı "bir şey" olduğu ve direncin potansiyel fark ve akım ile tanımlanabileceği görüşüne sahip oldukları baskın olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili olarak direncin devre elemanlarına, iletken özelliklerine, potansiyel farka ve akıma bağlı olduğu görüşleri ortaya çıkmıştır. Genel sonuca bakıldığında, öğretmen adaylarının elektriksel direnç kavramı hakkında önbilgilerinin çoğunlukla hatalar içerdiği anlaşılmaktadır.

Bayram (2019), simülasyon destekli 5E öğrenme döngüsü modelinin 7. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunu anlamalarına ve elektrik konusuna yönelik ilgilerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemi Bartın ilindeki bir ortaokulda 7. Sınıfta öğrenim gören 28 öğrenci ile çalışmıştır. Deney grubunda simülasyon destekli 5E modeli, kontrol grubunda ise geleneksel yöntem uygulamıştır. Verileri elektrik konusu başarı testi ve elektrik konusuna yönelik ilgi ölçeği kullanılarak toplamıştır. Çalışmanın sonucunda hem deney hem kontrol grubunun başarı testi ortalaması artmıştır. Ancak deney grubunun başarı testi ortalaması kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. İlgi ölçeği sonuçlarına göre ön test ve son test puanlarında kontrol ve deney grupları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Ancak deney grubunun ilgi puanlarında ön testten son teste doğru artış olduğu görülmüştür. Simülasyon destekli 5E modelinin elektrik konusunu anlamada etkili bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır.

Mirçik ve Saka (2018), basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modeline dayalı geliştirilen öğretmen rehber materyalini değerlendirmiştir. Bu bir eylem araştırmasıdır ve 7 fizik öğretmeni, 1 elektrik öğretmeni ve 86 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak kavram testi, çalışma yapıları, sanal laboratuvar programları ve görüşmeler kullanılmıştır. Veriler Wilcoxon Eşleştirilmiş Örneklem Testi, İlişkili Ölçümler için İki-faktörlü Varyans Analizi ve One-Sample T-Testi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modeline dayalı geliştirilen öğretmen rehber materyalinin öğrencilerin zihinsel modellerine ve kavramsal değişimlerine olumlu katkı sağladığı, ilgi, uygulama becerilerini ve motivasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir.

Korkusuz ve Karamete (2017) araştırmalarında, elektroGame adlı eğitsel MMORPG oyununun 9. Sınıf fizik dersi “basit elektrik devreleri” konusunu öğrenmeye ve tutuma etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışma Balıkesir ilinde bir Anadolu Lisesi ve bir Sağlık Meslek Lisesinde öğrenim görmekte olan toplam 48 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak fizik tutum ölçeği, bilgisayar tutum ölçeği ve basit elektrik devreleri konusunda üç basamaklı test kullanılmıştır. Ölçekler uygulama öncesi ön-test, 5 hafta süren uygulama sonrası son-test olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda deney ve kontrol grubu arasında fizik başarısı ve bilgisayar tutumu bakımından anlamlı fark bulunmamış ancak, fiziğe yönelik tutumda deney grubu lehine anlamlı bir fark gözlenmiştir.

Kocakulah ve Abacı (2017) yaptıkları araştırmada, fen bilgisi öğretmenliği son sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada potansiyel fark kavramı üzerinde durulmuştur. Bu amaçla 2006 ve 2017 yılları arasında uygulanan 8 açık uçlu çoktan seçmeli sorudan oluşan bir kavram yanlışlığı testi analiz edilmiştir. Testten potansiyel fark kavramını ölçen beşinci soru seçilmiş ve sorunun hem a hem de b kısımları incelenmiştir. Sorular Balıkesir Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümüne kayıtlı 399 öğrenciye uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin çoğunluğunun potansiyel fark konusunda kavram yanlışlığına sahip olduğu ve bu kavramın yaygın bir yanlışlığı olduğu belirlenmiştir.

Ulukök, Çelik ve Sarı (2013), basit elektrik devrelerinin bilgisayar destekli öğretiminin öğrencilerin deneysel süreç becerileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu bir deneysel

araştırmadır ve sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan 30 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Deney grubunda bilgisayar destekli öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmada iki adet hipotez bulunmaktadır. Hipotezlerinden biri; akademik başarı ön test puanları kontrol altına alındığında, bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı deney grubunun akademik başarı son test puanları, geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubu son test puanlarından yüksektir. İkincisi ise akademik başarı son test puanları kontrol altına alındığında, bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı deney grubunun kalıcılık testi puanları, geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubu kalıcılık testi puanlarından yüksektir. Araştırma verileri Elektrik Başarı Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Elektrik Kavram Testi, Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Ölçeği ile toplanmıştır. Veriler parametrik olmayan test teknikleri ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda bilgisayar destekli öğretimin basit elektrik devreleri konusundaki 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.

Şen ve Eryılmaz (2011), basit elektrik devreleri konusunda lise öğrencilerinin başarısını ölçmek için geçerli ve güvenilir bir test geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar, öğretim programına uygun olarak bir kazanım listesi hazırlamış ve bu kazanımlara uygun 30 soruluk bir test oluşturmuşlardır. Testin kapsam geçerliliği uzman görüşleri ve test belirtke tablosu ile sağlanmıştır. Testin güvenirlik katsayısı 0.896 olarak bulunmuştur. Testin madde analizi sonucunda ortalama madde güçlük endeksi 0.554 ve ortalama madde ayırt edicilik endeksi 0.447 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar testin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir. Ayrıca testin bazı sorularının öğrencilerin başarı seviyelerine göre farklılaştığı da tartışılmıştır. Seri bağlı devrelerde akımın korunumu ile ilgili soru en zor soru olarak belirlenmiş ve bu sorunun öğrenciler tarafından yanlış anlaşıldığı veya bilinmediği belirtilmiştir. Paralel bağlı devrelerde dirençlerin etkileşimi ile ilgili soru ise en kolay soru olarak belirlenmiş ve bu sorunun öğrenciler tarafından iyi bilindiği ifade edilmiştir.

Karakuyu ve Tüysüz (2011) yaptıkları araştırmada, onuncu sınıf öğrencilerinin elektrik kavramlarını anlamalarına ve akılda tutmalarına kavramsal değişim metinlerinin katkısını araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışma Afyonkarahisar'daki bir lisenin iki sınıfından 66

onuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak elektrik ile ilgili kavram testi kullanılmıştır. Bu test, ön-test, son-test ve ertelenmiş son-test olarak uygulanmıştır. Deney grubu, kavramsal değişim metinleri alan 32 kişilik bir sınıf, kontrol grubu ise geleneksel eğitim alan 34 kişilik bir sınıftan oluşmaktadır. Bu çalışmada, uygulamanın yanında önceki bilgiler ve mantıksal düşünme yetenek testi diğer bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır. Sonuçlar, mantıksal düşünmenin, uygulamanın ve elektrik kavramıyla ilgili önceki bilgilerin, her birisinin öğrencilerin elektrik kavramlarını anlamalarına önemli bir katkı sağladığını göstermiştir. Bulgular kavramsal değişim metinleri kullanımının, geleneksel öğretimden daha iyi olduğunu ortaya koymuştur.

Bilal (2010), elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu bir deneysel araştırmadır ve lisans düzeyinde Genel Fizik II dersi alan 41 öğrenci ile yürütülmüştür. Deney grubunda modelleme yoluyla öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. Bu araştırmada iki tane varsayım vardır. Varsayımlardan birine göre; akademik başarı ön test sonuçları sabit tutulduğunda, modelleme yöntemiyle öğrenmenin uygulandığı deney grubunun akademik başarı son test sonuçları, geleneksel öğrenmenin uygulandığı kontrol grubu son test sonuçlarından daha yüksektir. Diğerine göre ise akademik başarı son test sonuçları sabit tutulduğunda, modelleme yöntemiyle öğrenmenin uygulandığı deney grubunun kalıcılık testi sonuçları, geleneksel öğrenmenin uygulandığı kontrol grubu kalıcılık testi sonuçlarından daha yüksektir. Araştırma verileri Elektrik Başarı Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Elektrik Kavram Testi, Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik İnançlar Ölçeği ile elde edilmiştir. Veriler parametrik olmayan test yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda modelleme yöntemiyle öğrenmenin elektrik konusundaki akademik başarı ve kavramsal kavrama üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal kavramaları ve epistemolojik inançları arasında anlamlı ilişkiler olduğu saptanmıştır.

Yiğit ve Alev (2009), öğretmen adaylarının elektrik konusundaki alan bilgilerini ve kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu bir durum çalışmasıdır ve 2007-2008 eğitim-öğretim yılında 26 fizik öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak elektrik potansiyeli, akım, direnç konularını içeren beş açık uçlu sorudan oluşan bir alan bilgisi testi ve görüşmeler kullanılmıştır. Bu çalışma, öğretmen adaylarının elektrik akımı,

direnç ve potansiyel fark konularında birçok kavram yanlışlığına ve bilgi eksikliğine sahip olduklarını göstermiştir. Öğretmen adaylarının düştüğü yanlışların temelinde bilgi eksikliği, işlemsel öğrenme ve üst düzey bilişsel yetersizliklerin olduğu görülmektedir.

Küçüközer ve Kocakulah (2007), ortaokul öğrencilerinin basit elektrik devreleri hakkındaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmayı ve Türk öğrencilere özgü belirli kavram yanlışlarının olup olmadığını belirlemeyi amaçlamışlardır. Veriler, basit elektrik devreleri için bir kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Kavramsal anlama testi, literatürdeki ilgili çalışmalar gözden geçirilerek tasarlanan sekiz açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Araştırmanın iki varsayımı mevcuttur. Varsayımlardan biri; akademik başarı ön test puanları kontrol altına alındığında, Türk öğrencilerine özgü belirli kavram yanlışlarının olduğu deney grubunun akademik başarı son test puanları, kavram yanlışlığı olmayan kontrol grubu son test puanlarından yüksektir. İkincisi ise akademik başarı son test puanları kontrol altına alındığında, Türk öğrencilerine özgü belirli kavram yanlışlarının olduğu deney grubunun kalıcılık testi puanları, kavram yanlışlığı olmayan kontrol grubunun kalıcılık testi puanlarından yüksektir. Araştırmanın bulguları, deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında anlamlı fark olmadığını göstermektedir; ancak deney grubu öğrenenlerinin kalıcılık testi puanları kontrol grubu öğrenenlerinden anlamlı derecede yüksektir.

Shipstone ve arkadaşları (1988), İngiltere, Fransa, Hollanda, İsveç ve Batı Almanya'da 15-17 yaş arası öğrencilerin temel elektrik kavramlarını anlamalarını incelemiştir. Aynı nesnel test her ülkedeki öğrenci örneğine uygulanmıştır. Bu çalışmada iki hipotez üzerinde çalışılmıştır. İlk hipoteze göre, akademik başarı ön test sonuçları kontrol edildiğinde, sosyal yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımıyla deney grubuna uygulanan son test puanları, yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımı uygulanan kontrol grubunun son test puanlarından daha yüksektir. İkinci hipoteze göre ise, akademik başarı son test puanları kontrol altına alındığında, sosyal yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımıyla deney grubuna uygulanan kalıcılık testi puanları, yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımı uygulanan kontrol grubunun kalıcılık testi puanlarından daha yüksektir. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubuyla kontrol grubu arasında akademik başarı açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır; ancak kalıcılık açısından deney grubu lehine anlamlı fark vardır. Elektrik kavramlarını anlamada ülkeler arası farklılıkların çok küçük olduğu ve öğrencilerin benzer öğrenme güçlükleri gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Basit elektrik devreleri konusu, fizik eğitiminin önemli bir parçası olup öğrencilerin erken yaşlarda tanıştığı bir konudur. Ancak bu konuda öğrencilerin kavramsal anlamaları ve tutumları incelenen pek çok araştırmada sorunlu bulunmuştur. Özellikle potansiyel fark, akım ve direnç gibi kavramlarla ilgili öğrencilerin çok sayıda kavram yanılgısı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu konunun öğretiminde farklı yaklaşımlar ve yöntemler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu çalışmada, basit elektrik devreleri konusunda yapılmış olan bazı araştırmalar incelenmiş ve bu araştırmalarda kullanılan öğretim yaklaşımları ve elde edilen sonuçlar derlenmiştir.

İncelenen araştırmalarda, basit elektrik devreleri konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve tutumlarını ölçmek için çeşitli testler kullanılmıştır. Bu testlerden bazıları çoktan seçmeli, bazıları açık uçlu, bazıları ise iki basamaklı veya üç basamaklı testlerdir. Ayrıca testlerin uygulandığı öğrenci grupları da farklılık göstermektedir. Bazı araştırmalarda ilköğretim veya ortaokul öğrencileri, bazılarında ise lise veya üniversite öğrencileri hedef grup olarak seçilmiştir.

İncelenen araştırmalarda, basit elektrik devreleri konusunun öğretiminde farklı yaklaşımlar ve yöntemler kullanılmıştır. Bu yaklaşımlar ve yöntemler şöyle sıralanabilir:

- Kavramsal değişim metinleri: Öğrencilerin var olan kavram yanılgılarını fark etmelerini ve yeni kavramlarla değiştirmelerini sağlamak için hazırlanan metinlerdir. Öğrenciler bu metinleri okuyarak veya dinleyerek kavramsal değişime yönlendirilirler.
- Üstbilişsel stratejiler: Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini planlama, izleme ve değerlendirme becerilerini geliştirmek için kullanılan stratejilerdir. Öğrenciler bu stratejileri kullanarak kendi anlamalarını kontrol eder ve gerekli düzeltmeleri yaparlar.
- Modelleme: Öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırabilmeleri ve anlamlandırabilmeleri için kullanılan bir yöntemdir. Öğrenciler bu yöntemde basit elektrik devreleri ile ilgili modeller oluşturur veya var olan modelleri inceleyerek kavramları keşfederler.
- Simülasyon: Öğrencilerin bilgisayar ortamında gerçek hayata benzer deneyimler yaşamalarını sağlayan bir yöntemdir. Öğrenciler bu yöntemde basit elektrik devreleri ile ilgili simülasyonlar kullanarak kavramları uygular ve gözlemlerler.
- Sanal laboratuvar: Öğrencilerin bilgisayar ortamında gerçek laboratuvar deneyleri yapabilmelerini sağlayan bir yöntemdir. Öğrenciler bu yöntem ile laboratuvar da yapabileceklerini sanal olarak da yapabilmelerine olanak sağlamaktadır.

- Öğretim materyali tasarımı: Öğrencilerin basit elektrik devreleri konusunu öğrenmelerini kolaylaştırmak için kullanılan bir yöntemdir. Öğrenciler bu yöntemde basit elektrik devreleri ile ilgili öğretim materyalleri tasarlar veya var olan materyalleri kullanarak kavramları öğrenirler.

İncelenen araştırmaların sonuçlarına bakıldığında, kullanılan farklı yaklaşımlar ve yöntemlerin, öğrencilerin basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarını ve tutumlarını geliştirmede etkili oldukları görülmektedir. Bu yaklaşımlar ve yöntemler, öğrencilerin kavram yanlışlarını fark etmelerini ve düzeltmelerini, kavramları somutlaştırabilmelerini ve anlamlandırabilmelerini, kavramları uygulayabilmelerini ve gözlemleyebilmelerini, kendi öğrenme süreçlerini kontrol edebilmelerini ve öğrenmeye ilgi duymalarını sağlamaktadır. Bu nedenle, basit elektrik devreleri konusunun öğretiminde bu yaklaşımlar ve yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

1.7 Araştırmanın Önemi

Fen bilimleri içerisinde fizik bilimi öğrenilmesi en zor alanlardan biri olarak karşımıza gelmektedir (Aycan ve Yumuşak, 2003; Tortop, 2012). Ülkemiz de bu durumu bire bir yaşamaktadır. Gerek öğretmen görüşleri (Karakuyu, 2008), gerek öğrenci görüşleri (Ayvacı ve Bebek, 2018) gerekse ulusal (ÖSYM, 2018; 2019) ve uluslararası sınavlardaki sonuçlar (Çelen, Çelik ve Seferoğlu, 2011), bunun sadece belirli bir zümrede değil bu gerçeğin genelde yaşandığını göstermektedir. Tüm bilimlerin temeli olarak görülen fizik biliminde bu şekilde kötü olunması kavramsal anlamının gerçekleşmediğinin kanıtıdır (Arslan ve Babadoğan, 2005). Geleneksel yaklaşımlarla anlatılmaya ya da anlaşılmaya çalışılan fizik biliminde başarısız olunması oldukça normaldir. Bu yüzden kavramsal öğrenme fen ve fizik öğretiminin amaçlarının biridir. Öğrenciler USB Bellek gibi bilgileri içerisine doldurup sadece onu taşıyan değil, kavramsal öğrenme ile doğayı açıklayabilen ve bu bilgileri kullanarak istek ve ihtiyaç doğrultusunda teknoloji geliştirebilen bireyler olması beklenmektedir.

Fizik konuları, fen bilimleri içerisinde öğrenilmesi en güç konuların başında gelmektedir. Buna sebep olarak birçok durum var olmasına rağmen bu zorluğun temelinde kavramların soyut olması yatmaktadır (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997; Tortop, 2012; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008). Ülkelerin kalkınmasında çok önemli bir rolü olan fizik bilimiyle ilgili çalışmalar kavram yanlışlarının tespit edilmesi ile başlamış olup zamanla bu yanlışların,

öğretime uygun olmayan yaklaşımların kullanılmasıyla ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Yapılan çalışmalar, bu süreçte yanlış tespitlerinden, öğretim yöntem/yaklaşımlarına evrilmiştir (Yun, 2020).

Elektrik devreleri ünitesi, ortaokul fen bilimleri dersinin önemli konularından biridir. Bu ünite, öğrencilerin elektrik enerjisi ile ilgili temel kavramları anlamalarına ve günlük hayatta karşılaştıkları elektrikli cihazların çalışma prensiplerini kavramalarına yardımcı olur (Ulukök vd, 2013). Bu kavramlar, fen biliminin temelini oluşturan ve ileriki eğitim seviyelerinde de karşılaşılan kavramlardır. Örneğin, potansiyel fark, akım ve direnç gibi kavramlar lise ve üniversite düzeyindeki elektrik-elektronik derslerinde de kullanılmaktadır (Şimşek ve Yeşiloğlu, 2014). Bu nedenle, ortaokulda bu kavramların doğru ve sağlam bir şekilde öğrenilmesi, öğrencilerin fen bilimleri alanındaki başarılarını ve ilgilerini arttıracaktır (Ulukök vd, 2013).

Elektrik devresi kavramları aynı zamanda öğrencilerin fazlaca zorlandığı ve yanlış anlamalara sahip olduğu bir konudur. Elektrik kavramları, makroskobik, tanecik ve sembolik olmak üzere farklı boyutlarda ifade edilir ve bu boyutlar arasında geçiş yapmak öğrenciler için soyut ve karmaşık bir süreçtir (Ayas, 2005; Şimşek ve Yeşiloğlu, 2014). Öğrencilerin bu süreçte zorlanmasının sebepleri arasında; önceki deneyimlerinden edindikleri yanlış ya da eksik bilgiler, günlük dilde kullanılan terimlerle bilimsel terimler arasındaki farklılıklar, gösterimler arasındaki ilişkilerin yeterince açıklanmaması ve gösterimlerin uygun materyallerle desteklenmemesi sayılabilir (Ayas, 2005; Ulukök vd, 2013). Öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili kavramsal anlamalarını artırmak için farklı öğretim yöntemleri ve materyalleri kullanılması gerekmektedir (Aykutlu ve Şen, 2011).

Bu araştırmanın amacı, çoklu gösterimlere dayalı ortaokul 7. Sınıf elektrik devreleri ünitesi öğretiminin, öğrencilerin kavramsal anlamalarına, fen bilimleri dersi motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üstbilişsel farkındalıklarına etkisini incelemektir. Çoklu gösterimlere dayalı öğretim, öğrencilerin farklı zekâ alanlarına hitap ederek, öğrenme sürecini zenginleştiren bir yöntemdir (Ainsworth, 1999; Gilbert ve Treagust, 2009). Çoklu gösterimlere dayalı öğretimde, öğrenciler aynı konuyu farklı gösterimler aracılığıyla (sözel, sayısal, görsel, işitsel vb.) algırlar ve ifade ederler (Ainsworth, 1999; Gilbert ve Treagust, 2009). Bu sayede, öğrencilerin kavramsal anlamalarının yanı sıra, motivasyonları, özyeterlikleri ve üstbilişsel farkındalıkları da gelişebilmektedir.

Bu araştırma ile çoklu gösterimlere dayalı öğretimin elektrik devreleri ünitesindeki etkililiği ortaya konulmuş ve bu yöntemin uygulanmasına yönelik öneriler sunulmuştur. Bu araştırma hem teorik hem de uygulamalı açıdan önem taşımaktadır. Teorik açıdan, bu araştırma çoklu gösterimlere dayalı öğretimin fen bilimleri dersindeki yeri ve işlevi hakkında katkı sağlaması beklenmektedir. Uygulamalı açıdan ise, bu araştırma fen bilimleri dersinde çoklu gösterimlere dayalı öğretimi uygulamak isteyen öğretmenlere yol gösterecek ve onların mesleki gelişimlerine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Elektrik kavramlarının hayatımızdaki yeri ve önemi de bu araştırmanın önemini arttırmaktadır. Bu kavramlar günlük yaşamda karşılaşılan elektrikli cihazların çalışma prensiplerini anlamak, elektrik enerjisinin verimli ve güvenli kullanımını sağlamak ve elektrik-elektronik alanında meslek seçiminde etkili olmak gibi faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu araştırmanın sonuçları hem eğitim hem de toplum açısından değerlidir.

1.8 Araştırmanın Amacı

Çalışmada çoklu gösterimlere dayalı yapılan Elektrik Devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, Fen Bilimleri Dersine yönelik motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üst bilişsel farkındalıklarına etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bunun yanında gösterimler arası geçiş becerisi ile kavramsal anlama arasında ilişki olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır.

1.9 Problem

Araştırmanın problem cümlesi ‘Çoklu gösterimlere dayalı ortaokul 7. Sınıf elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına, motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üst bilişsel farkındalıklarına etkisi var mıdır?’ şeklinde oluşturulmuştur. Bu problem cümlesinin alt problemleri ise aşağıda sunulmaktadır.

Alt Problemler:

- Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin üst bilişsel farkındalıklarına etkisi var mıdır?
- Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik özyeterliklerine etkisi var mıdır?

- Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin motivasyonlarına etkisi var mıdır?
- Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisi var mıdır?

1.10 Sayıtlar

- Araştırmaya katılan öğrenciler, önceki öğretim dönemlerinde verilen elektrik devreleri temel kavramlarına ilişkin ön bilgiye sahiptirler.
- Araştırmaya katılan öğrenciler, veri toplama araçlarına dürüst ve samimi bir şekilde cevap vermişlerdir.
- Araştırmaya katılan öğrenciler, çoklu gösterimlere dayalı öğretim yöntemine ilgi duymuşlar ve aktif olarak katılmışlardır.

1.11 Sınırlılıklar

- Araştırma, sadece iki ortaokulda öğrenim gören 70, 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir.
- Araştırma, sadece elektrik devreleri ünitesi ile sınırlıdır.
- Araştırmada kullanılan veri toplama araçları, öğrencilerin kavramsal anlamalarını, motivasyonlarını, özyeterliklerini ve üstbilişsel farkındalıklarını ölçmek için kullanılan araçlarla sınırlıdır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırmanın örnekleme, veri toplama araçları ve verilerin analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.1 Araştırma Deseni

Çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları araştırmacının araştırma problemlerini cevap bulmak için hem nicel hem de nitel verileri kullanarak bütünleştirmeye gitmesi ve sonuç çıkarmaya yönelik bir yaklaşım benimsemesi olarak tanımlanmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Karma yöntem araştırmaları nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin dezavantajlı noktalarını birbirlerinin güçlü yanları ile dengeleyerek daha etkili bir yaklaşım sunmaktadır. Nicel araştırmalarda incelenilen durumun derinlemesine çalışılmaması ve katılımcıların düşüncelerine doğrudan yer

verilememesi durumu söz konusu olmaktadır. Bununla birlikte nitel araştırmalarda araştırmacının kişisel yorumlarının veriye eklenebilmesi ve geniş bir örneklem ile çalışmanın yürütülmesinin güç olması, sonuçların genellenememesi bu iki yaklaşımın en önemli dezavantajları olarak karşımıza çıkmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2018). Bu nedenle, karma yöntem araştırması ile nicel araştırmada sadece sayısal verilere odaklanma ve araştırmaya katılan bireylere yönelik düşüncelere yer verilmemesi sorunu nitel verilerle giderilebilir ve nitel araştırmadaki genelleme sorunu da nicel araştırma yönteminin kullanılması ile çözülebilir.

Çoklu gösterimlerin etkilerini görmek amacıyla tasarlanan ve nicel paradigmanın ağır basacağı bu araştırmada nitel paradigmadan araştırmayı derinleştirmek ve nicel verileri desteklemek amacıyla yararlanılacaktır. Nicel verileri desteklemek amacıyla nitel veriler toplanacağından dolayı araştırmada karma araştırma yöntemi desenlerinden iç içe (gömülü) deseni kullanılacaktır. İç içe desende nicel veya nitel verilerin birbirleri içine gömülü olduğu, bu sayede birbirlerini desteklediği için bu desen araştırmada uygun görülmüştür (Creswell ve Creswell, 2017).

2.2 Araştırma modeli

Araştırmanın nicel boyutu ön test-son test-kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel boyutu ise durum çalışması deseni ile yürütülmesi planlanmaktadır. Araştırmada da uygulanan etkinliklerin öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili kavramsal anlamalarına etkisi kavram testi ve görüşme formu yardımıyla, uygulanan etkinlikler üzerine görüşleri de yine görüşme formu ile nitel olarak belirlenecektir. Öte yandan, yapılan öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersi motivasyonlarına, özyeterliklerine ve üst bilişlerine etkisi nicel olarak sınırlanmaktadır. Böylece öğrencilerin bilişsel düzeyde gelişimleri nitel olarak derinlemesine incelenirken öğretimin duyuşsal düzeyde etkileri de nicel yollarla anlaşılabilir.



şekil 2.1: Araştırmanın deseninin modeli

Araştırmanın deney ve kontrol gruplarında yapılacak işlem ile işlem öncesi ve sonrası uygulamalar Tablo 2.1 de özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Araştırma deseni

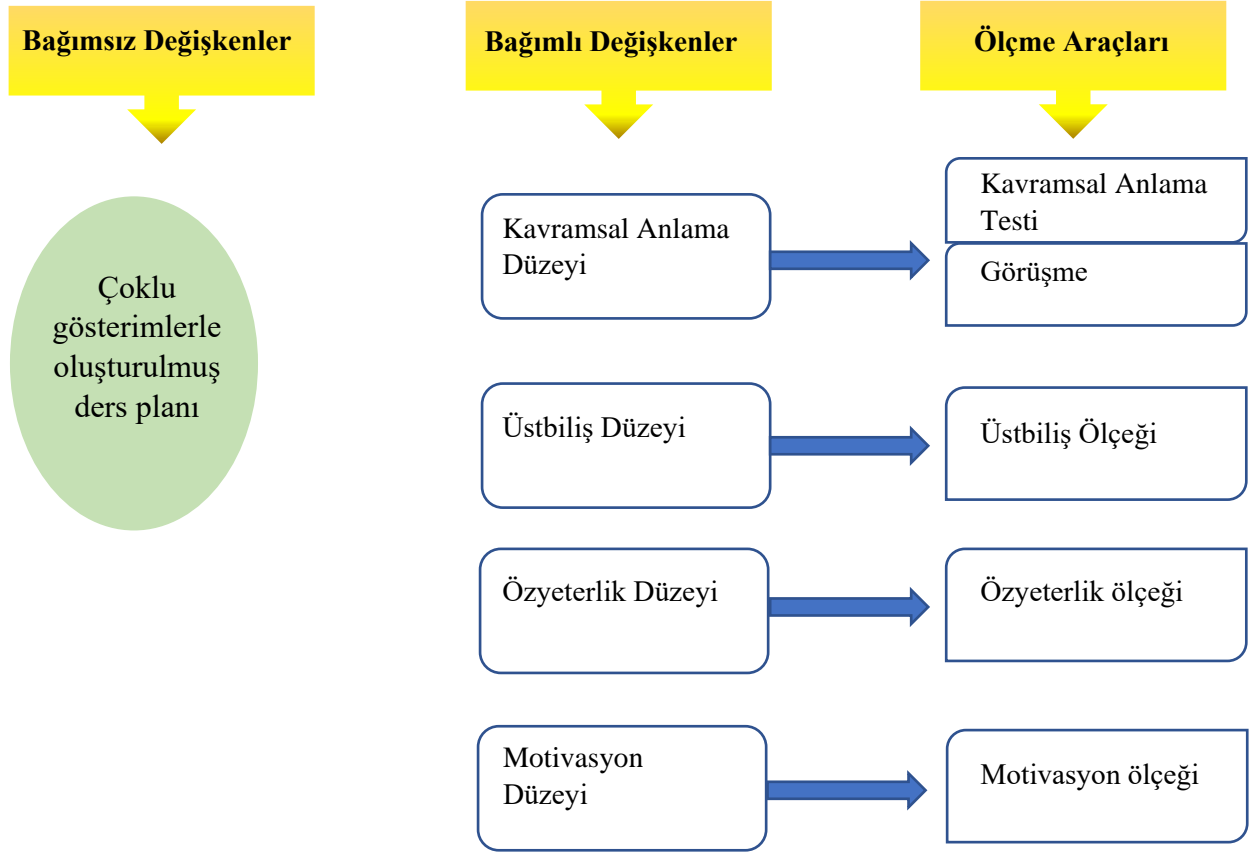
Grup Türü	Ön test	İşlem	Son test
Deney Grubu	<ul style="list-style-type: none"> • Hazır Bulunuşluk Testi • Motivasyon Ölçeği • Özyeterlik Ölçeği • Üst Biliş Dokümanı • Elektrik Devreleri Kavram Testi 	5E modeline uygun olarak çoklu gösterimleri içeren etkinlikler	<ul style="list-style-type: none"> • Motivasyon Ölçeği • Özyeterlik Ölçeği • Üst Biliş Dokümanı • Elektrik Devreleri Kavram Testi • Görüşme Soruları • Transfer Testi
Kontrol Grubu	<ul style="list-style-type: none"> • Hazır Bulunuşluk Testi • Motivasyon Ölçeği • Özyeterlik Ölçeği • Üst Biliş Dokümanı • Elektrik Devreleri Kavram Testi 	Öğretim programına uygun olarak hazırlanmış etkinlikler	<ul style="list-style-type: none"> • Motivasyon Ölçeği • Özyeterlik Ölçeği • Üst Biliş Dokümanı • Elektrik Devreleri Kavram Testi • Transfer Testi

Tablo 2.1'deki verilere göre, araştırmanın deney grubu ve kontrol grubu katılımcılarına kavramsal anlama düzeyi, üstbilişsel beceriler gibi bağımlı değişkenleri değerlendirmek amacıyla ölçme araçları hem deneysel işlemler öncesinde hem de sonrasında uygulanmıştır. Deneysel işlem aşamasında, deney grubundaki öğrencilere 2021-2022 eğitim öğretim yılında 7. sınıf öğretim programına uygun olarak çoklu gösterimlerle desteklenmiş öğretim ve etkinlikler uygulanmıştır. Kontrol grubuna, öğretmen tarafından 7. sınıf öğretim programına uygun olarak planlanan dersler ve etkinlikler uygulanmıştır. Her iki gruba da öğretim öncesi ve sonrasında ön test ve son test ölçme araçları olarak kullanılmıştır. Yapılan işlemler Şekil 2.2' de verilmiştir.



Şekil 2.2: Araştırmanın akış şeması

Bu çalışmada, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler, deneysel uygulamadan önce ve sonra bağımlı değişkenlerle ilgili ölçme araçlarıyla değerlendirilmiştir. Araştırmanın bağımlı değişkenleri arasında kavramsal anlama düzeyi, üstbilişsel beceriler, Fen Bilimlerine yönelik özyeterlik düzeyi ve motivasyon düzeyi bulunmaktadır. Bağımlı değişkenler Kavramsal Anlama Testi ve görüşme formu nitel olarak, üstbiliş, özyeterlik ve motivasyon düzeyleri ise nicel olarak ölçülmüştür. Araştırma kapsamındaki değişkenler ve bu değişkenleri ölçen araçlar Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Araştırmanın değişkenleri ve ölçme araçları

Çoklu gösterimlerle yapılan elektrik kavramları öğretiminin etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu araştırmada bağımsız değişkenlerin (Çoklu gösterimlerle yapılan öğretim), bağımlı değişkenlere (kavramsal anlama, üstbilis, motivasyon ve özyeterlik düzeyleri) etkisi incelenmiştir.

2.3 Çalışma Grubu

Araştırmada çalışma grubu belirlenirken; “Bilişsel Öğrenme Kuramına” göre 11-12 yaşlarında, soyut düşünme dönemine girildiği dikkate alınarak ve araştırmacının ortaokulda öğretmen olması sebebiyle 7. veya 8. Sınıf düzeyi öğrencilerden oluşması planlanmıştır. Ancak 8. Sınıf öğrencilerinin Ortaöğretime Geçiş Sınavına girecekleri için sadece 7. Sınıf öğrencileriyle çalışılmıştır. Literatüre bakıldığında da örneklem olarak en fazla ortaokul öğrencileriyle (Özarslan ve Özcan, 2021), ortaokul kademesi içerisinde ise en fazla 7. Sınıf düzeyindeki öğrenciler ile çalışıldığı görülmektedir (Kara, 2021). Bu şekilde, araştırmanın hedef kitlesi, Türkiye'deki ortaokullarda 7. sınıfta eğitim gören öğrencileri içeren 2021-2022 eğitim öğretim yılıdır. Örneklem ulaşılabilir evreni ise

Manisa ilindeki ortaokullarda 2021-2022 eğitim öğretim yılında 7. sınıfta eğitim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Akhisar ilçe merkezinde bulunan iki ortaokuldan seçilen ve 7. sınıfta öğrenim gören 70 öğrenci oluşturmaktadır.

Araştırma örneklemini belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu yöntemde, araştırma öncesi denklik sağlamak için iki okuldan seçilen sınıfların hazırbulunuşluk testi puanları ölçüt olarak alınmıştır (Büyüköztürk vd, 2018). Ölçüt örnekleme yöntemi ile Akhisar ilçe merkezinde bulunan iki ortaokul seçilmiştir. Bu okullardan biri araştırmacının görev yaptığı okul olup deney grubu, diğeri ise araştırmacının ulaşımının kolay olduğu okul olup kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da ikişer sınıf olacak şekilde, 7. sınıf öğrencilerine Öno (2020) tarafından hazırlanmış 6. sınıf kazanımlarından oluşan hazırbulunuşluk testi uygulanmış ve sınıflar arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür (Tablo 2.2). Böylece toplam 70 öğrenciden oluşan bir örneklem elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, deney ve kontrol grubunun denk olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 2.2: Okullar Açısından Hazırbulunuşluk Testi Analiz Sonuçları

	Grup	N	X(ORT)	SS	Levene Testi		t	sd	p
					F	p			
Ortalama	Deney	35	13.43	3.89	.887	.350	-1.047	68	.299
	Kontrol	35	14.51	4.74					

Tablo 2.2’de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin okullar açısından hazırbulunuşluk testi puanlarını karşılaştırılması bulunmaktadır. Grupların ortalama puanları ve standart sapmaları verilmiştir. Ayrıca, gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için Levene ($p=.350$, $p>.05$) ve t ($p=.299$, $p>.05$) testleri yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bu araştırmanın örneklemini olarak seçilen 70 öğrenci, deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubunda 21 kız ve 14 erkek öğrenci, kontrol grubunda ise 18 kız ve 17 erkek öğrenci bulunmaktadır. Örneklemdeki öğrencilerin cinsiyet dağılımı Tablo 2.3’te verilmiştir.

Tablo 2.3: Çalışma grubuna ait veriler

Gruplar	Kız öğrenci sayısı	Erkek öğrenci sayısı	Araştırmaya katılan öğrenci sayısı
Deney Grubu	21	14	35
Kontrol Grubu	18	17	35
Toplam	39	31	70

Bu araştırmada, kavram testi, motivasyon testi, üstbilgi testi ve fen bilimlerine yönelik özyeterlik testi seçilen 70 öğrenci ile yürütülmüştür. Bunların yanında bazı öğrencilere görüşme soruları ve çoklu gösterimde transfer testi uygulanmıştır. Kavram testi öğrencilerin elektrik konularındaki kavramsal bilgilerini ölçmek için kullanılmıştır. Transfer testi ise öğrencilerin matematiksel-grafiksel-tablosal-sözel gösterimler arasında geçiş becerisini ölçmek için kullanılmıştır. Kavram testi ve Transfer testi arasında pozitif bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Yani, kavramsal bilgisi yüksek olan öğrencilerin transfer becerisi de yüksek olması beklenmektedir (Ezberci vd., 2015). Bu nedenle, transfer testi için deney ve kontrol grubundan Kavram testin’ den en yüksek puanı alan 3’er öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci seçilmiştir. Seçilen öğrencilerin kavram testindeki doğruyanlı sayıları Tablo 2.4’ te verilmiştir. Görüşme için ise deney grubundan rastgele üç öğrenci seçilmiştir.

Tablo 2.4: Kavram testinde en yüksek puana sahip öğrencilerin cevap sayıları

Öğrenci	Doğru cevap	Açıklama (KD, Y, YOK)
K1	5	1 YOK
K5	4	
K6	6	2 YOK
D16	7	
D17	7	
D18	7	1 KD

2.4 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılmış olan veri toplama araçları tanıtılmıştır. Araştırmada; Hazır Bulunuşluk Testi (HBT), Motivasyon Ölçeği (MÖ), Özyeterlik Ölçeği (ÖÖ) ve Üst Biliş Dokümanı (ÜBD) nicel ölçme aracı olarak; elektrik devreleri kavram testi (EDKT) ile yarı yapılandırılmış görüşme formu (GF) ise nitel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Aşağıda bu veri toplama araçları ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.4.1 Hazır Bulunuşluk Testi (HBT)

Hazır Bulunuşluk Testi (HBT) (EK G), Önel (2020) tarafından geliştirilmiştir. Bu test, fizik konularını içeren ve 6. sınıf Fen Bilimleri dersindeki başarıları ölçmek amacıyla hazırlanmış 30 adet çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Hazır Bulunuşluk Testi (HBT) birbirine denk deney ve kontrol gruplarını belirlemek amacıyla kullanılacaktır. Başta 35 sorudan oluşan test ayırt edicilik indisi 0.19' un altında kalan 5 soru testten çıkarılmıştır. Düzenlemeler sonrasında testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.895 olarak rapor edilmiştir. Araştırmacıdan kullanım izni alınmıştır. Testteki soruların güçlük düzeyleri 0.335–0.859 aralığındadır. Testin ortalama güçlüğü 0.617 olarak hesaplanmıştır. Test maddelerin ayırt edicilik indeksi değerleri ise 0.253–0.663 aralığında değişmektedir.

2.4.2 Üst Biliş Dokümanı (ÜBD)

Araştırmada öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını ve yapılacak öğretim ile üst bilişsel farkındalıklarındaki değişimi belirleme amacıyla Üst Biliş Dokümanı (ÜBD) (EK A) kullanılacaktır. Çetinkaya ve Erkin (2002) tarafından geliştirilen ölçek, Yıldız (2008) tarafından revize edilmiştir. Yıldız (2008) çalışmasında, birkaç ölçeğin "Bilişin Bilgisi" ve "Bilişin Düzenlenmesi" adı altında iki faktöre ayrıldığını belirleyerek, ölçeği 32 maddeden 22 maddeli iki faktörlü bir yapıya sınırlayarak yeniden faktör analizi gerçekleştirmiştir. Ölçeğin KMO değeri 0.903 olarak hesaplanmış ve verilerin faktör analizi için uygun olduğu rapor edilmiştir. İki faktörün açıkladığı toplam varyans oranı %34.46'dır. Araştırmacının izni alınarak gerçekleştirilen açıklayıcı faktör analizi, ölçekte bulunan boyutların güvenilirlik düzeyini belirlemeyi hedeflemiştir. Bu amaçla, Bilişin Bilgisi faktörü için 13 maddeye ve Bilişin Düzenlenmesi faktörü için 9 maddeye ait Croanbach alpha iç tutarlılık katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçlar, Bilişin Bilgisi faktörü için 0.83 ve Bilişin Düzenlenmesi faktörü için 0.74 olarak belirlenmiştir. Ölçeğin tamamına ilişkin Croanbach alpha iç tutarlılık katsayısı ise 0.86 olarak elde edilmiştir. Bu çalışma için araştırmacıdan kullanım izni alınmıştır.

2.4.3 Özyeterlik Ölçeği (ÖÖ)

Araştırmada kullanılacak olan diğer ölçek Tatar et al. (2009) tarafından geliştirilen “Fen ve Teknolojiye Yönelik Özyeterlik Ölçeği” (EK B) dir. Araştırmacılar 6., 7. ve 8. Sınıflarda öğrenim gören 400 öğrenciye ölçeği uygulamış, başta 36 madde içeren FTÖÖ’ ne (Fen ve Teknolojiye Yönelik Özyeterlik Ölçeği) açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak, 27 madde ve “Fen ve Teknolojiye Yönelik Güven”, Fen ve Teknoloji ile İlgili Zorluklarla Başa Çıkabilme” ve Fen ve Teknoloji Performansına Güven” olmak üzere 3 faktörlü bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçekteki Croanbach alpha güvenirlik katsayıları faktörler için sırasıyla 0.93, 0.75 ve 0.80 olarak hesaplanıp, ölçeğin tümünde 0.93 olarak bulunmuştur. Araştırmacılardan kullanım izni alınmış olup bunun yanında “Fen ve Teknoloji” ibaresi yerine “Fen Bilimleri” ibaresi kullanılmasının sakıncasının olmadığı konusunda da izin alınmıştır.

2.4.4 Motivasyon Ölçeği (MÖ)

Araştırmada kullanılacak diğer ölçek Yılmaz ve Çavaş (2007) tarafında Türkçe’ ye uyarlanmış olan “Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği” (EK C) dir. Tuan vd. (2005) tarafından İngilizce olarak geliştirilen ölçek altı faktör ve 35 maddeden oluşmaktadır. Uzman görüşleri alınarak Türkçe’ ye çevrilen ölçek 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören 659 öğrenciye uygulanmıştır. Croanbach alpha katsayısı ve eşdeğer yarılama yöntemleriyle hesaplanan güvenirlik, sırasıyla 0.87 ve 0.89 olarak bulunmuştur. Ölçeğin kullanım izni alınmıştır.

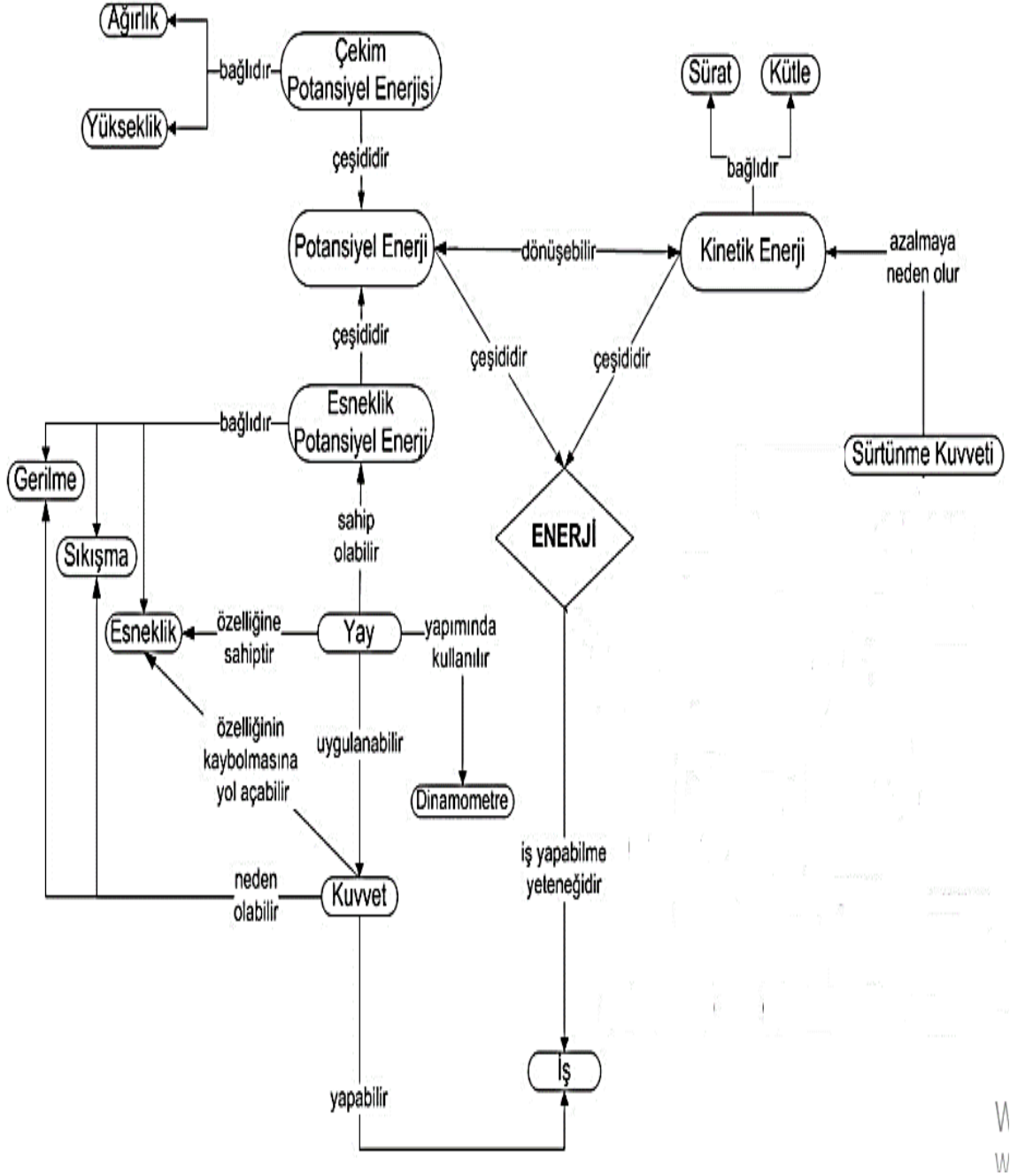
2.4.5 Elektrik Devreleri Kavram Testi (EDKT)

Araştırmacı tarafından geliştirilen ve açık uçlu yedi sorudan oluşan “Elektrik Devreleri Kavram Testi” (EK D) MEB (2018) tarafından yayınlanan öğretim programında yer alan konu, kavram, kazanım ve sınırlılıklar göz önüne alınarak, literatürde yer alan kavram yanılgılarında da yararlanılarak hazırlanmıştır. Sonrasında alanında yüksek lisans yapmakta olan iki Fen Bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Düzeltmeler yapıldıktan sonra fen bilimleri eğitimi alanında uzman görüşü sonrasında bazı sorularda şekil ve açıklama kısımlarında değişiklik yapılmıştır.

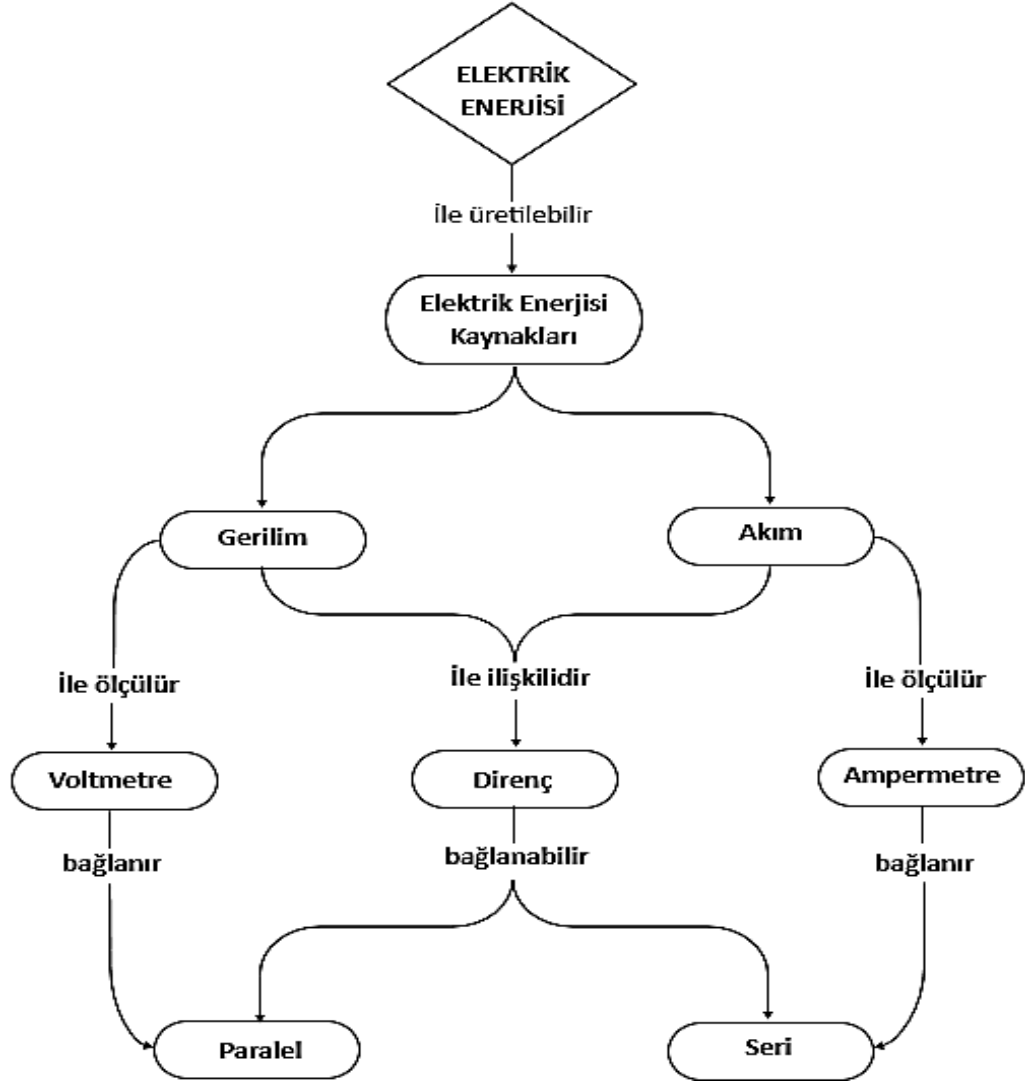
Tablo 2.5: Elektrik Devreleri Kavram Testi soruları ve ilgili oldukları kazanımlar

SORU NO	KAZANIMLAR
1, 7	F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer
2, 3	F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.
4	F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar
4	F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.
5, 6	F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

Tablo 2.5'te, elektrik devreleri konusunda hazırlanan açık uçlu kavram testinin soruları ve bu soruların ilgili olduğu kazanımlar yer almaktadır. Kazanımlar, MEB'in Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndan alınmış olup, öğrencilerin bu konuda neyi öğrenmeleri gerektiğini belirtmektedir. Sorular ise, öğrencilerin kavramsal bilgi ve düşünme becerilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır.



Şekil 2.4: 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesi, Kuvvet, İş ve Enerji İlişkisi bölümü kavram haritası



Şekil 2.5: 7. Sınıf Elektrik Devreleri ünitesi kavram haritası

Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı öğrenme süreçlerini desteklemek ve bu sürecin ilgili dersin farklı aşamalarında hangi gösterim türlerinin kullanılacağına karar vermek amacıyla kavram haritasında yer alan kavramlar doğrultusunda çoklu gösterimlere dayalı ders planları hazırlanmıştır. Deney grubunda dersler bu planlara göre işlenmiştir. İş-Enerji kavram haritasından (Şekil 2.4) pilot uygulamada, Elektrik devreleri kavram haritasından (Şekil 2.5) esas uygulamada yararlanılmıştır.

2.4.6 Görüşme Formu

Görüşme formu (EK E) seri ve paralel bağlama, akım, gerilim ve direnç kavramları arasındaki ilişki ile lamba parlaklığı konularını kapsayan beş sorudan oluşmaktadır. Görüşme soruları Elektrik Devreleri konusunun öğretimine başlamadan önce ve öğretim tamamlandıktan sonra öğrencilere uygulanmıştır. Ayrıca görüşmelerde öğrencilere

öğretimsel uygulamalar, ders motivasyonu, üst biliş düzeyleri ve ders konusundaki özyeterliklerine ilişkin "Ders işlenirken uygulanan etkinlikleri nasıl buldunuz?", "Sizce bu etkinlikler elektrik devreleri kavramlarını anlamaya yardımcı oldu mu?", "Uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonunuzda bir değişikliğe sebep oldu mu?", "Öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerinizi gözden geçiriyor muydunuz?" "Elektrik devreleri kavramları ile ilgili düşüncelerinizi ders sonrası gözden geçirdiniz mi?", "Elektrik devreleri kavramlarını tam olarak anladığınıza inanıyor musunuz?" ve "Elektrik devreleri kavramları ile ilgili soruları rahatlıkla çözebileceğinizi düşünüyor musunuz?" sorular sorulmuştur. Oluşturulan kavram testine paralel olarak hazırlanan görüşme sorularının kavram testi analizi sonrasında deney grubunda rastgele seçilen üç öğrenciye yazılı olarak uygulanmıştır. Görüşme soruları yaklaşık 25 dakikada cevaplanabilmiştir.

2.5 Veri Analizi

2.5.1 Hazırbulunuşluk Testinin Analizi

Hazırbulunuşluk testi, araştırmanın deney ve kontrol gruplarının eşitliğini belirlemek amacıyla öğretim öncesi uygulanmıştır. Test, 30 adet çoktan seçmeli sorudan oluşmakta olup her doğru cevap için 1 puan, yanlış veya boş cevaplar için ise 0 puan verilerek her iki grup öğrencisinin testten aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Elde edilen puanların normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo 2.6'da sunulmuştur. İki farklı gruptan elde edilen ortalama puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için SPSS 25 istatistik programı kullanılarak bağımsız t-testi yapılmıştır.

Tablo 2.6: Hazırbulunuşluk testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları

Grup Türü	N	Ort.	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk		
					İstatistik	sd	p
Deney	35	13.434	.641	.152	.950	35	.110
Kontrol	35	14.513	-.039	-.382	.974	35	.548

Tablo 2.6’te hazırbulunuşluk testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları sunulmaktadır. Normal dağılım kontrolü için ortalama, çarpıklık, basıklık ve Shapiro-Wilk testi değerleri kullanılmıştır. Ortalama, her grubun test puanlarının aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. Çarpıklık ve basıklık, verilerin normal dağılımdan ne kadar sapma gösterdiğini ve normal dağılımdaki çan eğrisinin ne kadar basık veya sivri olduğunu ölçen değerlerdir. Normal dağılım için çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile +2 arasında olması beklenmektedir (Gravetter ve Wallnau, 2014). Shapiro-Wilk testi ise verilerin normal dağılıma uygunluğunu istatistiksel olarak test edilmektedir. P-değeri 0.05’ten büyükse, verilerin normal dağılıma uyduğu kabul edilir. Bunun yanında Q-Q plot incelenmiş, noktaların büyük ölçüde düz çizgi üzerinde dağıldığı görülmüştür. Tabloya göre hem deney hem de kontrol grubunun test puanları normal dağılıma uymaktadır ve bu dağılımlar arasındaki farkı test etmek için parametrik istatistiksel yöntemler kullanılabilir.

2.5.2 Üstbilis Testinin Analizi

Üstbilis ölçeği, bilisin bilgisi ve bilisin düzenlemesi boyutlarına ilişkin 22 maddelik bir Likert tipi ölçektir. Öğrenciler hiç, bazen, sık sık ve her zaman olmak üzere dört seçenektan birini işaretleyerek yanıtlamışlardır. Üstbilis ölçeğindeki puanlama, öğrencilerin işaretledikleri seçeneğe göre yapılmış ve istatistik paket programına aktarılmıştır. Her zaman seçeneği 4 puan, hiç seçeneği ise 1 puan değerindedir. Negatif anlamlı cümlelerde ise bu puanlama tersine çevrilmiştir. Öğrencilerin aldıkları yüksek puanlar, üstbilisel farkındalık ve beceri düzeylerinin yüksek olduğunu; düşük puanlar ise bunun tersini göstermektedir. Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin üst bilisel farkındalıklarını nasıl etkiler??” alt problemini çözmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilis ölçeğinden elde ettikleri ön test ve son test puanları karşılaştırılmış ve karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA analizi uygulanmıştır. Üstbilis ölçeğinden alınan toplam puanların normal dağılıma sahip olup olmadığı kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo 2.7’da sunulmuştur.

Tablo 2.7: Üstbilgi testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları

Grup Türü	N	Test Türü	Ort.	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk		
						İstatistik	sd	p
Deney	35	Ön Test	2.882	-.119	-.104	.973	35	.538
		Son Test	3.114	-.090	-.932	.971	35	.474
Kontrol	35	Ön Test	3.027	-.199	-.807	.969	35	.418
		Son Test	3.075	-.030	-1.253	.942	35	.064

Tablo 2.7’da üstbilgi testi verilerinin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Normal dağılım kontrolü için ortalama, çarpıklık, basıklık ve Shapiro-Wilk testi değerleri kullanılmıştır. Bunun yanında Q-Q plot incelenmiş, noktaların büyük ölçüde düz çizgi üzerinde dağıldığı görülmüştür. Her iki grubun da ön ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu sonuç, verilerin parametrik istatistiksel yöntemlerle analiz edilebileceğini göstermektedir.

2.5.3 Özyeterlik Testinin Analizi

Bu çalışmada Tatar vd. (2009) tarafından geliştirilen Fen ve Teknolojiye Yönelik Özyeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, ilköğretim II. Kademe öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik özyeterlik algılarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçek 20 madde ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar fen ve teknoloji dersine yönelik öz-yeterlik, fen ve teknoloji dersinde deney yapmaya yönelik öz-yeterlik, fen ve teknoloji dersinde problem çözmeye yönelik öz-yeterlik ve fen ve teknoloji dersinde araştırma yapmaya yönelik öz-yeterlik olarak adlandırılmıştır. Ölçekteki her maddeye 1’den 5’e kadar bir puan verilmiş ve toplam puan hesaplanmıştır. Puanın yüksek olması, özyeterliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin Fen Bilimleri Dersine yönelik özyeterliklerini nasıl etkiler?” alt problemini çözmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin özyeterlik ölçeğinden elde ettikleri ön test ve son test puanları karşılaştırılmış ve karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA analizi uygulanmıştır. Özyeterlik ölçeğinden alınan toplam puanların

normal dağılıma sahip olup olmadığı kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo 2.9’da sunulmuştur.

Tablo 2.8: Özyeterlik testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları

Grup Türü	N	Test Türü	Ort.	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk		
						İstatistik	sd	p
Deney	35	Ön Test	3.801	-.311	-1.00	.953	35	.140
		Son Test	3.784	-.407	-.171	.973	35	.530
Kontrol	35	Ön Test	3.657	-.311	-.223	.973	35	.516
		Son Test	3.712	.104	-1.036	.943	35	.069

Tablo 2.8’de özyeterlik testi verilerinin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Normal dağılım kontrolü için ortalama, çarpıklık, basıklık ve Shapiro-Wilk testi değerleri kullanılmıştır. Bunun yanında Q-Q plot incelenmiş, noktaların büyük ölçüde düz çizgi üzerinde dağıldığı görülmüştür. Her iki grubun da ön ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu sonuç, verilerin parametrik istatistiksel yöntemlerle analiz edilebileceğini göstermektedir.

2.5.4 Motivasyon Testinin Analizi

Bu çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenimine yönelik motivasyonlarını belirlemek amacıyla Yılmaz ve Çavaş (2007) tarafından Türkçe’ye uyarlanan Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, Tuan, Chin ve Shieh (2005) tarafından geliştirilen Students’ Motivation toward Science Learning (SMTSL) Questionnaire’in Türkçe formudur. Ölçek 33 madde ve 6 alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutlar öz-yeterlik, aktif öğrenme stratejileri, fen öğrenmenin değeri, performans amacı, başarı amacı ve öğrenme ortamındaki özendiricilik olarak adlandırılmıştır. Ölçekteki her maddeye 1’den 5’e kadar bir puan verilmiş ve toplam puan hesaplanmıştır. Puanın yüksek olması, motivasyonun yüksek olduğunu göstermektedir. Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin

motivasyonlarını nasıl etkiler?” alt problemini çözmek için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin motivasyon ölçeğinden elde ettikleri ön test ve son test puanları karşılaştırılmış ve karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA analizi uygulanmıştır. Motivasyon ölçeğinden alınan toplam puanların normal dağılıma sahip olup olmadığı kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo 2.9’da sunulmuştur.

Tablo 2.9: Motivasyon testi verilerinin normal dağılım kontrol sonuçları

Grup Türü	N	Test Türü	Ort.	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk		
						İstatistik	sd	p
Deney	35	Ön Test	4.054	-.195	-.789	.955	35	.156
		Son Test	4.069	-.265	-.502	.972	35	.507
Kontrol	35	Ön Test	3.874	-.058	-1.323	.942	35	.064
		Son Test	3.756	.497	-.711	.950	35	.112

Tablo 2.9’da motivasyon testi verilerinin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Normal dağılım kontrolü için ortalama, çarpıklık, basıklık ve Shapiro-Wilk testi değerleri kullanılmıştır. Bunun yanında Q-Q plot incelenmiş, noktaların büyük ölçüde düz çizgi üzerinde dağıldığı görülmüştür. Her iki grubun da ön ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Bu sonuç, verilerin parametrik istatistiksel yöntemlerle analiz edilebileceğini göstermektedir.

2.5.5 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi

Bu bölümde kavramsal anlamayı ölçmek amacıyla işe koşulan ölçekler olan kavram testi, görüşme formu soruları ve transfer testinin analizi aktarılacaktır.

2.5.5.1 Kavram Testinin Analizi

Öğrencilerin öğrenme değişimlerini belirlemek için Kavramsal Test kullanılarak veri toplanmıştır. Bu test ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Kavramsal Anlama Testi

ile elde edilen veriler betimsel nitel analiz yöntemi ile oluşturulan puanlama anahtarı (rubrik) ile değerlendirilmiştir.

Kavramsal anlama testinin nitel analizi yapılırken öğrencilerin ön test ve son testte verdikleri cevap kategorilerinin sıklıkları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla öğrencilerin cevaplarının ve bu cevapların sıklıklarının bulunduğu frekans tabloları hazırlanmıştır. Tablolardaki cevaplar öğrencilerin verdiği cevaplara göre sınıflandırılmıştır. Öğrenci yanıtları soru ve açıklama olmak üzere iki aşamada incelenmiştir. 1. aşamada sorunun doğru olup olmadığı, 2. aşamada soruya yapılan açıklama ele alınmıştır. Sorunun doğruluğu doğru (D), yanlış (Y) ve cevap yok kategorilerine ayrılmıştır. Açıklama aşamasında ise açıklamalar doğru (D), kısmen doğru (KD), yanlış (Y) ve açıklama yok (YOK) olarak sınıflandırılmıştır. Kategorilere ilişkin frekans değerleri tablolar halinde sunulmuştur. Kategorileştirme, soru cevapları Tablo 2.11'deki rubriğe ve açıklama kısmı Tablo 2.10'daki rubriğe göre yapılmıştır. Alanda uzman bir fen bilimleri öğretmeni ve alanda uzman bir akademisyen tarafından denetlenmiştir.

Tablo 2.10: Kavramsal Anlama Testi Açıklamalar Anahtarı

Kategoriler	Açıklama
Doğru (D)	Bilimsel olarak doğru açıklamalar
Kısmen Doğru (KD)	Bilimsel olarak yetersiz açıklamalar
Yanlış (Y)	Bilimsel olarak yanlış yapılan açıklamalar
Açıklama Yapılmamış (YOK)	Açıklama yapılmayan sorular

Tablo 2.10, Kavramsal Anlama Testinde öğrencilerin verdiği açıklamaları değerlendirmek için kullanılan bir anahtardır. Açıklamalar, dört kategoriye ayrılmıştır. Doğru (D) kategorisi, açıklamanın bilimsel olarak uygun ve doğru bilgi içerdiğini göstermektedir. Kısmen Doğru (KD) kategorisi, açıklamanın bilimsel olarak yetersiz veya eksik olduğunu göstermektedir. Yanlış (Y) kategorisi, açıklamanın bilimsel olarak yanlış veya çelişkili olduğunu göstermektedir. Açıklama Yapılmamış (YOK) kategorisi, açıklama yapılmayan soruları göstermektedir.

Tablo 2.11'de her soru için ayrı kriterler belirlenen bir rubrik sunulmuştur. Kavramsal Anlama Testindeki soruların cevapları bu rubriğe göre puanlanmıştır.

Tablo 2.11: Kavramsal Anlama Testi Cevaplama Anahtarı

Soru	Kategori	Açıklamalar
1.Soru	Doğru	Her iki devre doğru çizilmiş
	Seri	Seri devre yanlış, paralel devre doğru çizilmiş
	Yanlış Paralel	Paralel devre yanlış, seri devre doğru çizilmiş
	S+P	Hem seri hem paralel devre yanlış çizilmiş
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş.
2. Soru	Doğru	Ampul parlaklığı azalır.
	Yanlış	Ampul parlaklığı değişmez veya artar
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş.
3.Soru	Doğru	Ampul parlaklığı değişmez
	Yanlı	Ampul parlaklığı artar veya azalır
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş
4.Soru	Doğru	$R_I > R_{II} > R_{III}$
	Yanlış	$R_I = R_{II} = R_{III}$, $R_I < R_{II} < R_{III}$ vb..
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş
5.Soru	Doğru	Akım azalır
	a) Yanlış	Akım artar veya değişmez
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş
	Doğru	Akım artar
b)	Yanlış	Akım azalır veya değişmez
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş
	6.Soru	Doğru
Yanlış		$R_I > R_{II} > R_{III}$, $R_I = R_{II} = R_{III}$ vb..
Cevap Yok		Cevap verilmemiş
7.Soru	Doğru	Ampullerin hepsini doğru yerleştirmiş
	Yanlış	Ampullerin 1 veya 1'den fazlasını yanlış yerleştirmiş
	Cevap Yok	Cevap verilmemiş

Tablo 2.11'de Kavramsal Anlama Testinde öğrencilerin verdiği cevapları değerlendirmek için kullanılan bir anahtardır. Her soru rubriğe göre doğru (D), yanlış (Y) ve cevap verilmeyen (YOK) olarak üç kategoriye ayrılmıştır.

Kavramsal anlama testinin analizinde kullanılan frekans tablolarına örnek olması amacıyla, testte bulunan ve ampul parlaklığı kavramıyla ilgili olan 2. sorunun analiz tabloları (Tablo 2.12, 2.13, 2.14 ve 2.15) aşağıdaki gibidir.

Tablo 2.12: Kavram testi soruları analiz verileri

	Deney (f)	Kontrol (f)	Deney (f)	Kontrol (f)	Örnek	
Doğru	Ön		D			
			KD			
			Y			
			YOK			
	Son		Açıklama	D		
				KD		
				Y		
				YOK		
Yanlış	Ön		D			
			KD			
			Y			
			YOK			
	Son		Açıklama	D		
				KD		
				Y		
				YOK		
Cevap yok	Ön		D			
			KD			
			Y			
			YOK			
	Son		Açıklama	D		
				KD		
				Y		
				YOK		

Tablo 2.13: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney:	Deney:
	Kontrol:	Kontrol:
Açıklama	Deney: D:	Deney: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:
	Kontrol: D:	Kontrol: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:

Tablo 2.14: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney:	Deney:
	Kontrol:	Kontrol:
Açıklama	Deney: D:	Deney: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:
	Kontrol: D:	Kontrol: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:

Tablo 2.15: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap Vermeyen	Deney:	Deney:
	Kontrol:	Kontrol:
Açıklama	Deney: D:	Deney: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:
	Kontrol: D:	Kontrol: D:
	KD:	KD:
	Y:	Y:
	YOK:	YOK:

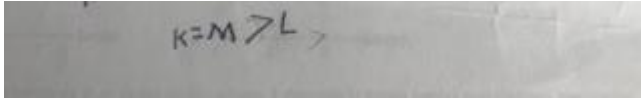
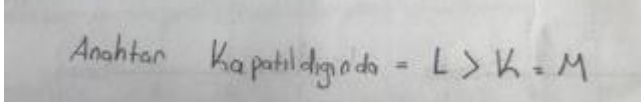
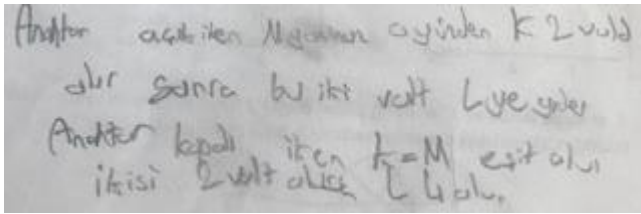
Kavramsal Anlama Testinin iç güvenilirliğinin sağlanması amacıyla örneklemin rastgele seçilen cevap kağıtlarının % 50' si başka bir fen bilimleri öğretmeni tarafından da kodlanmıştır. Alanında 9 yıllık öğretmenlik deneyimine sahip öğretmen, soruların analizi ve puanlama sistemi hakkında detaylı açıklama yapıldıktan sonra ikinci kodlayıcı olarak öğrencilerin yanıtlarını değerlendirmiş ve yanıt kategorilerine karar vermiştir. İkinci kodlayıcı kodlamayı bitirdikten sonra iki kodlayıcının analizleri karşılaştırılmış ve Kocakulah (2002)'in kullandığı formüle göre kodlayıcılar arası tutarlılık yüzdeleri hesaplanmıştır. Bu formüle göre tutarlılık yüzdelerinin %80 ve üzerinde olması durumunda kodlayıcı güvenilirliğinden bahsedilebilmektedir (Şencan, 2005). $p = \frac{N_a}{N_t} \times 100$ (p = Tutarlılık yüzdesi, N_a = Kodlayıcıların ortak olarak doğru kategoride olduğunu düşündükleri öğrenci sayısı, N_t = Toplam öğrenci sayısı). Kodlayıcılara göre ön testte %86, son testte ise %88 olan tutarlılık yüzdesinin ortalaması %87 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, kodlayıcılar arası güvenilirliğin yüksek olduğunu göstermektedir.

2.5.5.2 Görüşme Sorularının Analizi

Araştırmada nitel verilerin bu kısmı görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Nitel veriler, öğrencilerin yazılı olarak verdikleri yanıtlar yoluyla elde edilmiştir. Bu nitel veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Betimsel analizde verilerin anlamını ortaya çıkarmak için kodlama, kategorileme ve temalaştırma işlemleri yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Görüşme formunun geçerliliği için hazırlanma aşamasında ve sonrasında uzman görüşüne başvurulmuştur. Ek olarak, araştırma ve uygulama süreçleri açık, açıklayıcı ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır. Analizlerin ilk aşamasında araştırmacı tarafından yazılı yanıtlar dikkatli bir şekilde okunarak kodlanmıştır. Bu kodlar öğrenci cevapları ile birlikte soru soru sunulup açıklanmıştır.

Görüşme formu analiz ederken kullanılan tabloyla ilgili örnek olması için testte yer alan ve ampul parlaklığı kavramı ile ilgili olan 2. sorunun analiz tablosu (Tablo 2.16) ve açıklaması aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 2.16: Görüşme formu 2. Soruya verilen cevaplar

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

Tabloda verilen öğrenci cevaplarına ilişkin, her öğrencinin verdiği cevap araştırmacı tarafından ayrı ayrı açıklanmıştır. Yapılan açıklamalar sentezlenip son olarak tüm cevaplar ortak bir şekilde yorumlanmıştır.

2.5.5.3 Transfer Testinin Analizi

Araştırmada öğrencilerin gösterim türleri arasında geçiş becerilerini inceleyebilmek için transfer testi kullanılmıştır. Transfer testinin analizi yapmak için öncelikle öğrencilerin verdiği cevaplar her gösterim türüne göre kodlanmıştır. Her bir gösterim türü için aşağıdaki kodlamalar kullanılmıştır:

- 0: Cevap verilmemiş
- 1: Cevap yanlış
- 2: Cevap eksik veya kısmen doğru
- 3: Cevap tam ve doğru

Daha sonra, her bir öğrencinin her bir gösterim türü için aldığı puanları toplanarak, toplam puanları hesaplanmıştır. Örneğin, bir öğrenci sözel gösterim için 3, formül gösterimi için 2, grafik gösterimi için 1 ve tablo gösterimi için 0 puan almışsa, toplam puanı 6 olarak tablolaştırılmıştır. Sonrasında bu tablolar açıklanmıştır. 1. Soruya ait transfer test sonuçlarını gösteren örnek tablo, Tablo 2.17' de verilmiştir.

Tablo 2.17: Gösterimler arası transfer puanları

Öğrenci	Sözel	Formül	Grafik	Tablo	Toplam
K1					
K5					
K6					
D16					
D17					
D18					

Gösterimler arası transfer testinin iç güvenilirliğinin sağlanması amacıyla örneklemin rastgele seçilen %50'sinin ön test ve son test cevap kâğıtları bir uzman tarafından da kodlanmıştır. 9 yıllık öğretmenlik deneyimine sahip bir uzman, soruların analizi ve puanlama sistemi hakkında detaylı açıklamaların ardından ikinci bir kodlayıcı olarak öğrencilerin yanıtlarını değerlendirdi ve yanıt kategorilerini belirledi. İkinci kodlayıcı, kodlamayı tamamladıktan sonra iki kodlayıcının analizleri karşılaştırıldı ve Kocakulah (2002) tarafından kullanılan bir formülle kodlayıcılar arasındaki tutarlılık yüzdeleri

hesaplandı. Bu formül uyarınca, tutarlılık yüzdeleri %80 ve üzerinde olduğunda kodlayıcı güvenilirliğinden bahsedilebilmektedir. (Şencan, 2005). Gösterimler arası transfer testindeki sorulara öğrencilerin verdikleri yanıtların araştırmacı ve ikinci kodlayıcı tarafından kodlandıktan sonra ortaya çıkan tutarlılık yüzdeleri ön testte %97, son testte ise %99 olan tutarlılık yüzdesinin ortalaması %98 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, kodlayıcılar arası güvenilirliğin çok yüksek olduğunu göstermektedir.

2.6 Araştırmanın Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışmaları

Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği: Bilimsel araştırmalarda geçerlik, ölçülen özelliğin gerçekten ölçüldüğünü ve elde edilen sonuçların doğru bir biçimde yorumlandığını gösteren bir kavramdır. Araştırmaların geçerliliği iç ve dış geçerlik olarak iki türe ayrılır. İç geçerlik; araştırma sonucunda bağımlı değişkendeki değişimlerin araştırmanın bağımsız değişkeni ile ilişkili olduğunu ifade ederken, dış geçerlik; bulunan sonuçların benzer gruplara veya durumlara ne kadar uygulanabileceğini belirtmektedir (Çepni, 2021).

Araştırmalarda güvenirlik, bulunan sonuçların benzer şekilde tekrarlanabilirliğini gösteren bir kavramdır. Güvenirlik de iç ve dış güvenirlik olmak üzere iki türe ayrılır. İç güvenirlik; farklı araştırmacıların aynı verileri kullanarak benzer sonuçlara ulaşabilmesini sağlarken, dış güvenirlik; bulunan sonuçların farklı ortamlarda da aynı şekilde elde edilebilmesini sağlamaktadır. Eğitim araştırmalarında güvenirlik sorunu, insan davranışlarını etkileyen çok sayıda değişkenin varlığı nedeniyle büyük bir zorluk olarak görülmektedir (Çepni, 2021).

Nitel ve nicel araştırmaların farklı paradigmalara dayanması nedeniyle nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik yerine; “inandırıcılık”, “aktarılabirlik”, “tutarlık” ve “doğrulanabilirlik” kavramları kullanılmaktadır (Çepni, 2021). Nitel araştırmalarda, iç geçerlik terimi yerine "inandırıcılık", dış geçerlik terimi yerine "aktarılabirlik", iç güvenirlik terimi yerine "tutarlık" ve dış güvenirlik terimi yerine ise "doğrulanabilirlik" kavramları kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Karma yöntem deneysel desende tasarlanan bu araştırmada hem nicel hem de nitel boyutunun geçerliliği ve güvenirliğini etkileyebilecek faktörlere karşı çeşitli tedbirler alınmıştır. Alınan tedbirler şöyledir:

2.6.1 İç Geçerlik/İnandırıcılık:

Araştırmanın nicel boyutunda iç geçerliği sağlamak için, bağımlı değişkenin bağımsız değişkenden başka faktörlerden etkilenmemesi gerekmektedir. Bu amaçla, araştırma süreci dış faktörlere karşı kontrol edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2018).

Bu kapsamda, araştırmanın nicel boyutunda iç geçerliği artırmak için;

- Deney ve kontrol grupları benzer özelliklere (çocukların yaşları, sınıf ortamı, öğretmenin nitelikleri vb.) sahip olacak şekilde seçilmiştir.
- Etkinliklerin ve veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve belirlenmesi aşamalarında uzman görüşü alınmıştır.
- Etkinliklerin uygunluğunu test etmek için pilot uygulama yapılmıştır.
- Veri toplama araçları deney ve kontrol gruplarına aynı anda uygulanmıştır.
- Katılımcı grupların ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığına emin olunmuştur.
- Kontrol grubu herhangi bir müdahale yapılmadan standart eğitim programına devam etmiştir.
- Ön test ve son test uygulaması arasında 6 haftalık bir zaman dilimi bırakılarak çocukların test sorularını hatırlamaları engellenmeye çalışılmıştır.
- Deney ve kontrol gruplarının farklı okullarda yer almasıyla deneysel uygulamanın etkilerinin yayılması önlenmeye çalışılmıştır.
- Deney grubu öğretmeni olan araştırmacı etkinlikleri planlandığı gibi uyguladığına dair gözlemlerle değerlendirilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutunda inandırıcılığı sağlamak için farklı yöntemler vardır. Bunlar; uzun süreli etkileşim, derinlemesine veri toplama, çeşitlendirme, uzman incelemesi ve katılımcı onayıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu kapsamda, araştırmanın nitel boyutunda inandırıcılığı artırmak için;

- Araştırmacı ön testlere başlamadan önce katılımcı gruplardaki çocuklar ve velileri ile tanışmış ve tüm uygulama süresince sınıfta bulunmuştur.

- Nitel ve nicel farklı veri toplama araçlarının kullanılmasıyla yöntem çeşitliliği sağlanmıştır.
- Nitel analizlerde iki farklı araştırmacının bağımsız olarak çalışmasıyla araştırmacı çeşitliliği sağlanmıştır.
 - Araştırma, araştırma deseninin seçiminden, toplanan verilerin analiz edilmesine ve sonuçların yazılmasına kadar tüm aşamalarda iki farklı akademisyen tarafından incelenerek geri bildirimler doğrultusunda yenilenmiştir.

2.6.2 Dış Geçerlik/Aktarılabirlik:

Dış geçerlik kavramı, araştırma sonuçlarının genellenebilirliğini ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmanın nicel boyutunda dış geçerliği sağlamak için, örneklemin rastlantısal olarak seçilmesi ve aynı tür araştırmaların benzer koşullarda yapılması gerekmektedir (Çepni, 2021).

Bu doğrultuda, araştırmanın nicel boyutunda dış geçerliği sağlamak için;

- Çalışma grupları çalışmanın yapılacağı okullar belirlendikten sonra rastlantısal olarak seçilmiştir.
- Uygulamalar iki farklı grupta benzer özelliklere sahip okullarda eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Nitel araştırmaların doğası gereği araştırma sonuçlarının genellenmesi mümkün olmadığından, bu araştırmalarda okuyucuya uygulama sürecine ilişkin ayrıntılı bilgi verilerek sürecin aktarılabirliği sağlanmaya çalışılır. Araştırmanın nitel boyutunda aktarılabirliği sağlamak için çeşitli yöntemler vardır. Bunlar ayrıntılı tanımlama ve amaçlı örnekleme yöntemleridir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Bu doğrultuda, araştırmanın nitel boyutunda aktarılabirliği sağlamak için;

- Çalışma grubu, ortam ve uygulama sürecine ilişkin bilgiler ayrıntılı tanımlamalar ile verilmiştir.
- Çalışmanın yapılacağı okulun seçiminde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

2.6.3 İç Güvenirlik/Tutarlık:

İç güvenirlik kavramı, araştırma sonuçlarının farklı araştırmacılar tarafından da ulaşılabileceğini belirtmektedir (Çepni, 2021). Araştırmanın nicel boyutunda iç güvenirligi sağlamak için, değerlendiriciler arası tutarlılığın hesaplanması bir yöntemdir (Büyüköztürk vd., 2018). Bu doğrultuda bu araştırmanın nicel boyutunda iç güvenirligi sağlamak için değerlendiriciler arası tutarlılık hesaplanmıştır. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizi iki farklı uzman tarafından yapılmıştır.

Nitel araştırmaların doğası gereği iç güvenirlik kavramı ile uyumlu değildir. Çünkü; nitel yaklaşıma göre araştırmacıların olayları anlama ve yorumlama biçimleri farklı olabilir. Bu nedenle nitel araştırmalarda güvenirligin odaklandığı alanlardan biri de tutarlılıktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu doğrultuda araştırmanın nitel boyutunda tutarlılığı sağlamak için araştırma süreci boyunca iki farklı uzman tarafından tutarlık denetimi yapılmıştır. Uzmanlar veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması ve analizi (kodlama), verilerin sonuçlarla ilişkisinin kurulması aşamalarında tutarlık denetimi ile araştırma sürecine katılmıştır.

2.6.4 Dış Güvenirlik/Teyit Edilebilirlik:

Dış güvenirlik kavramı, araştırma sonuçlarının benzer gruplarda tekrarlanması durumunda aynı sonuçlara ulaşılabileceğini göstermektedir (Çepni, 2021). Araştırmanın nicel boyutunda dış güvenirligi sağlamak için, iki farklı sınıfın deney grubu olarak seçilmesi hem dış geçerliliği hem de dış güvenirligi sağlamaya yönelik bir önlemdir. Bu doğrultuda araştırma sürecinde birbirine benzer iki farklı deney grubundan elde edilen nicel veriler birbiri ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Nitel yaklaşımda olayların kişilere ve bulunulan ortama göre değişebileceği ve araştırmanın benzer gruplarda tekrarlanırsa bile aynı sonuçlara ulaşmasının mümkün olmadığı kabul edilmektedir. Bu nedenle nitel araştırmalarda elde edilen verilerin teyit edilebilirliği, yani; dışarıdan bir uzmanın ham verilere erişebilmesi önemlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu doğrultuda tüm sürece (görüşme verilerinin toplanması, düzenlenmesi, analizi ve raporlaştırılması) ilişkin belgeler saklanmıştır. Süreç boyunca uzmana danışılmış ve uzmanın öneri ve geri bildirimlerine göre gerekli düzeltmeler yapılarak sürece devam edilmiştir.

2.7 Öğretim Süreci

Araştırmacının çoklu gösterimlere dayalı hazırlanan 5E ders planlarına göre yürüttüğü deney grubu ile dersin öğretmeninin geleneksel yöntemlerle işlediği kontrol grubu arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Çalışma 2021-2022 eğitim-öğretim yılında MEB'e bağlı devlet ortaokullarında 70 yedinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir.

Deneysel uygulama pilot ve esas uygulama olarak iki kısımda gerçekleşmiştir. Pilot uygulama 8 ders saati, 2 hafta sürmüştür. Esas uygulama ise 12 saat, 3 hafta sürmüştür. 2018 Fen Bilimleri öğretim programına uygun olacak şekilde 7. sınıf 3. ünite 3. bölümüne ait kazanımlarda pilot uygulama, 7. sınıf 7. ünite' ye ait ilk 5 kazanımda esas uygulama yapılmıştır. Bu durum Tablo 2.18' de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 2.18: Tasarlanan öğretim planının 7. sınıf Fen Bilimleri dersi kazanımları

Uygulama	KAZANIMLAR
Yenilik etkisini giderme amaçlı yapılan pilot uygulama	F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
	F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.
	F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
Esas uygulama	F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer
	F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımında bulunur.
	F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar
	F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.
	F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

2.6.1. Çalışmanın Planı

Öğretimin yapılacağı konu ve kazanımlar seçildikten sonra her kazanıma uygun olarak ders planları tasarlanmıştır. Ders planları sadece deney grubuna uygulanmak üzere hazırlanmıştır. Hazırlanan ders planları uygulanması gereken saatleri göz önünde bulundurularak haftalara ayrılmıştır. Hafta hafta uygulanan ders planları Tablo 2.19' de sunulmuştur.

Tablo 2.19: Uygulanan ders planları ve uygulandığı haftalar

HAFTA	DERS PLANLARI	KAZANIMLAR
1. Hafta	Pilot Ders Planı 1 Pilot Ders Planı 2	F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
2. Hafta	Pilot Ders Planı 3 Pilot Ders Planı 4	F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
1. Hafta	Esas Ders Planı 1	F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer
2. Hafta	Esas Ders Planı 2 Esas Ders Planı 3 Esas Ders Planı 4	F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar. F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir. F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımında bulunur.

2.6.2 Deney Grubunda Uygulanan İşlemler

Araştırmacı tarafından hazırlanan ders planları sadece deney grubunda uygulanmıştır. Kontrol grubunda, öğretim programına uygun olacak şekilde ders öğretmeni tarafından kazanımlar işlenmiştir. Ders planları 5E öğrenme modeli çerçevesine uygun olarak

hazırlanmıştır. Modelin basamakları farklı gösterim türleri ile zenginleştirilerek oluşturulmuştur.

Gösterimlerin türlerinin kazanım aktarılırken düzensiz bir şekilde kullanılması öğrencilerde bilişsel yükü arttırabileceği düşünülmüştür. Bu durumda çoklu gösterimler yarardan çok zarara sebep olacağından gösterimlerin belirli bir çerçevede işe koşulmasına karar verilmiştir. Çerçeve olarak yapılandırmacı yaklaşım öğrenme modeli olan 5E modeli seçilmiştir. 5E öğrenme modeli giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır.

Tablo 2.20: 5E Öğrenme Aşamaları ve Açıklamaları (Özen, 2022)

AŞAMA	AÇIKLAMA
Giriş	Öğrencilerin öğrenecekleri derslere konuya karşı ilgileri uyandırılarak, konuyla ilgili günlük yaşamda karşılaştıkları olay ve olgular sunulur. Öğrencilerden konu hakkında tartışmalarını istenilir (Putra, Nurkholifah, Subali, Rusilowati, 2018).
Keşfetme	Bu aşamada öğrencilere öğretmenden doğrudan talimat almadan, birlikte çalışmalarını için fırsatlar verilmelidir. Öğretmen, öğrencilerin sorular sorarak ve gözlemleyerek soruları çerçevelemelerine yardımcı olan bir rehber olarak hareket etmelidir (Akar, 2005).
Açıklama	Öğretmen tarafından konuyla ilgili bilgiler verilir. Giriş aşamasında sorulan sorularla ve öğrencilerin keşfetme aşamasında yaptıkları etkinlik arasında ilişki kurmaları beklenir. Öğrenciler gözlemlerini paylaşır, öğretmen onların eski bilgilerin yerine daha doğru bilgileri sunar ve öğrendiklerini açıklar (Öksüz, 2020).
Derinleştirme	Öğrenciler kavram ve becerileri yeni (ancak benzer) durumlarda uygulamalı ve bilimsel tanımlar kullanmalıdır. Öğretmenler alternatif açıklamaları hatırlatırken öğrenciler mevcut verileri yeni durumlara aktarmada kullanırlar. Öğrencilerin sorular sormak, çözümler önermek, karar vermek, deney ve gözlemler yapmak için önceki bilgileri kullanmaları gerekir (Akar,2005).
Değerlendirme	Süreç boyunca, öğretmenler öğrencilerini yeni kavram ve becerileri uygularken gözlemler yapar ve öğrencilerin düşüncelerini değiştirdiğine veya değiştirdiğine dair kanıt arar. Öğrenciler ayrıca öz değerlendirme veya akran değerlendirmesi yapma ya da kısa sınav, sınav veya yazma ödevi, özetleyici deneyim gibi değerlendirme yöntemleri de kullanılabilir (Duran ve Duran, 2004).

Çoklu gösterimlere dayalı öğretim sadece deney grubuna uygulanmıştır. 5E öğretim modeli çerçevesinde gösterimler kullanılmıştır. Ders planları 5E aşamalarında farklı gösterimler kullanılarak hazırlanmıştır. Ders planlarında daha çok görsel, sözel ve matematiksel (grafik, tablo, formül) gösterimler kullanılmıştır.(Tablo 2.21)

Tablo 2.21: 5E Ders planı aşamalarında kullanılan gösterim türleri

Ders Planlar	Bölümler	Gösterim Türleri
Pilot Ders Planı 1	Giriş	Görsel
	Keşfetme	Görsel (simülasyon)
	Açıklama	Görsel (simülasyon)
	Derinleştirme	Sözel-dilsel, günlük yaşam
Pilot Ders Planı 1	Değerlendirme	Görsel(simülasyon), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
Pilot Ders Planı 2	Giriş	Görsel
	Keşfetme	Görsel (simülasyon)
	Açıklama	Görsel (simülasyon)
	Derinleştirme	Görsel, Sözel-dilsel, günlük yaşam
	Değerlendirme	Görsel(simülasyon), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
Pilot Ders Planı 3	Giriş	Görsel (video)
	Keşfetme	Görsel (simülasyon)
	Açıklama	Görsel (simülasyon), sözel-dilsel
	Derinleştirme	Görsel, sözel-dilsel
	Değerlendirme	Görsel, matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
Pilot Ders Planı 4	Giriş	Görsel
	Keşfetme	Görsel (simülasyon)
	Açıklama	Sözel-dilsel, günlük yaşam
	Derinleştirme	Sözel-dilsel, günlük yaşam
	Değerlendirme	Görsel, grafiksel, sözel-dilsel
Esas Ders Planı 1	Giriş	Görsel (simülasyon, resim)
	Keşfetme	Görsel (simülasyon, resim)
	Açıklama	Sözel-dilsel, günlük yaşam
	Derinleştirme	Sözel-dilsel, görsel(simülasyon)
	Değerlendirme	Sözel-dilsel, görsel
Esas Ders Planı 2	Giriş	Görsel (simülasyon, resim)
	Keşfetme	Görsel(simülasyon)
	Açıklama	Sözel-dilsel, günlük yaşam
	Derinleştirme	Görsel (simülasyon, resim), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
Esas Ders Planı 2	Değerlendirme	Görsel (simülasyon, resim), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
	Değerlendirme	Görsel (simülasyon, resim), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel
Esas Ders Planı 3	Giriş	Görsel
	Keşfetme	Görsel (simülasyon, resim)
	Açıklama	Görsel, sözel-dilsel
	Derinleştirme	Görsel (simülasyon, resim)
	Değerlendirme	Görsel (simülasyon, resim), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel

Tablo 2.21 (devam)

Ders Planlar	Bölümler	Gösterim Türleri
Esas Ders Planı 4	Giriş	Görsel
	Keşfetme	Görsel (simülasyon, resim)
	Açıklama	Görsel (simülasyon, resim), sözel-dilsel
	Derinleştirme	Görsel (simülasyon, resim), sözel-dilsel
	Değerlendirme	Görsel (simülasyon, resim), matematiksel (tablo, grafik, formül), sözel-dilsel

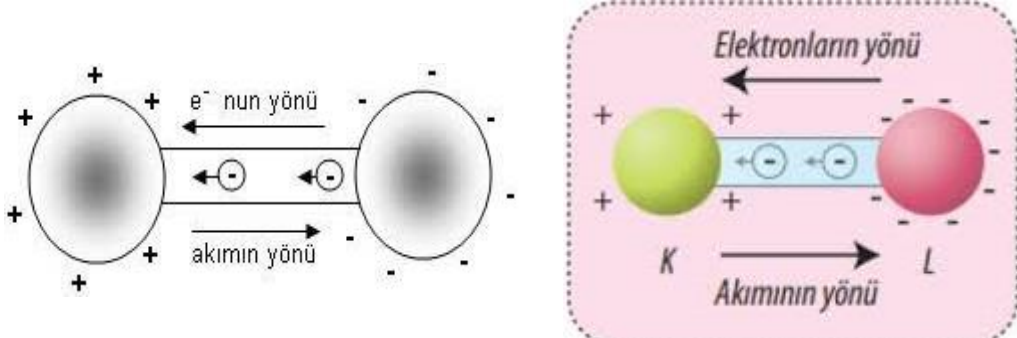
2.7.1.1 Pilot Uygulama

Çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş 5E modeline uygun ders planları oluşturulduktan sonra 2021-2022 öğretim yılı 7. Sınıf 3.ünitesinde yer alan 4 kazanımda pilot uygulama yapılmıştır. (F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır. F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.). Pilot uygulamadaki amaçlardan biri; öğrenciler öğretimde yeni bir uygulamaya tabi olacaklarından esas uygulama öncesi yenilik etkisi giderme, diğeri ise esas çoklu gösterime dayalı öğretim esnasında ortaya çıkabilecek aksaklıklarla önceden karşılaşarak esas uygulamada bu hatalarla karşılaşma ihtimalini en aza indirebilecek önlemler almaktır. Nitekim pilot uygulamada görsel gösterimin resim türünde sorun yaşamazlarken simülasyonlarda sanal deney yaparlarken etkisini araştırdıkları değişken türlerini belirlemede sorun yaşamışlardır. Ayrıca öğrenciler matematiksel gösterim türlerinde çok fazla sorun yaşamışlardır. Bunun üzerine esas uygulama öncesinde bir ders saati süresince değişken türleri, tablo-grafik oluşturma ve formül yorumlama anlatılmıştır.

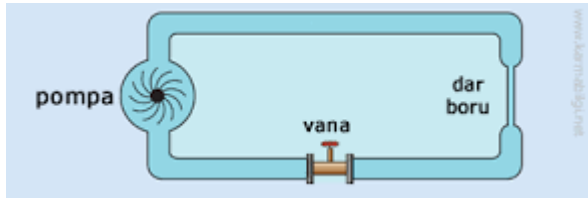
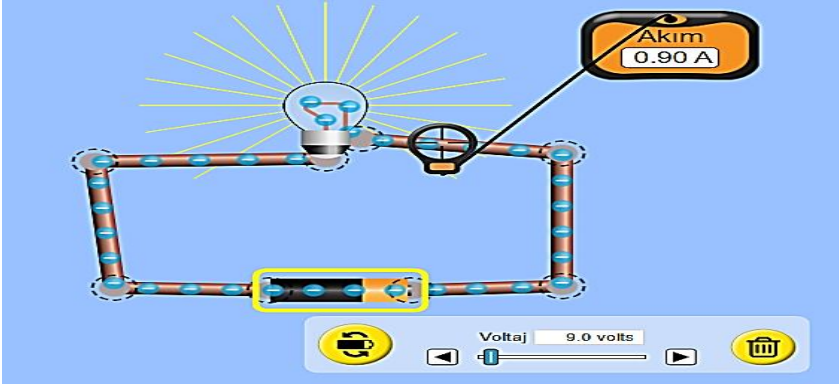
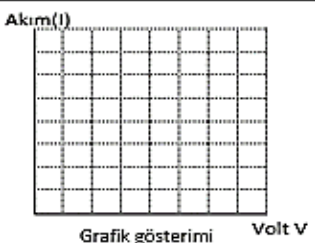
2.7.1.2 Öğretimin Uygulanması

Araştırmanın bağımsız değişkeni olan çoklu gösterimlere dayalı öğretim hazırlanan ders planlarına uygun olarak belirtildiği şekilde işlenmiştir. Çoklu gösterimlerin karışık, düzensiz bir şekilde öğrenciye verilmesi aşırılık ilkesine göre bilişsel yüke sebep olacağından gösterimler 5E modelinde bulunan aşamalara dağıtılmıştır. Gösterimler bu aşamaların modeldeki işlevine uygun şekilde kullanılmıştır. 5E modeli aşamalarının amaçları ve her basamakta kullanılan gösterim türleri Tablo 2.21. de belirtilmiştir. Deney grubundaki dersler bu ders planlarına uygun şekilde işlenmiştir.

Tablo 2.22: Örnek Ders Planı (Ders Planı 2)

<p>Konu: Elektrik Akımı</p> <p>Kazanım: F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar. F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.</p> <p>Ders Saati: 2</p>	
Giriş	<ul style="list-style-type: none">• Buldukları öğretim yılda öğrendikleri atom ve atomun içerisindeki proton, nötron ve elektron parçacıkları konularının hatırlanması sağlanır.• Elektrik devresinde pilin işlevi tartışılır, enerji sağlayıcısı olan pile iletken tel ile bağlanan ampulün yanması üzerine düşünmeleri sağlanır bunun hakkında aşağıdaki görsel ve simülasyon gösterimleriyle merak uyandırılması sağlanır.• https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_uir&l=tr• https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html• https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=595&Itemid=32• https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=593&Itemid=32 
Keşfetme	<p>Öğrencilerin dersten önce ve ders sırasında aşağıdaki simülasyonlar açılarak sanal olarak deneyler yapılır. Akım ve elektron hareketinin elektrik enerjisinden kaynaklandığını ve bu şekilde aktarıldığını keşfettirilmeye çalışılır.</p> <ul style="list-style-type: none">• https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html• https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=595&Itemid=32• https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=593&Itemid=32

Tablo 2.22 (devam)

Açıklama	Keşfetme aşamasında kullanılan simülasyon gösterimleri üzerinden öğrencilerin fikirleri alınır ve aralarında tartışmaları sağlanır. Gerekli görülen yerlerde gösterimler üzerinden öğretmen açıklamalar yapar.															
Derinleştirme	<ul style="list-style-type: none">Öğrenilen bilgiler ışığında akım ve elektrik enerjisi kavramları ile aşağıdaki görsel gösterim arasında bağlantı kurmaları ve bunları yazarak dilsel gösterimle sunmaları istenir.  <ul style="list-style-type: none">https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html Yukarıdaki simülasyon gösterimi açılarak aşağıdaki devre oluşturulur. Pildeki elektrik enerjisi 5V, 10V, 15V ve 20V olarak ayarlanır. Devrelerindeki volt ve akım değerlerini aşağıdaki gösterim türlerine transfer etmeleri sağlanır.  <table border="1" data-bbox="491 1478 849 1630"><tr><td></td><td>1. Devre</td><td>2. Devre</td><td>3. Devre</td><td>4. Devre</td></tr><tr><td>Volt</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Akım</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> <ul style="list-style-type: none">Tablo gösterimi  <p>Grafik gösterimi</p> <p>Formül Gösterimi</p> <p>Dilsel Gösterim</p>		1. Devre	2. Devre	3. Devre	4. Devre	Volt					Akım				
	1. Devre	2. Devre	3. Devre	4. Devre												
Volt																
Akım																

Tablo 2.22 (devam)

Değerlendirme	Derinleştirme basamağında yapılan bilgilerin gösterim türleri arasındaki transferlerinin kendi aralarında değerlendirilmesi sağlanır.
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Uygulama süreci, Tablo 2.22’deki 5E modeli çerçevesinde, aşamaların çoklu gösterimlere dayalı oluşturulan ders planları ile yapılmıştır. Tablo 2.22’de de görüldüğü üzere her aşamada sözel, görsel, matematiksel ve grafik-tablo gösterimlerinden en az biri kullanılarak oluşturulmuştur. Öğrencilerin dikkatini çekmek için genellikle düşündürücü görseller veya simülasyonlardan yararlanılmıştır. Keşfetme ve açıklama bölümlerinde simülasyonlar üzerinden yapılan deneyler ile kavramlarda neden-sonuç ilişkisini sorgulamaları sağlanmıştır. Derinleştirme ve değerlendirme aşamalarında bağımlı, bağımsız, kontrol değişkeni verilerek amaçlı deneyler yapmaları sağlanır ve kavramları farklı durumlar üzerinden açıklayabilmeleri sağlanmıştır. Son olarak öğrencilerin kullandıkları gösterimler arasında öğrendikleri kavramlar kapsamında transfer becerileri ölçülmeye çalışılmıştır.

3. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, araştırma süresince elde edilen verilerden çıkarılan bulgular ve bu bulguların yorumları sunulmaktadır. Bulgular; Motivasyon testine ilişkin bulgular, Özyeterlik testine ilişkin bulgular, Üstbilgi testine ilişkin bulgular ve Kavramsal anlamaya ilişkin bulgular (Kavramsal anlama testi, Görüşme Formu, Transfer testi) olarak ayrı başlıklar altında sunulacaktır.

3.1 Üstbilgi Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin üstbilgi farkındalıklarını nasıl etkiler?” alt problemine ilişkin olarak tüm çalışma grubuna ön test ve son test olarak üstbilgi testi uygulanmıştır. Buna göre üstbilgi testi ile ilgili tüm veriler Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3 ve Şekil 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Araştırma sürecinde üstbilgi ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler

Ölçüm	Okul	Ort.	S	N
Ön Test	Kontrol Grubu	3.018	.523	35
	Deney Grubu	2.885	.527	35
Son Test	Kontrol Grubu	3.068	.567	35
	Deney Grubu	3.110	.450	35

Tablo 3.1’de araştırma sürecinde öğrencilerin üst bilgi düzeylerini ölçmek için uygulanan ön test ve son test puanlarının gruplara göre ortalamalarını (Ort.), standart sapmalarını (S) ve öğrenci sayılarını (N) göstermektedir. Tabloya göre, kontrol grubu öğrencilerinin ön testteki ortalama üst bilgi puanı 3.018 iken, son testteki ortalama üst bilgi puanının 3.068 olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin ise ön testteki ortalama üst bilgi puanı 2.885 iken, son testteki ortalama üst bilgi puanının 3.110 olduğu görülmektedir.

Tablo 3.2: Yapılan öğretimin üstbilgi üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyükluğu	p
Zaman(Öğretim)	Sphericity Assumed	.663	1	.663	8.710	.004	.114	.829
Hata(zaman)	Sphericity Assumed	5.176	68	.076				
Zaman * Grup	Sphericity Assumed	.266	1	.266	3.493	.066	.049	.453
Hata (zaman * Grup)	Sphericity Assumed	5.176	68	.076				

Tablo 3.2’de, üst bilgi testinden elde edilen verilere ait karışık desen Anova analizinin sonuçlarını göstermektedir. Tabloda, zaman ve zaman * grup etkilerinin F istatistiği, p değeri ve etki büyüklüğü verilmektedir. F istatistiği, gruplar arası varyans ile grup içi varyans arasındaki oranı ölçer. “p” değeri ise, bu oranın tesadüfen oluşma olasılığını verir.

“p” değeri belirlenen anlamlılık düzeyinden (.05) küçükse, ilgili etkinin anlamlı olduğu kabul edilir. Etki büyüklüğü ise, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin büyüklüğünü gösterir. Etki büyüklüğü 0 ile 1 arasında bir değer alır. Etki büyüklüğü ne kadar yüksekse, bağımsız değişkenin etkisi o kadar güçlüdür.

Tablo 3.2’ye göre, zamanın ana etkisi anlamlıdır [F (1, 68) =8.710, p=.004]. Bu sonuç, zamanın bağımlı değişken olan üstbilis üzerinde ortalama bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yani, öntest-sontest olmak üzere uygulanan ölçümler arasında bağımlı değişken olan üstbilis öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ifade etmektedir. Zamanın etki büyüklüğü .114’tür. Bu değer orta düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .829 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için yüksek bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2’e göre, zaman * grup etkisi ise anlamlı değildir [F (1, 68) =3.493, p=.066]. Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının bağımlı değişken olan üstbilis üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir. Zaman * grup etkisinin etki büyüklüğü .049’dur. Bu değer düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .453 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için düşük bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

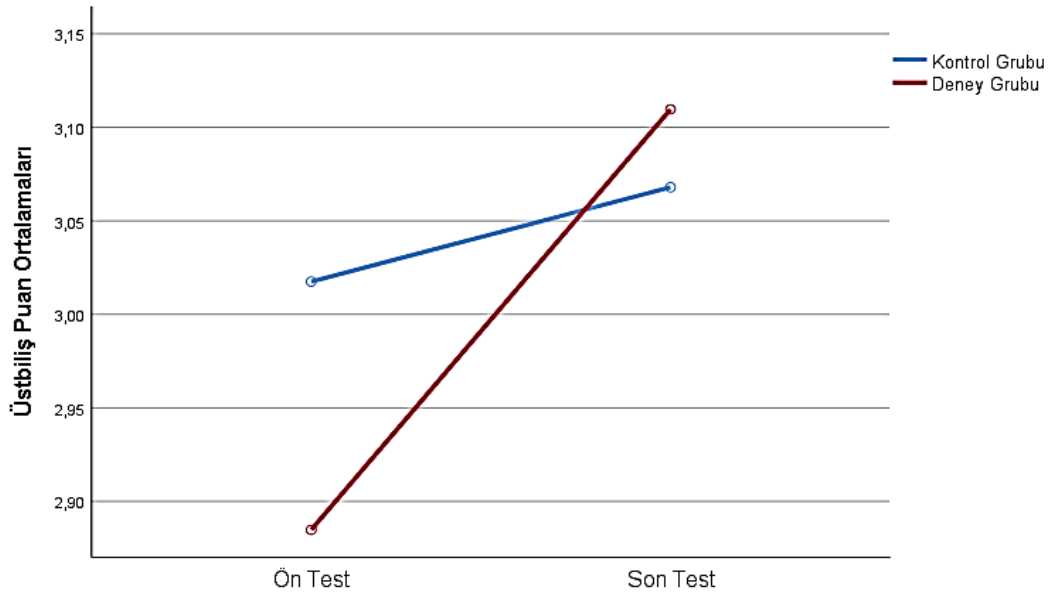
Tablo 3.3: Grup içi yapılan üstbilis ölçümlerinin farklılıkları

Gruplar	Ölçüm	Ölçüm	Ort. Farkı	sd	p
Kontrol Grubu	Ön Test	Son Test	-.050	.066	.447
	Son Test	Ön Test	.050	.066	.447
Deney Grubu	Ön Test	Son Test	-.225	.066	.001
	Son Test	Ön Test	.225	.066	.001

Tablo 3.3’e göre, kontrol grubunda ön test ve son test arasında ortalama fark -.050’dır. Bu, kontrol grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak .050 puan daha fazla aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası .066’dır. Bu değer, ortalama farkın

dağılımının ne kadar değişken olduğunu göstermektedir. Bu farkın “p” değeri .447’dir. Bu değer .05 anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, kontrol grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir. Bu sonuç, kontrol grubuna ait üstbilis puanlarında bir etki olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.3’e göre deney grubunda ise ön test ve son test arasında ortalama fark -.225’tir. Bu, deney grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak ,225 puan daha fazla aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası .066’dır. Bu değer, ortalama farkın dağılımının ne kadar değişken olduğunu gösterir. Bu farkın p değeri .001’dir. Bu değer .05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için, deney grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olduğu söylenebilir. Bu sonuç, deney grubunda uygulanan işlemin üstbilis üzerinde bir anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.1: Üstbilis puanlarının gruplara göre değişimi

Şekil 3.1 incelendiğinde üstbilis değişkenine ait kontrol ve deney gruplarına ait ön test-son test arasında bir artış göstermektedir. Grup ve zaman değişkenlerinin birlikte kıyaslandığı Bonferroni testi sonuçlarına göre, çoklu gösterim ile zenginleştirilmiş öğretim alan deney grubunda üstbilis puanları anlamlı şekilde yükseldiği görülmektedir (Öntest Ort.= 2.8848/Sontest Ort.= 3.1096; p=.001). Öte yandan geleneksel öğretime tabi tutulan

kontrol grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişmediği görülmektedir (Öntest Ort.= 3.0175 /Sontest Ort.= 3.0680; p=.447).

3.2 Özyeterlik Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin özyeterliklerini nasıl etkiler?” alt problemine ilişkin olarak tüm çalışma grubuna ön test ve son test olarak üstbilis testi uygulanmıştır. Buna göre üstbilis testi ile ilgili tüm veriler Tablo 3.4, Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Şekil 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.4: Araştırma sürecinde özyeterlik ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler

Ölçüm	Grup	Ort.	S	N
Ön Test	Kontrol Grubu	3.651	.645	35
	Deney Grubu	3.796	.511	35
Son Test	Kontrol Grubu	3.715	.712	35
	Deney Grubu	3.784	.705	35

Tablo 3.4’te, araştırma sürecinde öğrencilerin özyeterlik düzeylerini ölçmek için uygulanan ön test ve son test puanlarının gruplara göre ortalamalarını (Ort.), standart sapmalarını (S) ve öğrenci sayılarını (N) göstermektedir. Tabloya göre, kontrol grubu öğrencilerinin ön testteki ortalama özyeterlik puanı 3.651 iken, son testteki ortalama özyeterlik puanı 3.715 olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin ise ön testteki ortalama özyeterlik puanı 3.796 iken, son testteki ortalama özyeterlik puanı 3.784 olduğu görülmektedir.

Tablo 3.5: Yapılan öğretimin özyeterlik üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyükülüğü	p
Zaman(Öğretim)	Sphericity Assumed	.023	1	.023	.132	.717	.002	.065
Hata(zaman)	Sphericity Assumed	11.689	68	.172				
Zaman * Grup	Sphericity Assumed	.050	1	.050	.293	.590	.004	.083
Hata (zaman * Grup)	Sphericity Assumed	11.689	68	.172				

Tablo 3.5'e göre, zamanın ana etkisi anlamlı değildir [F (1, 68) =0.132, p=.717]. Bu sonuç, zamanın bağımlı değişken olan özyeterlik üzerinde ortalama bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Yani, öntest-sontest olmak üzere uygulanan ölçümler arasında bağımlı değişken olan özyeterlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmektedir. Zamanın etki büyüklüğü .002'dir. Bu değer çok düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .065 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için çok düşük bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

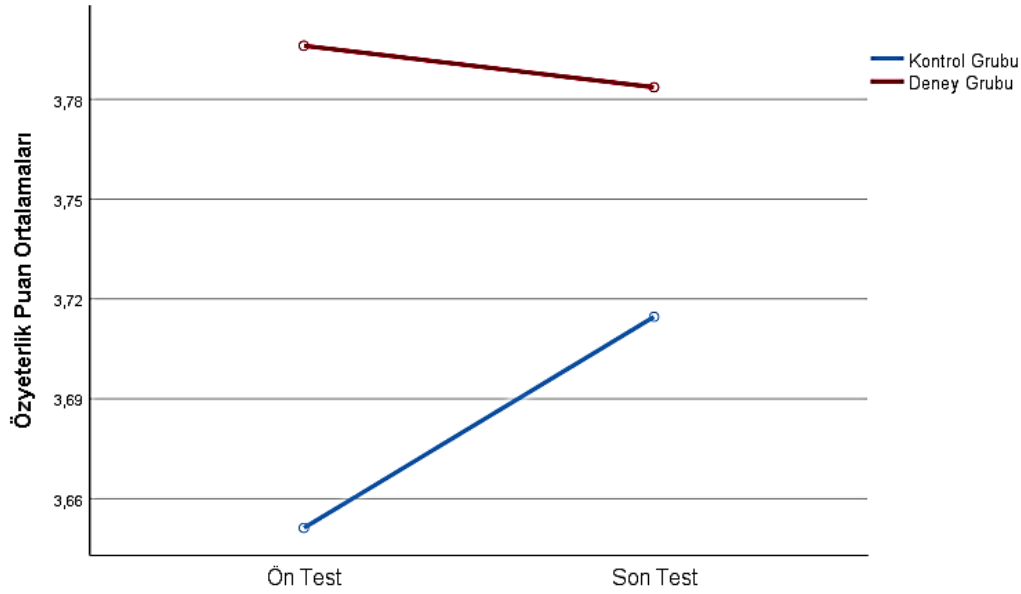
Tablo 3.5'e göre, zaman * grup etkisi ise anlamlı değildir (F (1, 68) =0.293, p=.590). Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının bağımlı değişken olan özyeterlik üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir. Zaman * grup etkisinin etki büyüklüğü .004' dür. Bu değer çok düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .083 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için çok düşük bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.6: Grup içi yapılan özyeterlik ölçümlerinin farklılıkları

Gruplar	Ölçüm	Ölçüm	Ort. Farkı	sd	p
Kontrol Grubu	Ön Test	Son Test	-.063	.099	.524
	Son Test	Ön Test	.063	.099	.524
Deney Grubu	Ön Test	Son Test	.012	.099	.900
	Son Test	Ön Test	-.012	.099	.900

Tablo 3.6'e göre, kontrol grubunda ön test ve son test arasında ortalama fark $-.063$ ' dir. Bu, kontrol grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak $.063$ puan daha fazla aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası $.099$ 'dır. Bu değer, ortalama farkın dağılımının ne kadar değişken olduğunu göstermektedir. Bu farkın "p" değeri $.524$ ' dir. Bu değer $.05$ anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, kontrol grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir. Bu sonuç, kontrol grubunda özyeterlik puanlarında bir etki olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.6'e göre, deney grubunda ise ön test ve son test arasında ortalama fark $.012$ 'tir. Bu, deney grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak $.012$ puan daha az aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası $.099$ 'dır. Bu değer, ortalama farkın dağılımının ne kadar değişken olduğunu gösterir. Bu farkın "p" değeri $.900$ 'dir. Bu değer $.05$ anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, deney grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir. Bu sonuç, kontrol grubunda özyeterlik puanlarında bir etki olmadığını göstermektedir.



Şekil 3.2: Özyeterlik puanlarının gruplara göre değişimi

Şekil 3.2 incelendiğinde özyeterlik değişkenine ait kontrol ve deney gruplarına ait ön test-son test arasındaki değişim farklılık göstermektedir. Grup ve zaman değişkenlerinin birlikte kıyaslandığı Bonferroni testi sonuçlarına göre, çoklu gösterim ile zenginleştirilmiş öğretim alan deney grubunda özyeterlik puanları istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde düştüğü görülmektedir (Öntest Ort.= 3.7961 /Sontest Ort.= 3.836; $p=.900$). Öte yandan geleneksel öğretime tabi tutulan kontrol grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (Öntest Ort.= 3.6512 /Sontest Ort.= 3.7146; $p=.524$).

3.3 Motivasyon Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın “Çoklu gösterimlere dayalı elektrik devreleri ünitesi öğretiminin öğrencilerin motivasyonlarını nasıl etkiler?” alt problemine ilişkin olarak tüm çalışma grubuna ön test ve son test olarak üstbilgi testi uygulanmıştır. Buna göre üstbilgi testi ile ilgili tüm veriler Tablo 3.7, Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Şekil 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.7: Araştırma sürecinde motivasyon ölçümlerine ilişkin tanımlayıcı değerler

Ölçüm	Grup	Ort.	S	N
Ön Test	Kontrol Grubu	3.871	.435	35
	Deney Grubu	4.049	.441	35
Son Test	Kontrol Grubu	3.751	.557	35
	Deney Grubu	4.065	.439	35

Tablo 3.7’de, araştırma sürecinde öğrencilerin motivasyon düzeylerini ölçmek için uygulanan ön test ve son test puanlarının gruplara göre ortalamalarını (Ort.), standart sapmalarını (S) ve öğrenci sayılarını (N) göstermektedir. Tabloya göre, kontrol grubu öğrencilerinin ön testteki ortalama motivasyon puanı 3.871 iken, son testteki ortalama motivasyon puanı 3.751 olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin ise ön testteki ortalama motivasyon puanı 4.049 iken, son testteki ortalama motivasyon puanı 4.065 olduğu görülmektedir.

Tablo 3.8: Yapılan öğretimin motivasyon üzerine etkisinin belirlemeye yönelik yapılan karma desen ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	Sd.	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü	P
Zaman(Öğretim)	Sphericity Assumed	.096	1	.096	.767	.384	.011	.139
Hata(zaman)	Sphericity Assumed	8.541	68	.126				
Zaman * Grup	Sphericity Assumed	.162	1	.162	1.288	.260	.019	.201
Hata (zaman * Grup)	Sphericity Assumed	8.541	68	.126				

Tablo 3.8'e göre, zamanın ana etkisi anlamlı değildir [F (1, 68) =0.767, p=.384]. Bu sonuç, zamanın bağımlı değişken olan motivasyon üzerinde ortalama bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Yani, öntest-sontest olmak üzere uygulanan ölçümler arasında bağımlı değişken olan motivasyon üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmektedir. Zamanın etki büyüklüğü .011'tür. Bu değer çok düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .139 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için düşük bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

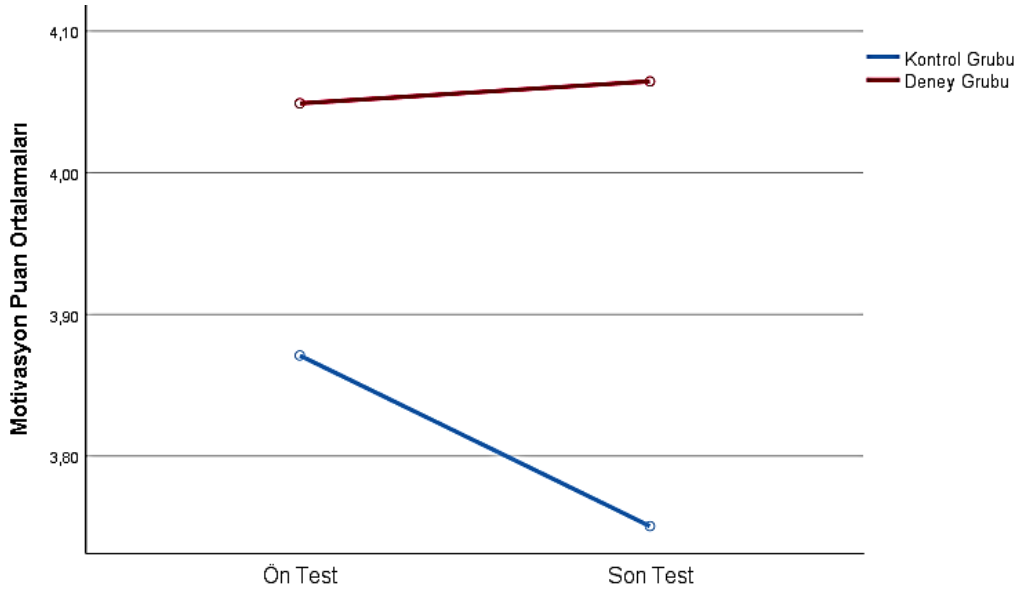
Tablo 3.8'e göre, zaman * grup etkisi ise anlamlı değildir (F (1, 68) =1.288, p=.260). Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının bağımlı değişken olan motivasyon üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir. Zaman * grup etkisinin etki büyüklüğü .019' dır. Bu değer çok düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Gözlemlenen güç (observed power-P) .201 çıkmıştır. Bu değer testin bu farkı tespit etmek için düşük bir güce sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.9: Grup içi yapılan motivasyon ölçümlerinin farklılıkları

Gruplar	Ölçüm	Ölçüm	Ort. Farkı	Sd.	p
Kontrol Grubu	Ön Test	Son Test	.120	.085	.160
	Son Test	Ön Test	-.120	.085	.160
Deney Grubu	Ön Test	Son Test	-.016	.085	.855
	Son Test	Ön Test	.016	.085	.855

Tablo 3.9'a göre, kontrol grubunda ön test ve son test arasında ortalama fark .120'dir. Bu, kontrol grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak .120 puan daha az puan aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası .085' dir. Bu değer, ortalama farkın dağılımının ne kadar değişken olduğunu göstermektedir. Bu farkın "p" değeri .160'tır. Bu değer .05 anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, kontrol grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir. Bu sonuç, kontrol grubunda motivasyon puanlarında bir etki olmadığını göstermektedir.

Tablo 3.9'a göre, deney grubunda ise ön test ve son test arasında ortalama fark $-.016$ 'tir. Bu, deney grubunun son testte ön teste göre ortalama olarak $.016$ puan daha fazla puan aldığı anlamına gelmektedir. Bu farkın standart hatası $.085$ 'tir. Bu değer, ortalama farkın dağılımının ne kadar değişken olduğunu göstermektedir. Bu farkın "p" değeri $.855$ 'tir. Bu değer $.05$ anlamlılık düzeyinden büyük olduğu için, deney grubunda ön test ve son test arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir. Bu sonuç, kontrol grubunda motivasyon puanlarında bir etki olmadığını göstermektedir.



Şekil 3.3: Motivasyon puanlarının gruplara göre değişimi

Şekil 3.3 incelendiğinde motivasyon değişkenine ait kontrol ve deney gruplarına ait ön test-sontest arasındaki değişim farklılık göstermektedir. Grup ve zaman değişkenlerinin birlikte kıyaslandığı Bonferroni testi sonuçlarına göre, çoklu gösterim ile zenginleştirilmiş öğretim alan deney grubunda motivasyon puanları istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde arttığı görülmektedir (Öntest Ort.= 4.0490 /Sontest Ort.= 4.0645; $p=.855$). Öte yandan geleneksel öğretime tabi tutulan kontrol grubundaki artış istatistiksel olarak anlamlı şekilde olmadığı görülmektedir (Öntest Ort.= 3.8710 /Sontest Ort.= 3.7505; $p=.160$).

3.4 Kavramsal Anlamaya İlişkin Bulgular

Bu bölümde kavramsal anlamaları ölçen Kavram Testi, Görüşme Formu ve Transfer Testi bulgularına yer verilecektir.

3.4.1 Kavram Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde, bulgular kavram testi soruları konu, kazanım ve kavramlar göz önünde bulundurularak ayrılan seri ve paralel bağlı devre çizimi, seri ve paralel bağlı devrelerde ampul parlaklığı ve elektrik akımı ile gerilim bağıntısı olmak üzere üç başlık altında toplanarak sunulmuştur.

Tablo 3.10: Kazanım testi sorularının dahil olduğu başlıklar

Başlıklar	Sorular
Seri ve Paralel Bağlı Devre Çizimini Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular	1, 7
Seri ve Paralel Bağlı Devrelerde Ampul Parlaklığını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular	2, 3
Elektrik Akımı ile Gerilim Bağıntısını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular	4, 5 ve 6

Tablo 3.10, araştırmada kullanılan kazanım testinin sorularının hangi başlıklar altında toplandığını göstermektedir. Tabloya göre, kazanım testi üç başlıktan oluşmaktadır. Bunlar seri ve paralel bağlı devre çizimini, seri ve paralel bağlı devrelerde ampul parlaklığını ve elektrik akımı ile gerilim bağıntısını ölçen sorulardır. Her başlık altında, o başlığa ilişkin soruların numaraları verilmiştir. Örneğin, seri ve paralel bağlı devre çizimini ölçen sorular 1 ve 7 numaralı sorular yer almaktadır.

3.4.1.1 Seri ve Paralel Bağlı Devre Çizimini Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular

Bu başlık altında seri ve paralel bağlı devre çizimini ölçmeyi amaçlayan 1. ve 7. soruların bulguları verilecektir.

1. Soruya ilişkin Bulgular

Bu bölümde, “Bir pil ve üç ampulden oluşan devreyi; ampulleri seri bağlayarak ve ampulleri paralel bağlayarak 2 farklı şekilde çiziniz.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest bulguları Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11: Kavram testi 1. soruya ilişkin bulgular

		DG (f)	KG (f)	Örnek	
Doğru	Ön Test	0	7		
	Son Test	21	19		
Yanlış	Ön Test	S	0	0	-
		P	2	3	
Yanlış	Son Test	S+P	0	0	-
		S	8	10	
		P	4	3	
	S+P	2	2		
	Ön Test	S	0	1	
Cevap yok	Ön Test	P	1	10	
		S+P	33	15	-
		Son Test	S	0	0
Cevap yok	Son Test	P	0	0	-
		S+P	1	2	-

Tablo 3.11’de sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “Bir pil ve üç ampulden oluşan devreyi; ampulleri seri bağlayarak ve ampulleri paralel bağlayarak 2 farklı şekilde çiziniz.” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (doğru cevap sayıları)

Grup	Ön Test	Son Test
Deney	0	21
Kontrol	7	19

Tablo 3.12’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci soruyu doğru cevaplayamamıştır. Son testte ise 21 öğrenci soruyu doğru cevaplamıştır. Kontrol grubunda ise ön testte 7 öğrenci soruyu doğru cevaplamıştır. Son testte ise 19 öğrenci soruyu doğru cevaplamıştır.

Deney ve kontrol gruplarının “Bir pil ve üç ampulden oluşan devreyi; ampulleri seri bağlayarak ve ampulleri paralel bağlayarak 2 farklı şekilde çiziniz.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplanma frekansları Tablo 3.13’te gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 3.13’te, “Seri” bölümünde sadece seri bağlamayı yanlış yapan öğrenciler, “Paralel” bölümünde sadece paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenciler, “Seri+Paralel” bölümünde ise her ikisini de yanlış yapan öğrenciler gösterilmiştir.

Tablo 3.13: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (yanlış cevap sayıları)

Grup	Ön Test	Son Test
Seri	Deney: 0	Deney: 8
	Kontrol: 0	Kontrol: 10
Paralel	Deney: 2	Deney: 4
	Kontrol: 3	Kontrol: 3
Seri+Paralel	Deney: 0	Deney: 2
	Kontrol: 0	Kontrol: 2

Tablo 3.13'ten görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci seri bağlamayı veya seri ve paralel bağlamayı yanlış yapmamıştır. Paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı ise 2'dir. Son testte ise seri bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı 8'e, paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı 4'e ve seri ve paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı da 2'ye çıkmıştır. Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci seri bağlamayı veya seri ve paralel bağlamayı yanlış yapmamıştır. Paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı ise 3'tür. Son testte ise seri bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı 10'a, paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı aynı kalmış (3) ve seri ve paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısı da 2'ye çıkmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının “Bir pil ve üç ampulden oluşan devreyi; ampulleri seri bağlayarak ve ampulleri paralel bağlayarak 2 farklı şekilde çiziniz.” sorusuna ilişkin cevap vermeyenler frekansları Tablo 3.14'te gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 3.14'te, “Seri” bölümünde sadece seri bağlamayı cevaplamayan öğrenciler, “Paralel” bölümünde sadece paralel bağlamayı cevaplamayan öğrenciler, “Seri+Paralel” bölümünde ise her ikisini de cevaplamayan öğrenciler gösterilmiştir.

Tablo 3.14: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (cevap vermeyenler)

Grup	Ön Test	Son Test
Seri	Deney: 0	Deney: 0
	Kontrol: 0	Kontrol: 0
Paralel	Deney: 1	Deney: 0
	Kontrol: 0	Kontrol: 0
Seri+Paralel	Deney: 33	Deney: 1
	Kontrol: 0	Kontrol: 0

Tablo 3.14' den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte seri bağlamayı veya paralel bağlamayı cevaplamayan öğrenci yoktur. Seri ve paralel bağlamayı birlikte cevaplamayan öğrenci sayısı ise 33'tür. Son testte ise seri bağlamayı veya paralel bağlamayı cevaplamayan öğrenci yoktur. Seri ve paralel bağlamayı cevaplamayan öğrenci sayısı ise 1'e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci yoktur. Son

testte ise yine soruyu cevaplamayan öğrenci yoktur. Bu bulgular, deney grubunun son testte ön teste göre daha fazla sayıda öğrencinin soruyu cevapladığını göstermektedir.

7. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, yanda bir elektrik devresi verilip “Yandaki elektrik devresinde bulunan lambaları birbirlerine göre seri-paralel durumlarını göstererek aşağıdaki boş elektrik devresine uygun şekilde ekleyiniz.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test bulguları Tablo 3.15’te sunulmuştur.

Tablo 3.15: Kavram testi 7. soruya ilişkin bulgular

	DG (f)	KG (f)	Örnek
Doğru	Ön Test	0	
	Son Test	6	
Yanlış	Ön Test	1	
	Son Test	25	
Cevap yok	Ön Test	35	
	Son Test	5	

Tablo 3.15’te sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolandırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki elektrik devresinde bulunan lambaları birbirlerine göre seri-paralel durumlarını gözeterek aşağıdaki boş elektrik devresine uygun şekilde ekleyiniz.” sorusuna ilişkin doğru cevaplanma frekansları Tablo 3.16’de gösterilmiştir.

Tablo 3.16: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 0	Deney: 6
	Kontrol: 0	Kontrol: 0

Tablo 3.16’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 0 iken, son testte bu sayı 6’ya yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 0 iken, son testte bu sayı aynı kalmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki elektrik devresinde bulunan lambaları birbirlerine göre seri-paralel durumlarını gözeterek aşağıdaki boş elektrik devresine uygun şekilde ekleyiniz.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplanma frekansları Tablo 3.17’de gösterilmiştir.

Tablo 3.17: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 1	Deney: 25
	Kontrol: 6	Kontrol: 27

Tablo 3.17’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 25’e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 6 iken, son testte bu sayı 27’e yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki elektrik devresinde bulunan lambaları birbirlerine göre seri-paralel durumlarını gözeterek aşağıdaki boş elektrik devresine uygun şekilde ekleyiniz.” sorusuna ilişkin cevap vermeyenlerin frekansları Tablo 3.18’de gösterilmiştir.

Tablo 3.18: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap yok	Deney: 35	Deney: 5
	Kontrol: 30	Kontrol: 9

Tablo 3.18’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 35 iken, son testte bu sayı 5’e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 30 iken, son testte bu sayı 9’a düşmüştür.

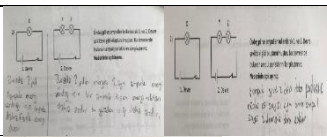
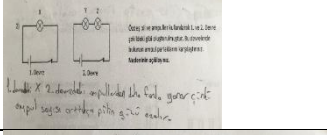
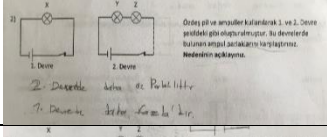
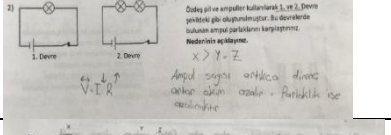
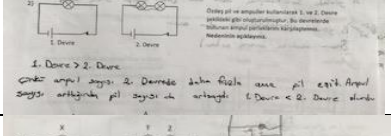
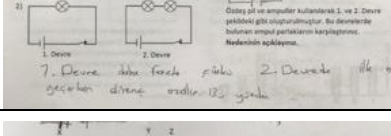
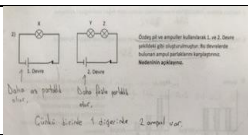
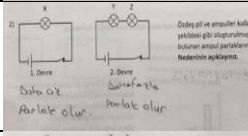
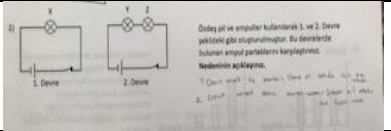
3.4.1.2 Seri ve Paralel Bağlı Devrelerde Ampul Parlaklığını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular

Bu başlık altında seri ve paralel bağlı devrelerde ampul parlaklığını ölçmeyi amaçlayan 2. ve 3. soruların bulguları verilecektir.

2. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, soruda 2 tane elektrik devresi verilerek “Özdeş pil ve ampuller kullanılarak 1. ve 2. Devre şekildeki gibi oluşturulmuştur. Bu devrelerde bulunan ampul parlaklarını karşılaştırınız. Nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test bulguları Tablo 3.19’da sunulmuştur.

Tablo 3.19: Kavram testi 2. soruya ilişkin bulgular

		DG(f)	KG(f)	DG(f)	KG(f)	Örnek		
Doğru	Ön Test	22	20	Açıklama	D	0	0	
					KD	20	1	
					Y	0	13	
					YOK	2	6	
	Son Test	23	28	Açıklama	D	10	5	
					KD	10	11	
					Y	1	5	
					YOK	2	7	
	Ön Test	3	13	Açıklama	D	0	0	
					KD	0	0	
					Y	3	11	
					YOK	0	2	
Son Test	9	4	Açıklama	D	1	0		
				KD	0	0		
				Y	6	4		

Tablo 3.19: (devam)

	DG(f)	KG(f)	DG (f)	KG (f)	Örnek
Yanlış		Açıklam a	YOK 2	0	
Cevap yok	Ön Test 11	3	D	0	0
			KD	0	0
			Y	0	0
			YOK	11	3
	Son Test 4	4	D	0	0
			KD	0	0
			Y	0	0
			YOK	4	4

Tablo 3.19’da sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “Özdeş pil ve ampuller kullanılarak 1. ve 2. Devre şekildeki gibi oluşturulmuştur. Bu devrelerde bulunan ampul parlaklıklarını karşılaştırınız. Nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.20’de gösterilmiştir.

Tablo 3.20: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 22	Deney: 23
	Kontrol: 20	Kontrol: 28
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 10
	KD: 20	KD: 10
	Y: 0	Y: 1
	YOK: 2	YOK: 2
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 20	KD: 28
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 0	YOK: 0

Tablo 3.20’de görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 22 iken, son testte 23’e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 20 iken, son testte 28’e yükselmiştir.

Tablo 3.20’e göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini kısmen doğru açıklayan öğrenci sayısı ise 20’dir. Yanlış açıklama yapan öğrenci yokken, açıklama yapmayan öğrenci sayısı 2’dir. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 10’a yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru açıklayan öğrenci sayısı 10’a düşmüştür. Yanlış açıklama yapan öğrenci sayısı 1’dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise aynı kalmıştır (2). Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Sorunun nedenini kısmen doğru açıklayan öğrenci sayısı ise 20’dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Son testte ise sorunun nedenini doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini kısmen doğru açıklayan öğrenci sayısı ise 28’e yükselmiştir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur.

Deney ve kontrol gruplarının “Özdeş pil ve ampuller kullanılarak 1. ve 2. Devre şekildeki gibi oluşturulmuştur. Bu devrelerde bulunan ampul parlaklarını karşılaştırınız. Nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplama frekansları Tablo 3.21’de gösterilmiştir.

Tablo 3.21: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 3	Deney: 9
	Kontrol: 13	Kontrol: 4
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 1
	KD: 0	KD: 0
	Y: 3	Y: 6
	YOK: 0	YOK: 2
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 11	Y: 4
	YOK: 2	YOK: 0

Tablo 3.21’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 3 iken, son testte 9’a yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 13 iken, son testte 4’e düşmüştür.

Tablo 3.21’e göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 3’tür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 1’e yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 2’ye çıkmıştır. Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 11’dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 2’dir. Son testte ise hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 4’e düşmüştür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur.

Deney ve kontrol gruplarının “Özdeş pil ve ampuller kullanılarak 1. ve 2. Devre şekildeki gibi oluşturulmuştur. Bu devrelerde bulunan ampul parlaklarını karşılaştırınız. Nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin cevap vermeme frekansları Tablo 3.22’de gösterilmiştir.

Tablo 3.22: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap Vermeyen	Deney: 11	Deney: 4
	Kontrol: 3	Kontrol: 4
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 11	YOK: 4
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 3	YOK: 4

Tablo 3.22’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu cevaplamayan öğrenci sayısı 11 iken, son testte 4’e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu cevaplamayan öğrenci sayısı 3 iken, son testte 4’e yükselmiştir.

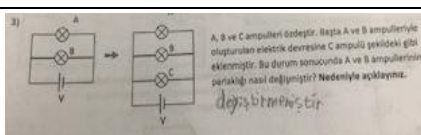
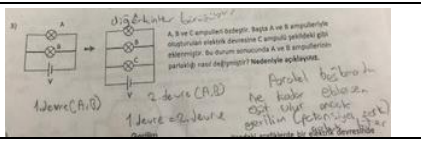
Tablo 3.22’ye göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 11’dir. Son testte ise yine hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 4’e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 3’ tür. Son testte ise yine hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise aynı kalmıştır (4). Bu sonuçlar, deney ve kontrol gruplarının açıklama frekanslarında farklılık olmadığını göstermektedir.

3. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, “A, B ve C ampulleri özdeşdir. Başta A ve B ampullerinin paralel bağlanmasıyla oluşturulan elektrik devresine C ampulü paralel şekilde gibi eklenmiştir. Bu durum sonucunda A ve B ampullerinin parlaklığı nasıl değişmiştir? Nedeniyle açıklayınız.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest bulguları Tablo 3.23’te sunulmuştur.

Tablo 3.23: Kavram testi 3. soruya ilişkin bulgular

	DG(f)	KG(f)	DG(f)	KG(f)	Örnek		
Doğru	Ön Test	0	Açıklama	D	0	0	
				KD	0	0	
				Y	0	0	
				YOK	0	0	
	Son Test	14	10	Açıklama	D	13	7
					KD	0	0
					Y	0	0
					YOK	1	3



Tablo 3.23 (devam)

	DG(f)	KG(f)	DG(f)	KG(f)	Örnek		
Yanlış	Ön Test	17	24	D	0	0	
				KD	0	0	
				Y	17	19	
	Son Test	16	15	YOK	0	5	
				D	2	0	
				KD	0	0	
Cevap yok	Ön Test	19	12	Y	14	6	
				YOK	0	9	
				D	0	0	
Cevap yok	Son Test	6	11	KD	0	0	
				Y	0	0	
				YOK	19	12	
				YOK	6	11	

Tablo 3.23'te sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “A, B ve C ampulleri özdeşdir. Başta A ve B ampullerinin paralel bağlanmasıyla oluşturulan elektrik devresine C ampülü paralel şekilde gibi eklenmiştir. Bu durum sonucunda A ve B ampullerinin parlaklığı nasıl değişmiştir? Nedeniyle açıklayınız.” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.24'te gösterilmiştir.

Tablo 3.24: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 0	Deney: 14
	Kontrol: 0	Kontrol: 10
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 13
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 0	YOK: 1
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 0	YOK: 0

Tablo 3.24’te görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 0 iken, son testte 14’e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 0 iken, son testte 10’a yükselmiştir.

Tablo 3.24’e göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan veya hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 13’e yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 1’dir. Kontrol grubunda ise ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır.

Deney ve kontrol gruplarının “A, B ve C ampulleri özdeştir. Başta A ve B ampullerinin paralel bağlanmasıyla oluşturulan elektrik devresine C ampulü paralel şekilde gibi eklenmiştir. Bu durum sonucunda A ve B ampullerinin parlaklığı nasıl değişmiştir? Nedeniyle açıklayınız.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplama frekansları Tablo 3.25’te gösterilmiştir.

Tablo 3.25: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 17	Deney: 16
	Kontrol: 24	Kontrol: 15
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 2
	KD: 0	KD: 0
	Y: 17	Y: 14
	YOK: 0	YOK: 0
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 19	Y: 6
YOK: 5	YOK: 9	

Tablo 3.25'te görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 17 iken, son testte 16'ya düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 24 iken, son testte 15'e düşmüştür.

Tablo 3.25'e göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 17'dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 2'ye yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan veya hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Kontrol grubunda ise ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ön testte 19 iken, son testte 6'ya düşmüştür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 5 iken, son testte 9'a yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının "A, B ve C ampulleri özdeştir. Başta A ve B ampullerinin paralel bağlanmasıyla oluşturulan elektrik devresine C ampulü paralel şekilde gibi eklenmiştir. Bu durum sonucunda A ve B ampullerinin parlaklığı nasıl değişmiştir? Nedeniyle açıklayınız." sorusuna ilişkin cevap vermeme frekansları Tablo 3.26'da gösterilmiştir.

Tablo 3.26: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap yok	Deney: 19	Deney: 6
	Kontrol: 12	Kontrol: 11
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 19	YOK: 6
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 12	YOK: 11

Tablo 3.26’da görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı 19 iken, son testte 6’ya düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı 12 iken, son testte 11’e düşmüştür. Bu sonuçlar, deney ve kontrol gruplarının cevaplanmayan soru frekanslarında azalış olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.26’a göre deney grubunda ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı ön testte 19 iken, son testte 6’ya düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı ise ön testte 12 iken, son testte 11’e düşmüştür.

3.4.1.3 Elektrik Akımı ile Gerilim Bağlantısını Ölçen Sorulara İlişkin Bulgular

Bu başlık altında elektrik akımı ile gerilim bağlantısını ölçmeyi amaçlayan 4., 5. ve 6. soruların bulguları verilecektir.

4. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III numaralı ampullerde oluşan akım ve gerilim (potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test bulguları Tablo 3.27’de sunulmuştur.

Tablo 3.27: Kavram testi 4. soruya ilişkin bulgular

	DG (f)	KG (f)	DG (f)	KG (f)	Örnek	
Doğru	Ön Test 1	2	D	0	0	
			KD	0	0	
			Y	0	1	
			YOK	1	1	
			D	4	2	
	Son Test 10	5	KD	0	0	
			Y	0	0	
			YOK	6	3	
			D	0	0	
			KD	0	0	
Yanlış	Ön Test 11	7	D	0	0	
			KD	0	0	
			Y	1	3	
			YOK	10	4	
			D	1	0	
	Son Test 9	11	D	1	0	
			KD	1	0	
			Y	5	3	
			YOK	2	8	
			D	0	0	

Tablo 3.27 (devam)

		DG (f)	KG (f)		DG (f)	KG (f)	Örnek
Cevap yok	Ön Test	24	27	Açıklama	D	0	0
					KD	0	0
					Y	0	0
					YOK	24	27
	Son Test	17	20	Açıklama	D	0	0
					KD	0	0
					Y	0	0
					YOK	17	20

Tablo 3.27’te sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III numaralı ampullerde oluşan akım ve gerilim (potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.28’de gösterilmiştir.

Tablo 3.28: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 1	Deney: 10
	Kontrol: 2	Kontrol: 5
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 4
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 1	YOK: 6
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 2
	KD: 0	KD: 0
	Y: 1	Y: 0
	YOK: 1	YOK: 3

Tablo 3.28’de görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte 10’ a yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 2 iken, son testte 5’ e düşmüştür.

Tablo 3.28’e göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış veya hiç açıklamayan öğrenci yoktur. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 4’e yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan veya hiç açıklama yapmayan öğrenci yoktur. Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı 1’ dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 1’ dir. Son testte ise sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış veya hiç açıklamayan öğrenci yoktur.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III numaralı ampullerde oluşan akım ve gerilim (potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız” sorusuna ilişkin yanlış cevaplama frekansları Tablo 3.29’da gösterilmiştir.

Tablo 3.29: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 11	Deney: 9
	Kontrol: 7	Kontrol: 11
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 1
	KD: 0	KD: 1
	Y: 1	Y: 5
	YOK: 10	YOK: 2
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 3	Y: 3
	YOK: 4	YOK: 8

Tablo 3.29’da görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 11 iken, son testte 9’ a düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 7 iken, son testte 11’ e yükselmiştir.

Tablo 3.29’a göre deney grubunda ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 1’ dir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 10’dur. Son testte ise sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 1’dir. Sorunun nedenini kısmen doğru açıklayan öğrenci sayısı ise 1’dir. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 5’tir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 2’dir. Kontrol grubunda ise ön testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayamamıştır. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 3’tür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 4’tür. Son testte ise sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı ise 3’tür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise 8’tir.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III numaralı ampullerde oluşan akım ve gerilim (potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız” sorusuna ilişkin cevap vermeme frekansları Tablo 3.30’da gösterilmiştir.

Tablo 3.30: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap yok	Deney: 24	Deney: 17
	Kontrol: 27	Kontrol: 20
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 24	YOK: 17
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 27	YOK: 20

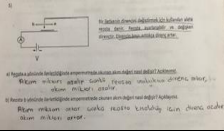
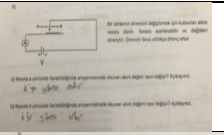
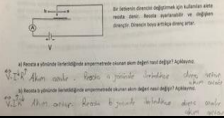
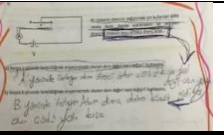
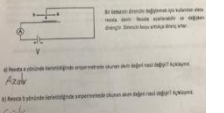
Tablo 3.30’da görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı 24 iken, son testte 17’ye düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı 27 iken, son testte 20’ye düşmüştür.

Tablo 3.30’a göre deney grubunda ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı ön testte 24 iken, son testte 17’ye düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön ve son testte hiçbir öğrenci sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayamamıştır. Soruya hiç cevap vermeyen öğrenci sayısı ise ön testte 27 iken, son testte 20’ye düşmüştür.

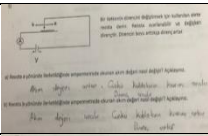
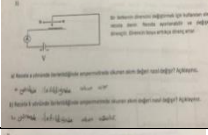
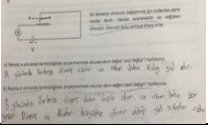
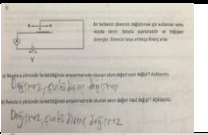
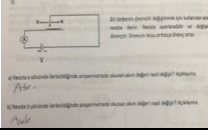
5. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, bir reosta şekli verilerek “a) Reosta a yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız. b) Reosta b yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve sontest bulguları Tablo 3.31’de sunulmuştur.

Tablo 3.31: Kavram testi 5. soruya ilişkin bulgular

	DG (f)	KG (f)	DG (f)	KG (f)	Örnek	
Doğru	Ön Test 1	4	D	1	0	
			KD	0	0	
	Y		0	0		
	YOK		0	4		
Doğru	Son Test 15	6	D	13	0	
			KD	0	0	
	Y		1	0		
	YOK		1	6		

Tablo 3.31: (devam)

	DG (f)	KG (f)	DG (f)	KG (f)	Örnek		
Yanlış	Ön Test	3	8	D	0	0	
				KD	0	0	
				Y	1	2	
				YOK	2	6	
				D	2	0	
				KD	0	0	
	Son Test	5	10	Y	2	1	
				YOK	1	9	
				D	0	0	
				KD	0	0	
Cevap yok	Ön Test	32	24	D	0	0	
				KD	0	0	
				Y	0	0	
				YOK	32	24	
	Son Test	16	18	D	0	0	
				KD	0	0	
				Y	0	0	
				YOK	16	18	

Tablo 3.31’de sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “a) Reosta a yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız. b) Reosta b yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.32’de gösterilmiştir.

Tablo 3.32: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 4	Deney: 15
	Kontrol: 1	Kontrol: 6
Açıklama	Deney: D: 1	Deney: D: 13
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 1
	YOK: 3	YOK: 1
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 1	YOK: 6

Tablo 3.32’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 4 iken, son testte bu sayı 15’e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 6’ya yükselmiştir.

Tablo 3.32’e göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 13’e yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 3 iken, son testte 1’e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 1 iken, son testte 6’ya yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının “a) Reosta a yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız. b) Reosta b yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplama frekansları Tablo 3.33’te gösterilmiştir.

Tablo 3.33: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamalar)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 3	Deney: 5
	Kontrol: 8	Kontrol: 10
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 2
	KD: 0	KD: 0
	Y: 1	Y: 2
	YOK: 2	YOK: 1
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 2	Y: 1
	YOK: 6	YOK: 9

Tablo 3.33'ten görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 3 iken, son testte bu sayı 5' e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 8 iken, son testte bu sayı 10' a yükselmiştir.

Tablo 3.33'e göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 2' ye yükselmiştir. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 2 iken, son testte 1' e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı 2 iken, son testte bu sayı 1'e düşmüştür. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 6 iken, son testte 9'a yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının “a) Reosta a yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız. b) Reosta b yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.” sorusuna ilişkin cevap vermeme frekansları Tablo 3.34'te gösterilmiştir.

Tablo 3.34: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap Yok	Deney: 32	Deney: 16
	Kontrol: 24	Kontrol: 18
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 32	YOK: 16
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 24	YOK: 18

Tablo 3.34'ten görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 32 iken, son testte bu sayı 16' ya düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 24 iken, son testte bu sayı 18' e düşmüştür.

Tablo 3.34'e göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 32 iken, son testte 16' ya düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 24 iken, son testte 18'e düşmüştür.

6. Soruya İlişkin Bulgular

Bu bölümde, “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III ampullerinde oluşan akım ve gerilim(potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığımız sıralamanın nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test bulguları Tablo 3.35'te sunulmuştur.

Tablo 3.35: Kavram testi 6. soruya ilişkin bulgular

	DG (f)	KG (f)	DG (f)	KG (f)	Örnek		
Doğru	3	1	Açıklama	D	1	0	
				KD	0	0	
				Y	1	0	
Son Test	14	7	Açıklama	YOK	1	1	
				D	11	2	
				KD	0	0	
Yanlış	9	7	Açıklama	YOK	3	5	
				D	0	0	
				KD	0	0	
Ön Test	9	7	Açıklama	Y	1	2	
				YOK	8	5	
				D	1	0	
Son Test	5	8	Açıklama	KD	0	0	
				Y	1	2	
				YOK	3	6	

Tablo 3.35: (devam)

	DG (f)	KG (f)		DG (f)	KG (f)	Örnek	
Cevap yok	Ön Test	24	28	Açıklama	D	0	0
					KD	0	0
					Y	0	0
					YOK	24	28
	Son Test	17	21	Açıklama	D	0	0
					KD	0	0
					Y	0	0
					YOK	17	21

Tablo 3.35’te sunulan bulgular, verilen cevaplara göre doğru cevaplar, yanlış cevaplar ve cevap yok olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular ayrı ayrı tablolaştırılarak sunulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III ampullerinde oluşan akım ve gerilim(potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin doğru cevaplama frekansları Tablo 3.36’de gösterilmiştir.

Tablo 3.36: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (doğru cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Doğru	Deney: 3	Deney: 14
	Kontrol: 1	Kontrol: 7
Açıklama	Deney: D: 1	Deney: D: 11
	KD: 0	KD: 0
	Y: 1	Y: 0
	YOK: 1	YOK: 3
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 2
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 1	YOK: 5

Tablo 3.36’den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 3 iken, son testte bu sayı 14’e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu doğru cevaplayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 7’ye yükselmiştir.

Tablo 3.36'a göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru açıklayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı 11'e yükselmiştir. Sorunun nedenini kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 1 iken, son testte 3'e yükselmiştir. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci de yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 1 iken, son testte 5'e yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III ampullerinde oluşan akım ve gerilim(potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin yanlış cevaplama frekansları Tablo 3.37'de gösterilmiştir.

Tablo 3.37: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (yanlış cevaplar ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Yanlış	Deney: 9	Deney: 5
	Kontrol: 7	Kontrol: 8
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 1
	KD: 0	KD: 0
	Y: 1	Y: 1
	YOK: 8	YOK: 3
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 2	Y: 2
	YOK: 5	YOK: 6

Tablo 3.37'den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 9 iken, son testte bu sayı 5'e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruyu yanlış cevaplayan öğrenci sayısı 7 iken, son testte bu sayı 8'e yükselmiştir.

Tablo 3.37'e göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı 1 iken, son testte bu sayı aynı kalmıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 8 iken, son testte 3'e düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklayan öğrenci yoktur. Sorunun nedenini yanlış açıklayan öğrenci sayısı 2 iken, son testte bu sayı aynı kalmıştır. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 5 iken, son testte 6'ya yükselmiştir.

Deney ve kontrol gruplarının “Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III ampullerinde oluşan akım ve gerilim(potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.” sorusuna ilişkin cevap vermeme frekansları Tablo 3.38'de gösterilmiştir.

Tablo 3.38: Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test sonuçları (cevap vermeyenler ve açıklamaları)

Grup	Ön Test	Son Test
Cevap yok	Deney: 24	Deney: 17
	Kontrol: 28	Kontrol: 21
Açıklama	Deney: D: 0	Deney: D: 0
	KD: 0	KD: 0
	Y: 0	Y: 0
	YOK: 24	YOK: 17
	Kontrol: D: 0	Kontrol: D: 0
	KD: 0	KD: 0
Açıklama	Y: 0	Y: 0
	YOK: 28	YOK: 21

Tablo 3.38'den görüldüğü gibi, deney grubunda ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 24 iken, son testte bu sayı 17'ye düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte soruya cevap vermeyen öğrenci sayısı 28 iken, son testte bu sayı 21'e düşmüştür.

Tablo 3.38'e göre deney grubunda ön testte sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 24 iken, son testte 17'ye düşmüştür. Kontrol grubunda ise ön testte sorunun nedenini doğru, kısmen doğru veya yanlış açıklayan öğrenci yoktur. Hiç açıklama yapmayan öğrenci sayısı ise ön testte 28 iken, son testte 21'e düşmüştür.

3.4.2 Görüşme Formuna İlişkin Bulgular

Görüşme formu deney grubundan rastgele seçilen 3 öğrenciye uygulanmıştır. Yazılı olarak uygulanan görüşme formundan alınan veriler soru soru tablollaştırılmıştır. Tablolarda doğrudan öğrenci cevapları kullanılmıştır.

3.4.2.1 1. Soruya İlişkin Bulgular

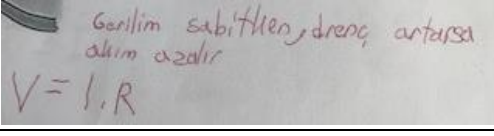
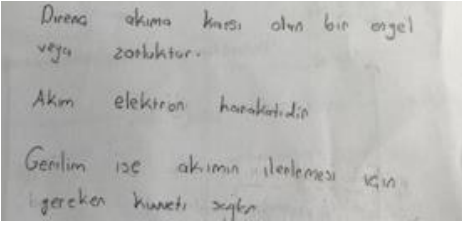
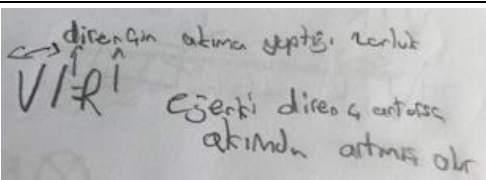


Resimde akım, gerilim ve direnç kavramları hakkında ne anlatılmak istenmiştir? Açıklayınız.

Şekil 3.4: Görüşme formunun 1. Sorusu

Görüşme formunun 1. Sorusunda öğrencilerden sorudaki resmi yorumlamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.39'da verilmiştir.

Tablo 3.39: Görüşme formu 1. soruya ilişkin bulgular

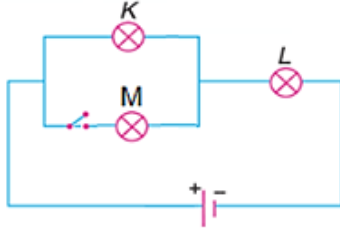
Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

1. Soruda öğrencilerin soruda bulunan görseli açıklamaları istenmiştir. Tablo 3.39’da verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik akımı konusuna ilişkin akım, gerilim ve direnç kavramlarını açıklama becerileri aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, akım, gerilim ve direnç kavramlarını tanımlamakta zorlandığını ve sadece bir formül yazdığını göstermektedir. Çünkü görselde gerilim sabitken direnç artarsa akım azalır durumu gösterilmemiştir. Ayrıca formülün ne anlama geldiği de açıklanmamıştır.
- D16 kodlu öğrenci, akım, gerilim ve direnç kavramlarını doğru bir şekilde tanımladığını ve görseldeki durumu anladığını göstermektedir. Çünkü görselde direnç-akım-gerilim ilişkisi görülmektedir.
- D18 kodlu öğrenci, akım, gerilim ve direnç kavramlarını tanımlamakta zorlandığını ve yanlış bir yorum yaptığını göstermektedir. Çünkü direnç arttıkça akım azalır, artmaz. Ayrıca gerilim kavramına da değinilmemiştir.

Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik akımı konusuna ilişkin akım, gerilim ve direnç kavramlarını açıklama becerilerine etkisi farklılık olduğunu göstermektedir.

3.4.2.2 2. Soruya İlişkin Bulgular



Şekildeki devrede bulunan K, L ve M ampulleri özdeşdir. Anahtarın açık olduğu devrede, anahtar kapatıldığında ampullerin parlaklığı hakkında neler söyleyebilirsin.

Şekil 3.5: Görüşme formunun 2. Sorusu

Görüşme formunun 2. Sorusunda öğrencilerden devrede bulunan ampullerin parlaklık değişimlerini yorumlamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.40'ta verilmiştir.

Tablo 3.40: Görüşme formu 2. Soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	$K=M > L$
D16	Anahtar Kapatıldığında = $L > K = M$
D18	Anahtar açıldıkten $K=M$ eşit olur çünkü K 2 volt alır sonra bu iki volt L ye gider Anahtar kapalı iten $K=M$ eşit olur ikisi 2 volt alır L 4 olur

2. Soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili 3 ampul 1 pil olan elektrik devresi çizilmiş. Öğrencilere ders sonrası bu soru yöneltilmiştir. Tablo 3.40'daki verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında yaptıkları yorumlar aşağıda analiz edilmiştir.

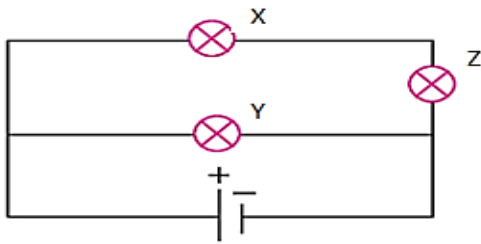
- D4 kodlu öğrenci, ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında yanlış bir yorum yaptığını göstermektedir. Çünkü anahtar kapalı iken K ve M ampulleri paralel bağlandığı için aynı akımı alır ve aynı parlaklıkta yanarlar. Ancak L ampülü ana kolda

olduğu için daha fazla akım alır ve daha parlak yanar. Yani doğru yorum $L > K = M$ olmalıdır.

- D16 kodlu öğrenci, ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında doğru bir yorum yaptığını göstermektedir. Çünkü anahtar kapalı iken K ve M ampulleri paralel bağlandığı için aynı akımı alır ve aynı parlaklıkta yanarlar. Ancak L ampülü ana kolda olduğu için daha fazla akım alır ve daha parlak yanar.
- D18 kodlu öğrenci, ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında kısmen doğru bir yorum yaptığını göstermektedir. Çünkü anahtarın durumuna göre yapılan Volt yorumu yanlış olup bölünen akım yorumu yapılmalıydı.

Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında yaptıkları yorumlara etkisi farklılık göstermektedir.

3.4.2.3 3. Soruya İlişkin Bulgular



Yandaki elektrik devresinde bulunan ampullerinin birbirlerine bağlanma şekillerinden bahseder misiniz?

Şekil 3.6: Görüşme formu 3. Sorusu

Görüşme formunun 3. Sorusunda öğrencilerden sorudaki ampullerin bağlanma şekillerini yorumlamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.41’de verilmiştir.

Tablo 3.41: Görüşme formu 3. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	X ve y birbirine paralel z onlara göre seri bağlanmıştır
D16	X ve Z birbirine seri Y ise Y ve Z ye göre paralel bağlanmıştır
D18	X ve Y paralel Y ve Z Seri X ve Z Seri

3. Soruda elektrik devreleri kavramları ile ilgili bir elektrik devresi verilmiş, ampullerin birbirine bağlanma şekillerinden bahsetmeleri istenmiştir. Öğrencilere ders sonrası bu soru yöneltilmiştir. Tablo 3.41’de verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ampullerin bağlanma şekillerini tanımlama becerileri aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, ampullerin bağlanma şekillerini tanımlamakta zorlandığını ve yanlış bir tanım yaptığını göstermektedir. Çünkü X ve Y ampulleri birbirine paralel değil, X ve Z ampulleri birbirine seri bağlanmıştır.
- D16 kodlu öğrenci, ampullerin bağlanma şekillerini doğru bir şekilde tanımladığını göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, ampullerin bağlanma şekillerini kısmen doğru bir şekilde tanımladığını göstermektedir. Çünkü X ve Y paralel değil, X ve Z seri bağlanmıştır.

Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili ampullerin bağlanma şekillerini tanımlama becerilerine etkisi farklılık göstermektedir.

3.4.2.4 4. Soruya İlişkin Bulgular

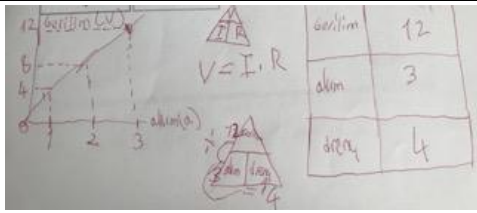
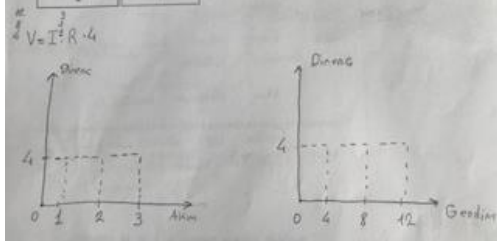
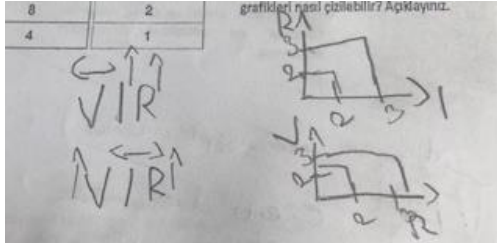
Gerilim (V)	Akım (A)
12	3
8	2
4	1

Yandaki tabloda bir elektrik devresine verilen gerilim ve buna bağlı olarak devrede oluşan akım değerleri verilmiştir. Buna göre Direnç-Akım ve Direnç-Gerilim grafikleri nasıl çizilebilir? Açıklayınız.

Şekil 3.7: Görüşme formunun 4. Sorusu

Görüşme formunun 4. Sorusunda öğrencilerden verileri uygun bir şekilde tablo temsilinden grafik temsiline transfer etmeleri istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.42’de verilmiştir.

Tablo 3.42: Görüşme formu 4. soruya ilişkin bulgular

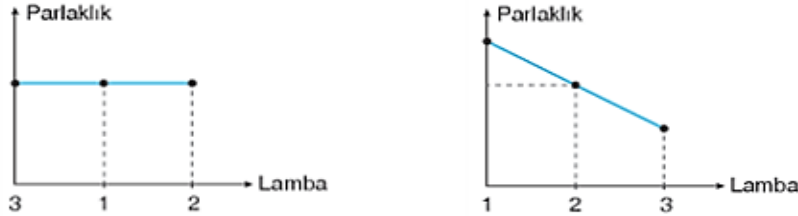
Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

4. soruda elektrik devreleri kavramları ile ilgili bir gerilim ve akım değerleri verilmiş, bu değerlerden direnç hesaplanıp direnç-gerilim ve direnç-akım grafikleri çizmeleri istenmiştir. Tablo 3.42’de verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin tablo okuma, hesap yapabilme ve verileriyle grafik çizme becerileri aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, hesaplama yaparken üçgen görsel gösteriminden yararlanarak direnci doğru hesaplamıştır. Ancak istenen grafikler yerine değerleri tabloda verilen akım-gerilim grafiği çizmiştir. Bu grafiği de doğru çizmiştir.
- D16 kodlu öğrenci, direnci hesaplarken formül gösteriminden yararlanmıştır. Direnç-akım direnç-gerilim olarak iki grafiği de doğru çizmiştir.
- D18 kodlu öğrenci, direnci hesaplarken formül gösterimi kullanmış ancak, formülü üzerindeki kavramlar arasında orantı kurmak için kullanmıştır. Bu yüzden grafiği farklı değerler ile çizmeye çalışmış ancak başarısız olmuştur.

Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını farklı gösterim türleri ile hesap yapabilme ve grafiklerle kullanabilme becerilerine etkisi olduğunu göstermektedir.

3.4.2.5 5. Soruya İlişkin Bulgular



3' er özdeş lamba ve 1' er özdeş pilden oluşan 2 devrede bulunan lamba parlaklığının her lamba takıldığındaki parlaklık durumları verilmiştir. Buna göre devreleri çiziniz.

Şekil 3.8: Görüşme formunun 5. Sorusu

Görüşme formunun 5. Sorusunda öğrencilerden grafiklerde olan verilere elektrik devreleri çizmeleri istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.43'te verilmiştir.

Tablo 3.43: Görüşme formu 5. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

5. soruda elektrik devreleri kavramları ile ilgili ampul parlaklığını gösteren iki grafik verilmiş ve soru doğrultusunda bu grafiklerin yorumlanarak uygun elektrik devreleri çizmeleri istenmiştir. Tablo 3.43'te verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin grafik okuma ve yorumlama bu doğrultuda devre çizebilme becerileri aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, sadece ikinci grafiğe uygun elektrik devresi çimiştir. Ampullerin seri bağlanmasında lamba parlaklığının azalacağını bilmektedir. Birinci grafiğe uygun devre çizmediğinden yorum yapılamamaktadır.
- D16 kodlu öğrenci, her iki grafiğe uygun doğru elektrik devrelerini çizebilmiştir. Bunun yanında çizdiği devreleri akım-direnç bağıntısını kullanarak açıklayabilmiştir.
- D18 kodlu öğrenci, her iki grafiğe uygun doğru elektrik devrelerini çizebilmiştir. Ancak herhangi bir açıklama yapmamıştır.

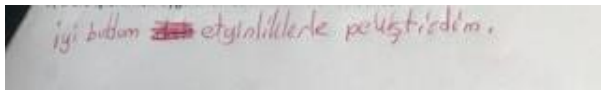
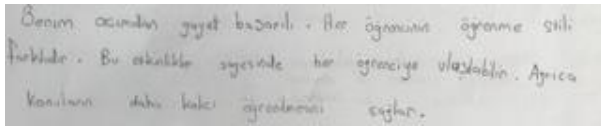
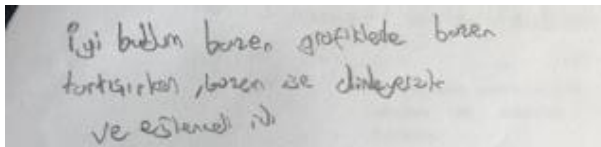
Bu analizlerden de görüleceği gibi, öğrenciler grafik gösterimini doğru yorumlayıp devreleri D4 kodlu öğrenci eksik de olsa doğru bir şekilde çizebilmiştir. Açıklama konusunda öğrencilerin geneli doğru açıklama yapabilmiştir. Farklı gösterim türlerini kullanarak devreleri çizebildiklerini göstermektedir.

3.4.2.6 6. Soruya İlişkin Bulgular

6) Ders işlenirken uygulanan etkinlikleri nasıl buldunuz?

Görüşme formunun 6. Sorusunda öğrencilerden çoklu gösterimler hakkındaki düşüncelerini yazmaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.44'te verilmiştir.

Tablo 3.44: Görüşme formu 6. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

6. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili ders işlenirken uygulanan etkinlikleri nasıl buldukları incelenmiştir. Tablo 3.44’te verilen cevaplara göre öğrencilerin hepsinin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ders işlenirken uygulanan etkinlikleri iyi buldukları görülmüştür.

- D4 kodlu öğrenci, uygulanan etkinliklerden memnun olduğunu ve bunların konuyu pekiştirmesine yardımcı olduğunu göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, uygulanan etkinlikleri çok başarılı bulunduğunu ve bunların farklı öğrenme stillerine hitap ettiğini ve konuların kalıcılığını arttırdığını göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, uygulanan etkinlikleri iyi bulunduğunu ve bunların farklı gösterimlerle konuyu anlamasına katkı sağladığını göstermektedir.

Bu cevaplardan da görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili ders işlenirken uygulanan etkinlikleri olumlu yönde değerlendirdikleri söylenebilir.

3.4.2.7 7. Soruya İlişkin Bulgular

7) Sizce bu etkinlikler elektrik devreleri kavramlarını anlamınıza yardımcı oldu mu? Neden?

Görüşme formunun 7. Sorusunda öğrencilerden, elektrik devreleri konusunu daha iyi anlamalarına yardımcı olan çoklu gösterimlerin ne kadar faydalı olduğunu yazmaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.45’te verilmiştir.

Tablo 3.45: Görüşme formu 7. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	7) Sizce bu etkinlikler elektrik devreleri kavramlarını anlamınıza yardımcı oldu mu? Neden? Yardımcı oldu konuyu derinleştiren sadece bu etkinliklere teknen ettim ve daha iyi anladım.
D16	Evet oldu. Fen dersini gündümden bu yana bir konu müfredatında memnun değilim son inceleme olduğu için iyi anladığıma göre de sadece bu etkinlikler. Bunun yanı sıra anlatılan şekli çok güzelim. Bu tür etkinlikler her dersimizi güzelleştirir hem de kavrayışımızı artırır.
D18	Evet oldu kavramların anlaşılmasını kolaylaştırıyor.

7. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili uygulanan etkinliklerin konuyu anlamalarına yardımcı olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 3.45'te verilen cevaplara göre öğrencilerin hepsinin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin uygulanan etkinliklerin konuyu anlamalarına yardımcı olduğunu düşündükleri görülmüştür.

- D4 kodlu öğrenci, uygulanan etkinlikler sayesinde konuyu pekiştirdiğini ve daha iyi anladığını göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, uygulanan etkinlikler sayesinde konuya karşı olan eksikliklerini ve sıkıntılarını giderdiğini ve konuyu rahatça anladığını göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, uygulanan etkinlikler sayesinde kavramları daha kolay anladığını göstermektedir.

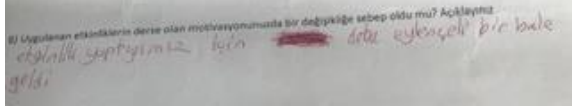
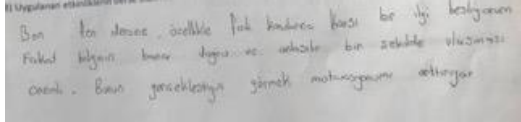
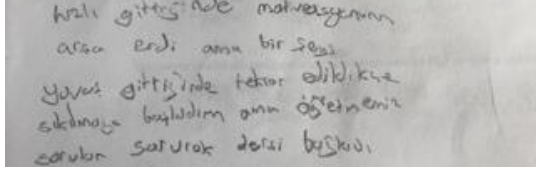
Bu cevaplardan da görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını anlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir.

3.4.2.8 8. Soruya İlişkin Bulgular

8) Uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonunuzda bir değişikliğe sebep oldu mu? Açıklayınız.

Görüşme formunun 8. Sorusunda öğrencilerden, çoklu gösterimler ile yapılan öğretimin derse olan motivasyonlarında değişikliğe sebep olup olmadığını açıklamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.46'da verilmiştir.

Tablo 3.46: Görüşme formu 8. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

8. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonlarına etkisi incelenmiştir. Tablo 3.46’da verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonlarına etkisi aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, uygulanan etkinliklerden zevk aldığını ve bunun da derse olan motivasyonunu arttırdığını göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, fen dersine ve fizik konularına karşı zaten ilgili olduğunu ancak çoklu gösterimler tekniği ile bilginin daha doğru ve anlaşılır bir şekilde aktarıldığını ve bunun da derse olan motivasyonunu daha da arttırdığını göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, uygulanan etkinliklerden hızlı giden kısımlarında daha çok motive olduğunu ancak yavaş giden ve tekrar edilen kısımlarda sıkıldığını göstermektedir. Ayrıca öğretmenin sorular sorarak dersi bağlamasının da motivasyonunu olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

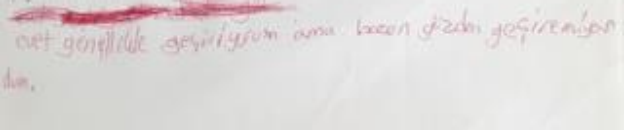
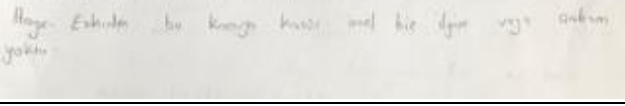
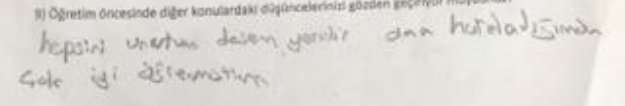
Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonlarına etkisi farklılık göstermektedir.

3.4.2.9 9. Soruya İlişkin Bulgular

9) Öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerinizi gözden geçiriyor muydunuz?

Görüşme formunun 9. Sorusunda öğrencilerden, çoklu gösterimler ile yapılan elektrik devreleri öğretimi öncesinde diğer konuları gözden geçirip geçirmediklerini açıklamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.47’de verilmiştir.

Tablo 3.47: Görüşme formu 9. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

9. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerini ne kadar gözden geçirdikleri incelenmiştir. Tablo 3.47’de verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerini gözden geçirme durumları aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, diğer konulardaki düşüncelerini gözden geçirmeye önem verdiğini ancak bazen zaman veya başka nedenlerle bunu yapamadığını göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, diğer konulardaki düşüncelerini gözden geçirmeye ilgi duymadığını veya gerekli görmediğini göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, diğer konulardaki düşüncelerini gözden geçirmekten ziyade hatırlamaya çalıştığını ve bunun da yeterli olmadığını göstermektedir.


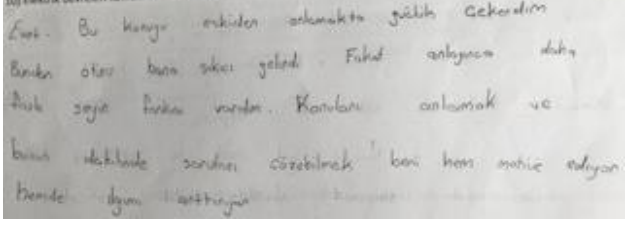
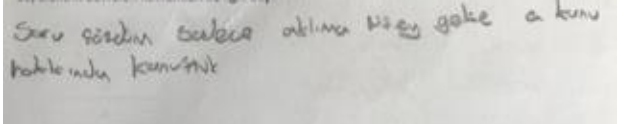
Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerini gözden geçirme alışkanlıklarına etkisi farklılık göstermektedir.

3.4.2.1010. Soruya İlişkin Bulgular

10) Elektrik devreleri kavramları ile ilgili düşüncelerinizi ders sonrası gözden geçirdiniz mi? Nasıl?

Görüşme formunun 10. Sorusunda öğrencilerden, çoklu gösterimler ile yapılan elektrik devreleri öğretimi sonrasında elektrik devreleri kavramlarını gözden geçirip geçirmediğini açıklamaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.48’de verilmiştir.

Tablo 3.48: Görüşme formu 10. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

10. soruda araştırmada öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını ne kadar anladıkları ve ilgilerini ne kadar arttırdıkları incelenmiştir. Tablo 3.48’de verilen cevaplara göre öğrencilerin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin düşünceleri aşağıda analiz edilmiştir.

- D4 kodlu öğrenci, konuyu tekrar etmek için farklı kaynaklardan yararlandığını ve çoklu gösterimler tekniğinin konuyu anlamasına ve soru çözüme becerisine olumlu etki ettiğini göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, çoklu gösterimler tekniği sayesinde konuya karşı olumsuz tutumunun değiştiğini ve konuya ilgisinin arttığını göstermektedir. Ayrıca öğrencinin konuyu anlamak için çaba gösterdiği ve bunun da motivasyonunu yükselttiği anlaşılmaktadır.
- D18 kodlu öğrenci, konuyu pekiştirmek için soru çözdüğünü ve derste aktif olarak katıldığını göstermektedir. Ayrıca öğrencinin çoklu gösterimler tekniği ile konuyu farklı açılardan görebildiğini ve bunun da konuya karşı olumlu bir tutum geliştirmesine yardımcı olduğunu ifade etmektedir.

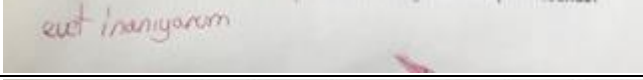
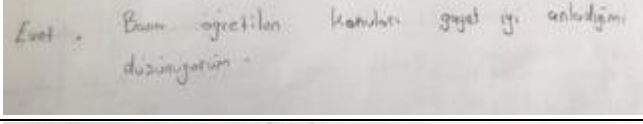
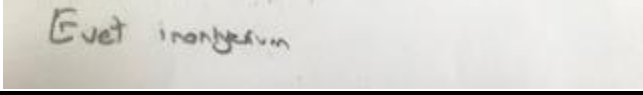
Bu analizlerden de görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını anlamalarına ve ilgilerini arttırmalarına katkı sağladığı söylenebilir.

3.4.2.1111. Soruya İlişkin Bulgular

11) Elektrik devreleri kavramlarını tam olarak anladığınıza inanıyor musunuz?

Görüşme formunun 11. Sorusunda öğrencilerden, çoklu gösterimler ile yapılan elektrik devreleri öğretimi sonrasında konuya ilişkin kavramları ne kadar anladıkları hakkındaki düşüncelerini yazmaları istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.49'da verilmiştir.

Tablo 3.49: Görüşme formu 11. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

11. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını ne kadar anladıkları ve kendilerine güvendikleri incelenmiştir. Tablo 3.49'da verilen cevaplara göre öğrencilerin hepsinin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusunu tam olarak anladıklarına ve kendilerine güvendiklerine inandıkları görülmüştür.

- D4 kodlu öğrenci, öğrencinin konuyu anlamasının yanı sıra kendine güveninin de yüksek olduğunu göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, öğrencinin konuyu anlamakta zorlanmadığını ve kendine güveninin de yüksek olduğunu göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, öğrencinin konuyu anlamasının yanı sıra kendine güveninin de yüksek olduğunu göstermektedir.

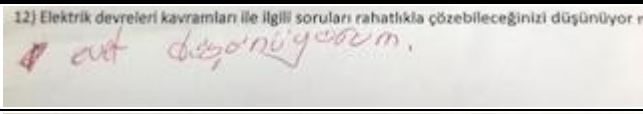
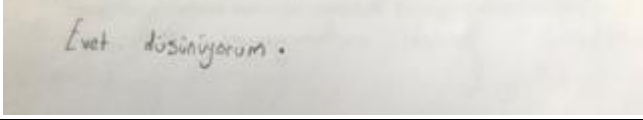
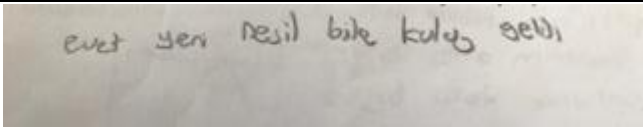
Bu cevaplardan da görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını anlamalarına ve kendilerine güvenmelerine katkı sağladığı söylenebilir.

3.4.2.1212. Soruya İlişkin Bulgular

12) Elektrik devreleri kavramları ile ilgili soruları rahatlıkla çözebileceğinizi düşünüyor musunuz?

Görüşme formunun 12. Sorusunda öğrencilerden, çoklu gösterimler ile yapılan elektrik devreleri öğretimi sonrasında konuya ilişkin soruları çözmede kendilerine ne kadar güvendiklerinden bahsetmeleri istenmiştir. Bu soruya ilişkin öğrenci cevapları Tablo 3.50’de verilmiştir.

Tablo 3.50: Görüşme formu 12. soruya ilişkin bulgular

Öğrenci Kodu	Cevaplar
D4	
D16	
D18	

12. soruda öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili soruları ne kadar rahatlıkla çözebildikleri incelenmiştir. Tablo 3.50’de verilen cevaplara göre öğrencilerin hepsinin çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin soruları rahatlıkla çözebildiklerini düşündükleri görülmüştür.

- D4 kodlu öğrenci, öğrencinin soru çözme becerisinin yüksek olduğunu ve kendine güvendiğini göstermektedir.
- D16 kodlu öğrenci, öğrencinin soru çözme becerisinin yüksek olduğunu ve kendine güvendiğini göstermektedir.
- D18 kodlu öğrenci, öğrencinin soru çözme becerisinin çok yüksek olduğunu ve kendine çok güvendiğini göstermektedir.

Bu cevaplardan da görüleceği gibi, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri kavramları ile ilgili soruları rahatlıkla çözme becerilerine ve kendilerine güvenmelerine katkı sağladığı söylenebilmektedir.

3.4.3 Transfer Testine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gösterimler arasındaki transfer becerilerini ölçebilmek adına 2 adet soru hazırlanmıştır. Sorular deney ve kontrol gruplarında kavram testinde en başarılı 3'er öğrenciye sorulmuştur. Her bir soru için veriler 2 adet tablo ile sunulmuştur. Tablolardan birinde dorudan öğrenci cevapları verilirken, diğer tabloda ise sorulara ilişkin gösterimler arası transfer puanları verilmiştir.

3.4.3.1 1. Soruya İlişkin Bulgular

Transfer testinin 1. Sorusunda, bir ampul bulunan elektrik devresine seri bağlanan bir ampul daha eklendiğinde, ampulün parlaklığının nasıl değişeceği sorulmaktadır. Soruya ilişkin cevapların sözel, formül, grafik ve tablo olmak üzere 4 temsil türünde vermeleri istenmiştir. Soruya verilen öğrenci cevapları Tablo 3.51'de verilmiştir.

Tablo 3.51: Transfer testi 1. soruya ilişkin bulgular

Kontrol Grubu		Deney Grubu													
Öğrenci	Cevap	Öğrenci	Cevap												
K1	<p>2. I'nin parlaklığı azalır</p> <p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1	D16	<p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1
R	I														
1	2														
2	1														
R	I														
1	2														
2	1														
K5	<p>azalmıştır</p> <p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1	D17	<p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1
R	I														
1	2														
2	1														
R	I														
1	2														
2	1														
K6	<p>$V = I \cdot R$ $V = Akım \cdot Direnç$</p> <p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1	D18	<p>$V = I \cdot R$</p> <p>Tablo 1</p> <table border="1"> <tr><th>R</th><th>I</th></tr> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	R	I	1	2	2	1
R	I														
1	2														
2	1														
R	I														
1	2														
2	1														

Tablo 3.51’de transfer testinin 1.sorusuna verilen cevaplar doğrudan sunulmuştur. Öğrenci cevapları veri analizi bölümünde oluşturulan rubrik ile puanlanmış olup her bir temsil türüne ait oluşan puanlar Tablo 3.52’de verilmiştir.

Tablo 3.52: 1. soruya ait gösterimler arası transfer puanları

Öğrenci	Sözel	Formül	Grafik	Tablo	Toplam
K1	3	0	0	3	6
K5	3	0	1	0	4
K6	3	0	3	3	9
D16	3	3	3	3	12
D17	3	3	3	3	12
D18	3	3	3	3	12

Öğrencilerin gösterim türleri arasındaki transfer becerilerini ölçmek için verilen soruya verdikleri cevaplar ve aldıkları puanlar Tablo 3.52’de sunulmuştur. Tablo 3.52’den görüldüğü gibi, kontrol grubundaki öğrencilerin (K1, K5, K6) formül gösterimine hakim olmadıkları veya zayıf oldukları anlaşılmaktadır. Bu öğrencilerin sözel ve tablo gösterimlerine daha yatkın oldukları, grafik gösterimine ise orta düzeyde hakim oldukları söylenebilir. Kontrol grubundaki öğrencilerin toplam puanları 6, 4 ve 9 olarak hesaplanmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin (D16, D17, D18) ise tüm gösterim türlerine tam ve doğru cevap verdikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin gösterim türleri arasındaki transfer becerilerinin yüksek olduğu söylenebilir. Deney grubundaki öğrencilerin toplam puanları ise 12 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre, çoklu gösterim ile öğretim yapılan deney grubundaki öğrencilerin transfer becerilerinin geleneksel yöntem ile öğretim yapılan kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

3.4.3.2 2. Soruya İlişkin Bulgular

Transfer testinin 2. Sorusunda, bir ampul bulunan elektrik devresine paralel bağlanan bir ampul daha eklendiğinde, ampulün parlaklığının nasıl değişeceği sorulmaktadır. Soruya ilişkin cevapların sözel, formül, grafik ve tablo olmak üzere 4 temsil türünde vermeleri istenmiştir. Soruya verilen öğrenci cevapları Tablo 3.53’te verilmiştir.

Tablo 3.53: Transfer testi 2. soruya ilişkin bulgular

Kontrol Grubu		Deney Grubu																			
Öğrenci	Cevap	Öğrenci	Cevap																		
K1	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	1	2	Sıkış 2	2	2	D16	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	1	2	Sıkış 2	2	2
V	I	R																			
Sıkış 1	1	2																			
Sıkış 2	2	2																			
V	I	R																			
Sıkış 1	1	2																			
Sıkış 2	2	2																			
K5	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	1	2	Sıkış 2	2	2	D17	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	1	2	Sıkış 2	2	2
V	I	R																			
Sıkış 1	1	2																			
Sıkış 2	2	2																			
V	I	R																			
Sıkış 1	1	2																			
Sıkış 2	2	2																			
K6	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	10	20	Sıkış 2	20	20	D18	<p>Yeni verilen soruyu Okun Kavramı (OKK) ile tanımlama göre açıklıyorum.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>I</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sıkış 1</td> <td>1</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Sıkış 2</td> <td>2</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	V	I	R	Sıkış 1	1	20	Sıkış 2	2	10
V	I	R																			
Sıkış 1	10	20																			
Sıkış 2	20	20																			
V	I	R																			
Sıkış 1	1	20																			
Sıkış 2	2	10																			

Tablo 3.53’te transfer testinin 2.sorusuna verilen cevaplar doğrudan sunulmuştur. Öğrenci cevapları veri analizi bölümünde oluşturulan rubrik ile puanlanmış olup her bir temsil türüne ait oluşan puanlar Tablo 3.54’te verilmiştir.

Tablo 3.54: 2. Soruya ait gösterimler arası transfer puanları

Öğrenci	Sözel	Formül	Grafik	Tablo	Toplam
K1	3	0	0	1	4
K5	3	1	1	1	6
K6	3	0	2	1	6
D16	3	3	3	3	12
D17	3	3	3	3	12
D18	3	3	3	3	12

Tablo 3.54' e bakıldığında kontrol grubundaki öğrencilerin (K1, K5, K6) formül gösterimine yine hâkim olmadıkları veya zayıf oldukları görülmektedir. Bu öğrencilerin sözel gösterime tam ve doğru cevap verdikleri, grafik ve tablo gösterimlerine ise eksik veya kısmen doğru cevap verdikleri anlaşılmaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilerin toplam puanları 4, 6 ve 6 olarak hesaplanmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin (D16, D17, D18) ise tüm gösterim türlerine tam ve doğru cevap verdikleri görülmektedir. Bu öğrencilerin gösterim türleri arasındaki transfer becerilerinin yüksek olduğu söylenebilir. Deney grubundaki öğrencilerin toplam puanları ise 12 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre, çoklu gösterim ile öğretim yapılan deney grubundaki öğrencilerin transfer becerilerinin geleneksel yöntem ile öğretim yapılan kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma, Elektrik Devreleri ünitesinin çoklu gösterimler kullanılarak öğretilmesinin öğrencilerin üstbilişsel farkındalık, Fen Bilimlerine yönelik özyeterlik, Fen Bilimleri motivasyon ve kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Veri analizleri sonucunda elde edilen tüm bulgular, bulgular bölümü başlıklarına uygun olacak şekilde sonuçlandırılarak ve alan yazındaki araştırmalarla destekli tartışılarak bu bölümde sunulmuştur.

4.1 Üstbilişsel Farkındalığa İlişkin Sonuçlar

Bu bölümün amacı, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin üstbilişsel farkındalıkları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, deney ve kontrol grupları arasında karışık desen ANOVA analizi yapılmıştır.

Bulgular, zamanın ana etkisinin anlamlı olduğunu göstermektedir [$F(1, 68) = 8.710, p=.004$]. Bu sonuç, ölçümler arasında üst biliş puanlarında bir fark olduğunu ifade etmektedir. Zaman * grup etkisi ise anlamlı değildir [$F(1, 68) = 3.493, p=.066$]. Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının üst bilişleri üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir.

Deney grubunda çoklu gösterimlere dayalı öğretim alan öğrencilerin üstbiliş puanları ön testten son teste anlamlı şekilde artmıştır ($p=.001$). Bu sonuç, çoklu gösterimlerin öğrencilerin üst bilişsel farkındalıklarını geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretime tabi tutulan öğrencilerin üst biliş puanları ön testten son teste anlamlı şekilde değişmemiştir ($p=.447$). Bu sonuç, geleneksel öğretimin üstbilişsel farkındalık üzerinde bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarının literatürle benzer ve farklı olduğu çalışmalar bulunmaktadır. Yanti, Distrik, ve Rosidin (2019), çoklu gösterimlere dayalı öğrenci çalışma yapraklarının statik elektrik konusunda öğrencilerin üstbiliş becerilerini nasıl geliştirdiğini araştırmıştır. Çalışmada, ön test ve son test ile öğrencilerin üstbiliş becerilerindeki değişim ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, çoklu gösterimlere dayalı çalışma yapraklarının öğrencilerin üstbiliş becerilerini artırmada etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca Distrik ve Saregar, (2022), çalışmalarında çoklu gösterimlere dayalı 'gerçek' öğrenme modelinin fizik eğitimi öğrencilerinin üstbilişsel ve problem çözme becerilerini nasıl geliştirdiğini araştırmışlardır. Araştırma ve geliştirme yöntemi ile yapılan çalışmada, iki devlet üniversitesinden iki grup öğrenci ön test-son test tasarımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, çoklu gösterimlere dayalı 'gerçek' öğrenme modelinin öğrencilerin üstbilişsel ve problem çözme becerilerinde önemli kazanımlar sağladığını ve öğrencilerin bu modelden memnun kaldıklarını göstermiştir. Ayrıca, üstbilişsel becerinin fizik problem çözme becerisi ile güçlü bir ilişkisi olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde, Ainsworth (2006) çoklu gösterimlerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını artırdığını bulmuştur. Ainsworth (2006), çoklu gösterimlerin öğrencilere

farklı bakış açıları sunarak, kavramsal ilişkileri kurmalarına ve bilgilerini düzenlemelerine yardımcı olduğunu ileri sürmüştür.

Bunların yanında literatürde çoklu gösterimlerin üst bilişsel farkındalık üzerinde etkisinin olmadığı çalışmalar da vardır. Soedjoko, Suyitno, and Rochmad (2019), çoklu gösterimlerin üstbiliş etkisi açısından grafik oluşturma becerisini incelemiştir. Grafik oluşturma, çoklu gösterimlerden biridir ve öğrencilerin verileri görselleştirme ve yorumlama becerileri gerektirmektedir. Bu çalışmada, öğrencilerin grafik oluştururken kullandıkları üstbiliş becerileri araştırılmıştır. Çalışma, öğrencilerin çoklu gösterimlerden yararlanarak üstbiliş becerilerini geliştirmede zorluk yaşadıklarını ortaya koymuştur. Renkl vd. (2013) yaptıkları çalışmada, yazarlar çoklu gösterimlerin öğrenmeyi destekleyebileceğini, ancak bunun için öğrencilerin üstbilişsel becerilerini de geliştirmeleri gerektiğini savunmaktadırlar. Öğrencilerin çoklu gösterimleri bütünleştirmek için kendi bilişsel süreçlerini izleme, değerlendirme ve düzenleme yeteneğine ihtiyaç duyduklarını belirtmektedirler. Bu amaçla, öğrencilere kendini açıklama ipuçları ve kullanım talimatları gibi üstbilişsel müdahaleler sunarak, çoklu gösterimlerden daha iyi yararlanmalarını sağlamaya çalışmışlardır. Ancak, bu müdahalelerin de sınırlamaları olduğunu ve öncül bilgisi az olan öğrencilerin bunlara verimli bir şekilde yanıt veremediklerini belirtmişlerdir. Bu veriler, çoklu gösterimlerin tek başına üstbilişsel farkındalığı geliştirmediğini koymaktadır.

4.2 Fen Bilimlerine Yönelik Özyeterliğe İlişkin Sonuçlar

Bu bölümün amacı, çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimin öğrencilerin özyeterlikleri üzerindeki etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, deney ve kontrol grupları arasında karışık desen ANOVA analizi yapılmıştır.

Bulgular, zamanın ana etkisinin anlamlı olmadığını göstermektedir [$F(1, 68) = 0,132$, $p = .717$]. Bu sonuç, ölçümler arasında özyeterlik puanlarında bir fark olmadığını ifade etmektedir. Zaman * grup etkisi ise anlamlı olmadığını göstermektedir [$F(1, 68) = 0,293$, $p = .590$]. Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının özyeterlik üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir.

Deney grubunda çoklu gösterim ile zenginleştirilmiş öğretim alan öğrencilerin özyeterlik puanları ön testten son teste anlamlı şekilde değişmemiştir ($p = .900$). Bu sonuç, çoklu

gösterimlerin öğrencilerin özyeterliklerini geliştirmede etkili olmadığını göstermektedir. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretime tabi tutulan öğrencilerin özyeterlik puanları ön testten son teste anlamlı şekilde değişmemiştir ($p=.524$). Bu sonuç, geleneksel öğretimin de özyeterlik üzerinde bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarının literatürle benzer ve farklı olduğu çalışmalar bulunmaktadır. Çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin özyeterliklerini nasıl etkilediği sorusuna cevap arayan bu çalışmada, çoklu gösterimlerin özyeterlik üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı görülmüştür. Özyeterlik, bir problemi çözmek veya bir görevi tamamlamak için gereken belli hareketleri organize ve icra etme kabiliyetine olan güven olarak tanımlanabilir (Bandura, 1997). Özyeterlik inancı yüksek olan bireyler, kendilerini daha yetkin, etkili ve başarılı görmektedirler. Özyeterlik inancı düşük olan bireyler ise kendilerini daha yetersiz, güçsüz ve başarısız görürler. Özyeterlik inancı öğrenme ve akademik başarı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Schunk ve Pajares, 2009).

Literatürde çoklu gösterimlerin özyeterlik üzerindeki etkisi olumlu olan çalışmalar vardır. Örneğin, Citra, Distrik ve Herlina (2020) çoklu temsil temelli öğretim materyalinin, statik elektrik konusunda öğrencilerin öz yeterliliklerini ve fizik problem çözme becerilerini geliştirmede uygulanabilirliğini ve etkililiğini araştırmışlardır. Yarı deneysel bir araştırma olan çalışmada, öğretim materyalinin uygulanmasına ilişkin gözlem formları, öğrencilerin öğretim materyaline verdiği yanıtlar, öğrencilerin etkinlik formu, öz yeterlilik formu ve problem çözme becerisi testi gibi araçlar kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, çoklu temsil temelli öğretim materyalinin, özyeterlik puanlarında anlamlı bir yükselişe sebep olduğunu göstermiştir. Ayrıca Ainsworth ve Loizou (2003) metin veya diyagramlarla öğrenirken kendini açıklamanın etkilerini araştırmışlardır. Kendini açıklama, öğrenmeyi destekleyen bir üstbilişsel stratejidir ve özyeterlik kavramıyla ilişkilidir. Araştırmacılar, insan dolaşım sistemi hakkında bilgi verilen 20 öğrenciyi deneye tabi tutmuşlardır. Diyagram verilen öğrenciler metin verilenlere göre daha iyi performans göstermiş ve daha fazla kendini açıklama yapmışlardır. Diyagramların kendini açıklama etkisini artırdığı sonucuna varmışlardır. Dolaylı olarak özyeterliklerini de olumlu anlamda etkilediği söylenebilmektedir.

Bunun yanında literatürde çoklu gösterimlerin özyeterlik üzerinde etkisi olmayan çalışmaya da rastlanmıştır. Batır (2022) yüksek lisans tezinde, çoklu modsal

betimlemelerin öğrencilerin fen öğrenimleri, Fen Bilimlerine karşı motivasyonları ve 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Yapılan araştırmada Fen Bilimlerine karşı motivasyon ölçeğinin verileri özyeterlik alt boyutunda öntest-sontest olarak karşılaştırılmış ve aralarında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Bu çalışmalar, çoklu gösterimlerin özyeterlik algısı üzerindeki her zaman etkisinin olmadığını göstermektedir.

4.3 Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyona İlişkin Sonuçlar

Bu bölümün amacı, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik motivasyonlarını nasıl etkilediğini araştırmaktır. Bu amaçla, deney ve kontrol grupları arasında karışık desen ANOVA analizi yapılmıştır.

Bulgular, zamanın ana etkisinin anlamlı olmadığını göstermektedir [$F(1, 68) = 0.767$; $p = .384$]. Bu sonuç, ölçümler arasında motivasyon puanlarında bir fark olmadığını ifade etmektedir. Zaman * grup etkisi ise anlamlı olmadığını göstermektedir [$F(1, 68) = 1.288$; $p = .260$]. Bu sonuç, zaman ve grup arasında bir etkileşim olmadığını göstermektedir. Yani, deney-kontrol gruplarının motivasyon üzerindeki etkisi zamanla değişmemektedir.

Deney grubunda çoklu gösterim ile zenginleştirilmiş öğretim alan öğrencilerin motivasyon puanları ön testten son teste anlamlı şekilde değişmemiştir ($p = .855$). Bu sonuç, çoklu gösterimlerin öğrencilerin motivasyonlarını geliştirmede etkili olmadığını göstermektedir. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretime tabi tutulan öğrencilerin motivasyon puanları ön testten son teste anlamlı şekilde değişmemiştir ($p = .160$). Bu sonuç, geleneksel öğretimin motivasyon üzerinde bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarının literatürle benzer ve farklı olduğu çalışmalar bulunmaktadır. Çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik motivasyonlarını nasıl etkilediği sorusuna cevap arayan bu çalışmada, çoklu gösterimlerin motivasyon üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığı görülmüştür. Motivasyon, bir kişinin harekete geçme nedenidir, diğer bir deyişle motivasyon, onları harekete geçiren ihtiyaç ve arzular olarak tanımlanır (Çelenk, 2010). Motivasyon, bir kişiye bir şeyi başarması için ilham verir ve değişimi teşvik eden dış güçler olduğunda ortaya çıkar (Çelenk, 2010).

Literatürde çoklu gösterimlerin motivasyon üzerindeki etkisinin olumlu olduğu çalışmalar vardır. Örneğin, Prain ve Waldrip (2006) yaptıkları araştırmada, öğretmenlerin ve öğrencilerin ilköğretim fen bilimlerinde kavramları çoklu ortam gösterimleriyle nasıl ifade ettiklerini incelemektedir. Araştırmacılar, farklı çoklu ortam gösterimleri (metin, resim, grafik, sembol, model, drama) kullanarak bir eğitim programı geliştirmişler ve Avustralya'daki üç ilköğretim okulunda uygulamışlardır. Araştırmacılar, öğretmenlerin ve öğrencilerin çoklu ortam gösterimleri kullanma şekillerini gözlemlemiş, kaydetmiş ve analiz etmişlerdir. Araştırmanın sonucunda, çoklu ortam gösterimlerinin öğrencilerin motivasyonlarında artış sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca Ercan (2014) yüksek lisans tezinde fen bilimleri öğretmen adaylarının ders anlatımlarında çoklu gösterimleri kullanmalarını sağlamayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarına küçük bir öğretim yapılmış ve öğretmen adaylarının uygulama okullarında ders anlatım sırasında çoklu gösterimleri kullanmaları sağlanmıştır. Sonrasında öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde çoklu gösterim kullanmalarının öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Tsui ve Treagust (2003), meydana getirdikleri "BioLogica" adlı öğrenme ortamında çoklu dış temsillerin kullanımının öğrencilerin genetik kavramlarında daha derin bir anlayış geliştirdiğini ve öğrenmelerini motive ettiğini belirtmişlerdir.

Bunların yanında literatürde çoklu gösterimlerin motivasyon üzerinde etkisi olmayan çalışmaya da rastlanmıştır. Batır (2022)'nin yaptığı araştırma motivasyon testinin özyeterlik alt boyutu için özyeterlik sonuçlarının aktarıldığı bölümde incelenmiş olup bu bölümde motivasyon verileri için incelenmiştir. Motivasyon testi verilerine göre çoklu modsal betimlemelerin öğrencilerin Fen Bilimlerine karşı motivasyonlarında yükselişe sebep olduğu ancak bu yükselişin anlamlı olmadığı belirtilmiştir.

4.4 Kavramsal Anlamaya İlişkin Sonuçlar

Kavramsal anlamaya ilişkin sonuçlar bulgular bölümündeki başlık yapısıyla kavram testine ilişkin sonuçlar, görüşme formuna ilişkin sonuçlar ve transfer testine ilişkin sonuçlar olarak bu bölümde sunulmuştur.

4.4.1 Kavram Testine İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlayışlarını nasıl etkilediğine dair ulaşılan sonuçlar, kavram testi

bulguları başlıkları esas alınarak üç başlık altında toplanarak sunulmuştur. Kavram testine ilişkin tartışma, kavram testin sonuçları sonrasında tek başlık altında yapılmıştır.

4.4.1.1 Seri ve Paralel Bağlı Devre Çizimini Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ampulleri seri ve paralel bağlamaları içeren sorulara verdikleri cevaplar analiz edilmiştir. Bulgular, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre daha fazla sayıda soruyu doğru cevapladığını göstermiştir.

Bulgular genel olarak çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretimin kavramsal anlamayı geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, deney grubunda seri bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında azalma, paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında artış ve hem seri hem de paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında ise değişim olmadığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise seri bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında artış, paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında azalma ve hem seri hem de paralel bağlamayı yanlış yapan öğrenci sayısında ise değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin genel olarak seri ve paralel bağlamada kavramsal anlamayı geliştirdiğini göstermektedir.

Deney grubunda ön testten son teste soruya cevap vermeyen öğrenci sayısında azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda ise ön testten son teste soruya cevap vermeyen öğrenci sayısında değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin soruları cevaplama oranını artırdığını göstermektedir.

4.4.1.2 Seri ve Paralel Bağlı Devrelerde Ampul Parlaklığını Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere devrede seri-paralel bağlamalarda ampul parlaklığını anlama üzerine sorular yöneltilmiş ve verilen cevaplar analiz edilmiştir. Bulgular, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre son testte daha yüksek bir doğru cevap oranına ve sorunun nedenini doğru açıklama becerisine sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretimin seri-paralel bağlı devrelerde ampul parlaklığı kavramına ait kavramsal anlamayı geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilerin yanlış yapma oranında azalma,

gözlemlenmiştir. Bu bulgular, çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretimin kavramsal anlamayı geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Son olarak, deney grubundaki öğrencilerin ön testten son teste soruya cevap vermeme oranında azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda ise ön testten son teste soruya cevap vermeme oranında değişim olmamıştır. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin soruları cevaplama oranını artırdığını göstermektedir.

4.4.1.3 Elektrik Akımı ile Gerilim Bağıntısını Ölçen Sorulara İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere devrede akım-gerilim bağıntısı kapsamında sorular yöneltilmiş ve verilen cevaplar analiz edilmiştir.

Bulgular, deney grubunun kontrol grubuna göre son testte daha fazla sayıda öğrencinin soruyu doğru cevapladığını ve sorunun nedenini doğru açıkladığını göstermiştir. Deney grubunda ön testten son teste sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklamalar artarken, kontrol grubunda ön ve son testte sorunun nedenini doğru veya kısmen doğru açıklama oranları düşük kalmıştır. Bu sonuç, çoklu gösterimler ile zenginleştirilmiş öğretimin kavramsal anlamayı geliştirmede etkili olduğunu ifade etmektedir.

Son olarak, deney grubunun ön testten son teste soruya cevap vermeyen öğrenci sayısında azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda ise ön testten son teste soruya cevap vermeyen öğrenci sayısında değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin öğrencilerin sorulara cevap verme oranını artırdığını göstermiştir.

4.4.1.4 Kavram Testi Sonuçlarına İlişkin Tartışma

Kavram testi sonuçlarına bakıldığında, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin elektrik devreleri konusunda kavramsal anlamayı olumlu anlamda etkilediği görülmektedir. Literatürdeki bazı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin, çoklu gösterimlere dayalı öğretimin kavramsal anlamayı geliştirdiği (Ainsworth, 2006; Jaakkola ve Veermans, 2020; Opfermann vd., 2017) ve kavram yanlışlarını azalttığı (Tytler ve Prain, 2010) gösterilmiştir. Örneğin Jaakkola ve Veermans (2020) yaptıkları çalışmada, elektrik devreleri kavramlarını öğrenmede tek bir temsil kullanılarak yapılan öğrenme ile çoklu temsiller kullanılarak yapılan öğrenmeyi karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, iki farklı

öğretim materyali geliştirmişler ve Finlandiya'daki iki ilköğretim sınıfında uygulamışlardır. Araştırmacılar, öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını anlama ve uygulama düzeylerini ölçmek için testler kullanmışlardır. Araştırmanın sonucunda, çoklu temsiller kullanılarak yapılan öğretimde öğrencilerin, tek bir temsil kullanan öğrencilere göre daha yüksek performans gösterdikleri bulunmuştur. Araştırmacılar, çoklu temsillerin öğrencilerin elektrik devreleri kavramlarını daha derinlemesine anlamalarına ve transfer etmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Hubber ve ark. (2010), çoklu temsil odaklı öğretimle fen öğretimi ve öğrenme sürecini araştırmışlardır. Çalışma, kuvvet ve hareket ünitesinde üç tane 7. sınıf ve üç öğretmenle yürütülmüştür. Araştırma bulguları, öğretmenlerin görüşlerine göre, çoklu temsillerin, öğrencilerin kuvvet kavramlarını anlamada olumlu etki göstermiştir. Bunların yanında, literatürde matematik (Can, 2014; Erbaş, 2005), kimya (Yaman, 2019; Li ve Arshad, 2014) ve biyoloji (Tsui ve Treagust, 2012) alanlarında da benzer şekilde çoklu gösterimlere dayalı öğretimlerinin kavramsal anlamayı geliştirdiği görülmektedir. Buna karşın, çoklu gösterimlerle zenginleştirilmiş öğretimin bilişsel yükü artırabileceği ve yanlış anlamalara yol açabileceği de literatürde belirtilmiştir (Ainsworth, 2006; Opfermann vd., 2017).

4.4.2 Görüşme Formuna İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın bu bölümünde, deney grubundaki 3 öğrenciye yazılı olarak uygulanan görüşme formuna verilen cevaplar analiz edilmiştir. Görüşme formu sorularından elde edilen bulgulara göre şu sonuçlara ulaşılabilmektedir:

- Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimde elektrik devreleri konusuna ilişkin akım, gerilim ve direnç kavramlarını açıklama becerileri farklılık göstermektedir. Bazı öğrenciler kavramları doğru bir şekilde tanımlayabilirken, bazıları tanımlamakta zorlanmış veya yanlış yorum yapmışlardır.
- Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimde elektrik devreleri konusuna ilişkin ampullerin parlaklığı ve değişimi hakkında yaptıkları yorumlar farklılıklar göstermektedir. Bazı öğrenciler ampullerin paralel veya seri bağlanmasının parlaklıklarına nasıl etki ettiğini doğru bir şekilde yorumlayabilirken, bazıları yanlış veya eksik yorum yapmışlardır.
- Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimde elektrik devreleri konusuna ilişkin ampullerin bağlanma şekillerini tanımlama becerileri farklılık göstermektedir.

Bazı öğrenciler ampullerin paralel veya seri bağlandığını doğru bir şekilde tanımlayabilirken, bazıları yanlış veya eksik tanım yapmışlardır.

- Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimde elektrik devreleri konusuna ilişkin tablo okuma, hesap yapabilme ve verileriyle grafik çizme becerileri farklılık göstermektedir. Bazı öğrenciler verilen gerilim ve akım değerlerinden direnci doğru bir şekilde hesaplayabilir ve istenen grafikleri doğru bir şekilde çizebilirken, bazıları hesaplama veya grafik çizmede hata yapmışlardır.
- Öğrencilerin çoklu gösterimlere dayalı yapılan öğretimde elektrik devreleri konusuna ilişkin grafik okuma ve yorumlama bu doğrultuda devre çizme becerileri farklılık göstermektedir. Bazı öğrenciler verilen grafiklere uygun elektrik devrelerini doğru bir şekilde çizebilir ve açıklayabilirken, bazıları devre çizmede veya açıklamada hata yapmışlardır.

Buna göre, çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik akımı ve devreleri konusuna ilişkin kavramsal anlama ve becerilerine etkisi olduğu söylenebilmektedir. Ancak bu etkinin her öğrencide aynı düzeyde olmadığı da görülmektedir.

Bu araştırmanın bulguları, aynı zamanda çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri konusuna ilişkin kavramsal anlama ve becerilerine etkisi olduğunu da göstermektedir. Bu sonuç, Sert (2019) ve Yünkül (2019) çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada da çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin elektrik devreleri konusunda daha iyi anlama ve performans gösterdikleri bulunmuştur. Ayrıca, bu teknik matematik ve kimya gibi diğer fen alanlarında da öğrencilerin kavramsal anlama ve becerilerini geliştirdiği gösterilmiştir. Örneğin matematikte çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin fonksiyon kavramını anlamalarına katkı sağladığını bulmuşlardır (Adu-Gyamfi ve Bossé, 2014; Kwon, Park ve Park, 2006). Kimyada ise çoklu gösterimler tekniğinin öğrencilerin atom yapısı ve bağlanma kavramlarını anlamalarına yardımcı olduğunu ortaya koymuşlardır (Chittleborough ve Treagust, 2007; Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011).

Elde edilen bulgular, çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ders işlenirken uygulanan etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarının yanında motivasyon ve tutum gibi duyuşsal özelliklerinin de olumlu yönde etkilendiğini göstermektedir. Öğrencilerin hepsi, çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri

konusunu tam olarak anladıklarına ve kendilerine güvendiklerine inanmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin hepsi, çoklu gösterimler ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin soruları rahatlıkla çözebileceklerini düşünmektedir. Öğrenciler, çoklu gösterimler ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ders işlenirken uygulanan etkinlikleri iyi bulduklarını ve bunların derse olan motivasyonlarını arttırdığını ifade etmiştir. Ainsworth ve Loizou (2003)' de benzer şekilde çoklu gösterim ile yapılan öğretimde öğrencilerin kendilerine yakın olan gösterimi seçebildikleri için motivasyon ve tutumlarının olumlu yönde değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca matematik alanında (Kaya, 2015; İzgiol 2014), kimya alanında da Barrett vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bülbül (2020), animasyonlarda duygu aktarımını sağlamayı amaçladığı çalışmasında çoklu gösterimlerin motivasyon ve konu ilgisini arttırdığını belirtmiştir.

4.4.3 Transfer Testine İlişkin Sonuçlar

Araştırmanın bu bölümünde, çoklu gösterimlere dayalı olarak anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ders işlenirken uygulanan etkinliklerin öğrencilerin gösterim türleri arasındaki transfer becerilerine etkisini incelenmiştir. Bu amaçla, deney ve kontrol grubunda bulunan yetmiş öğrenciye son test olarak farklı gösterim türlerini içeren bir test uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında kavram testinden en yüksek puanı almış üçer öğrenci seçilmiş transfer beceri testleri analiz edilmiştir.

Elde edilen bulgular, çoklu gösterimler tekniği ile anlatılan elektrik devreleri konusuna ilişkin ders işlenirken uygulanan etkinliklerin öğrencilerin transfer becerilerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Deney grubundaki öğrencilerin hepsi, tüm gösterim türlerine tam ve doğru cevap vermiş, toplam 12 puan almıştır. Kontrol grubundaki öğrenciler ise formül gösterimine hâkim olmadıkları veya zayıf oldukları için tam ve doğru cevap verememiş ve genellikle toplam altı puanın altında kalmıştır. Bu sonuçlar, çoklu gösterimlerin öğrenme sürecinde etkili bir teknik olduğunu göstermektedir. Hand, Gunel ve Ulu (2009) tarafından yapılan çalışmada Faraday Yasasının çoklu gösterimler ifade edilmesini öğrenen öğrencilerin gösterimler arası geçiş yapabilme becerilerinin arttığı, becerisi artan öğrencilerin ise başarılarının da arttığı belirtilmiştir. Can (2014), matematik alanında çoklu gösterimler ile öğretim yaptığı deney grubunda gösterimler arası geçiş becerilerinin kontrol grubuna göre daha iyi olduğunu belirtmiştir.

5. ÖNERİLER

5.1 Öğretim Programıyla İlgili Öneriler:

- Görsel ve İnteraktif Öğelerin Kullanımı: Millî Eğitim Bakanlığı'nın öğretim programlarında elektrik devreleri gibi konuları öğretirken görsel ve interaktif öğeleri daha fazla kullanması önerilmektedir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını destekleyecek animasyonlar, simülasyonlar, sanal deneyler ve diğer görsel araçlar, öğrenmeyi daha etkileyici ve keyifli hale getirecektir.
- Kavram Yanılgılarına Odaklanma: Öğretim programları, öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik ölçme araçlarına daha fazla vurgu yapmalıdır. Bu yanılgıları tespit etmek ve düzeltmek için öğretmenlere ve öğrencilere rehberlik edecek kaynaklar ve stratejiler sunulmalıdır. Böylece öğrencilerin doğru kavramsal anlayışı geliştirmeleri desteklenecektir.

5.2 Araştırmacılara Yönelik Öneriler:

- Genişletilmiş Örneklem: Benzer çalışmaların farklı bölgelerden ve daha geniş örneklem gruplarıyla tekrarlanması önerilmektedir. Bu, elde edilen bulguların genelleştirilebilirliğini artıracak ve öğrencilerin farklı demografik özelliklerine sahip gruplar üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır.
- Transfer Becerileri Araştırmaları: Elektrik devreleri gibi konuların öğretiminde transfer becerilerine odaklanan araştırmaların yapılması önerilmektedir. Bu tür araştırmalar, öğrencilerin edindikleri bilgileri farklı bağlamlara uygulama yeteneklerini ve gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirme becerilerini inceleyerek daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayacaktır.
- Motivasyon ve Özyeterlik Araştırmaları: Elektrik devreleri öğretimi sırasında motivasyonu ve özyeterliği etkileyen faktörleri araştıran çalışmalara daha fazla odaklanılması önerilmektedir. Öğrencilerin motivasyonunu artıracak stratejilerin belirlenmesi ve öğrencilerin özyeterlik algılarını güçlendirecek yöntemlerin araştırılması, etkili öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu öneriler, öğretim programlarının ve araştırmacıların elektrik devreleri öğretimi konusunda daha etkili ve verimli bir şekilde çalışmalarını desteklemeyi amaçlamaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Acar, L. & Özbuğutu, E. (2022). Türkiye’de fen eğitimi alanında elektrik konusu ile ilgili yapılan çalışmaların incelenmesi bir içerik analizi. *Uluslararası Batı Karadeniz Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi*, 6 (1), 40-62 . doi: 10.46452/baksoder.1118586
- Adu-Gyamfi, K., & Bossé, M. J. (2014). Processes and reasoning in representations of linear functions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 167–192. <https://doi.org/10.1007/s10763-012-9385-9>
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131-152.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Ainsworth, S., & Loizou, A. T. (2003). The effects of self-explaining when learning with text or diagrams. *Cognitive Science*, 27(4), 669-681. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2704_5
- Akbaba, S. (2006). Eğitim demotivasyonu. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 343-361.
- Akçayır, M. (2017). What do students think about SNSs in education? University students’ perceptions, expectations and concerns regarding educational uses of SNSs. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33, 91–106. <https://doi.org/10.14742/ajet.3097>
- Akpınar, Ş., & Korkusuz, M. E. (2006). Influence of Active Learning on Undergraduate Students’ Achievements in and Attitudes Towards Simple Electric Circuits in Physics. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 2(1), 16-33.
- Alkan, İ., & Bayri, N. (2017). A meta analysis study on the relationship between motivation for science learning and science achievement. *Journal of Dicle University Ziya Gökalp Faculty of Education*, 32, 865-874.
- Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. *British*

Journal of Educational Technology, 51(4), 1235-1250.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12900>

- Amanati, N., Sutopo, S., & Suhandi, A. (2019). The effectiveness of multiple representation-based inquiry learning model to improve critical thinking skills of students in physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), 042072. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042072>
- Anderman, E.M. and Anderman, L.H. (2010) Classroom Motivation. *Upper Saddle River, NJ: Merrill.*
- Apaydın, S., Şahin, E., Tezcan, G., Büyükata, M. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının elektriksel direnç kavramı hakkındaki ön bilgilerinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-19.
- Arslan, B., & Babadoğan, C. (2005). İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin öğrenme stillerinin akademik başarı düzeyi, cinsiyet ve yaş ile ilişkisi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 21(14), 35-48.
- Atila, M. E., Günel, M. ve Büyükkasap, E. (2010). Betimleme modlarının öğrenme amaçlı yazma aktiviteleri içerisindeki kullanım varyasyonlarının ilköğretim kuvvet ve hareket konularının öğrenimine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(4), 113-127.
- Ausubel, D. P. (1963). The psychology of meaningful verbal learning. Grune & Stratton.
- Ayas, A. (2005). Kavram öğrenimi. *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi. Ankara: PegemA Yayıncılık.*
- Aycan, Ş., & Yumuşak, A. (2003). Lise müfredatındaki fizik konularının anlaşılma düzeyleri üzerine bir araştırma. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 171-180.
- Aydın, S., & Balım, A. G. (2013). Kavramsal değişim yaklaşımlarının fen öğretiminde kullanımına yönelik bir meta-analiz çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 38(167), 249-266.
- Ayutlu, I., & Şen, A. İ. (2011). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 221-250.

- Ayvacı, H. Ş., ve Bebek, G. (2018). Fizik öğretimi sürecinde yaşanan sorunların değerlendirilmesine yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 125-134.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Bakri, N., & Muliayati, D. (2018). Development of contextual based e-learning resources for physics subject using multiple representation approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1006/1/012017>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman..
- Bannert, M., & Mengelkamp, C. (2008). Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning? *Metacognition and Learning*, 3(1), 39-58.
- Barrett, T. J., Stull, A. T., Hsu, T. M., & Hegarty, M. (2015). Constrained interactivity for relating multiple representations in science: When virtual is better than real. *Computers & Education*, 81, 69-81.
- Başaran, A. (2021). Bilim ve teknoloji ilişkisine dair tarihsel bir perspektif. *Journal of History Culture and Art Research*, 10(1), 1-13.
- Batır, S. B. (2022). *The effects of multimodal representations on middle school students' science learning* (Unpublished master's thesis). Yıldız Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Turkey.
- Bayram, Y. (2019). *Simülasyon (benzetim) destekli 5e öğrenme döngüsü modelinin 7. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunu anlamalarına ve elektrik konusuna yönelik ilgilerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Berber, A. (2014). Teknoloji transferinde eğitimin yeri ve önemi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 1-16.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi* (Doktora tezi, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

- Borg, W. R., & Gall, M. D. (1983). *Educational research. An introduction*. New York: Longman Inc.
- Bozkurt, E., & Sarıkoç, H. (2008). Fizik öğretiminde kavram yanılgısı ve kavramsal değişim stratejilerinin önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 105-116.
- Burde, J. P., & Wilhelm, T. (2020). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020153.
- Butler, J. (2009). *Giving an account of oneself*. New York: Fordham Univ Press.
- Bülbül, A. H. (2020). *Duygusal tasarımın çoklu ortam uygulamalarında kullanımının bilişsel yüke, motivasyona, konu ilgisine ve öğrenmeye etkisi* (Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi).
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri.[Scientific research methods in education],(25. baskı). *Ankara: Pegem*.
- Can, C. (2014). Fonksiyonlar konusunun çoklu temsiller ile öğretiminin öğrenci başarısına etkisinin incelenmesi (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Cerit Berber, N. (2015). Türkiye ve Hong Kong fizik öğretim programlarının karşılaştırılması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 15(60), 1-20.
- Chin, C., & Shieh, S. H. (2005). The development and implementation of a problem-solving instruction model for senior high school students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 33-58.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292. <https://doi.org/10.1039/B7RP90005H>
- Citra, C., Distrik, I. W., & Herlina, K. (2020, February). The practicality and effectiveness of multiple representations based teaching material to improve student's self-efficacy and ability of physics problem solving. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1467, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). Los Angeles, SAGE Publications, Inc.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Los Angeles, SAGE Publications, Inc.
- Çekim, M. (2016). Fen bilgisi dersinde kullanılan materyallerin fen başarısına etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(64), 1-18.
- Çelen, F. K., Çelik, A., & Seferoğlu, S. S. (2011). Türk eğitim sistemi ve PISA sonuçları. *Akademik bilişim*, 2(4), 1-9.
- Çelenk, S. (2010). Motivasyon: Motivasyonun tanımı, önemi, motivasyon süreci ve teorileri. <http://blog.milliyet.com.tr/motivasyon--motivasyonun-tanimi--onemi--motivasyon-sureci-ve-teorileri/Blog/?BlogNo=277145> (Erişim Tarihi: 12.03.2023)
- Çelik, D., & Sağlam Arslan, A. (2012). The analysis of teacher candidates' translating skills in multiple representations. *Elementary Education Online*, 11(1), 239-250.
- Çepni, S. (2021). Proje, tez ve araştırma makalelerinin kavramsal ve kuramsal çerçevesi nasıl yapılandırılmalı? *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 4(3), 203-216.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi*. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çetin, O. (2010). *Fen ve teknoloji dersinde "çoklu ortam tasarım modeli" ne göre hazırlanmış web tabanlı öğretim içeriğinin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi ile içeriğe yönelik öğretmen ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Çetinkaya, P., & Erkin, E. (2002). Assessment of metacognition and its relationship with reading comprehension, achievement, and aptitude. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(1), 1-11.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *Journal of research in personality*, 19(2), 109-134..

- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). A questionnaire for motivation toward science learning: A validity and reliability study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 19-37.
- Demirdöğen, B., Hanuscin, D. L., Kingir, S., & Geban, Ö. (2016). Development of a conceptual change instrument to assess students' understanding of electrical concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 460-474.
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. 2009. *The systematic design of instruction* 7th ed. United State of America: Pearson Education.
- Dörnyei, Z. (2001). New themes and approaches in second language motivation research. *Annual review of applied linguistics*, 21, 43-59.
- Duncan, J., Chylinski, D., Mitchell, D. J., & Bhandari, A. (2013). Neural mechanisms of attending to items in working memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(4), 621-628.
- Einstein, G. O., Mullet, H. G., & Harrison, T. L. (2010). The testing effect: Illustrating a fundamental concept and changing study strategies. *Teaching of Psychology*, 37(3), 186-189.
- Elliot, A. J., & Dweck, C. S. (Eds.). (2005). *Handbook of competence and motivation*. (pp. 3-12). New York, NY: Guilford Press
- Erbaş, A. K. (2005). Çoklu gösterimlerle problem çözme ve teknolojinin rolü. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 88-92.
- Ercan, J. (2014). *Öğretmen Adaylarının Fen Öğretiminde Kullandıkları Çoklu Temsiller: Bir Eylem Araştırması*. (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erol, M. (2015). *Modelleme Etkinliklerinin 9.Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Okuryazarlıkları ve İnançları Üzerine Etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- Ezberci, E., Kurnaz, M. A., & Bayri, N. A. (2015). Investigation of middle school students' ability to transfer between different representation types about electricity topic and their relation with academic success and reasoning ability. *Journal of Turkish Science Education*, 12(3), 3-18.
- Flavell, J. H. (1976). *Metacognitive aspects of problem solving*. In *The nature of intelligence* (pp.231-236). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gagné, M., Forest, J., Gilbert, M. H., Aubé, C., Morin, E., & Malorni, A. (2010). The motivation at work scale: Validation evidence in two languages. *Educational and Psychological Measurement*, 70(4), 628-646.
- Gilbert, J. K. (2009). *Multiple representations in chemical education* (Vol. 4, pp. 1-8). D. F. Treagust (Ed.). Dordrecht: Springer.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations: The case of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 394-422.
- Gravetter, F., & Wallnau, L. (2014). *Essentials of statistics for the behavioral sciences* (8th ed.). Belmont, CA: Wadsworth
- Hand, B., Gunel, M., & Ulu, C. (2009). Sequencing embedded multimodal representations in awriting to learn approach to the teaching of electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(3), 225-247.
- Haratua, T. M. S., & Sirait, J. (2016). Representations based physics instruction to enhance students' problem solving. *American Journal of Educational Research*, 4(1), 1-4.
- Hattie, J., Fisher, D., & Frey, N. (2017). *Visible learning for mathematics: What works best to optimize student learning grades K-12*. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2),111-127.
- Ivanjek, L., Morris, L., Schubatzky, T., Hopf, M., Burde, J.-P., Haagen-Schützenhöfer, C., Dopatka, L., Spatz, V., & Wilhelm, T. (2021). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123>

- İpek, H., & Baran, T. (2011). The opinions of prospective mathematics teachers about using technology-supported multiple representations in teaching functions. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 2(3), 191-208.
- İzgiol, D. (2014). *Teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Jaakkola, T., & Veermans, K. (2020). Learning electric circuit principles in a simulation environment with a single representation versus “concreteness fading” through multiple representations. *Computers & Education*, 144, 103693.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31.
- Kanfer, R. (1990). Motivation theory and industrial and organizational psychology. In M. D. Dunnette & L.M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology (Vol.1, pp. 75-170)*. Consulting Psychologists Press.
- Kapucu, S. (2017). Lise öğrencilerinin fizik öğrenme anlayışlarının, fizik öğrenme yaklaşımlarını, fizik öğrenme özyeterliliklerini ve fiziğe yönelik ilgilerini yordama gücü. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (25), 133-158.
- Kapucu, S., & Özdemir, S. (2018). Teknoloji transfer ofislerinin şirketlerin ekonomik gelişimine ve refah düzeyine olan etkileri. *Journal of International Social Research*, 11(58), 1129-1137.
- Kaput, J. J. (1998). Representations, inscriptions, descriptions and learning: A kaleidoscope of windows. *Journal of Mathematical behavior*, 17(2), 265-281.
- Kara, G. (2021). *Türkiye’de Yayınlanan Ortaokul Matematik Eğitimindeki Kavram Yanılgıları Çalışmalarının İncelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Karaçam, S. (2014). Ortaokul öğrencilerinin teknoloji kavramına ilişkin algılarının metafor analizi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 1-12.
- Karakuyu, Y. (2008). Fizik öğretmenlerinin fizik eğitiminde karşılaştığı sorunlar: afyonkarahisar örneği/problems of physics teachers in physics education:

- afyonkarahisar sample. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(10), 147-159.
- Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanılgıları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 867-890.
- Kaya, D. (2015). *Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme* (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kocakulah, M. S. (2002). An Investigation of First Year University Students' Understanding of Magnetic Force Relations Between Two Current Carrying Conductors A Case Study: Balıkesir University, Faculty of Education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22. 155-166.
- Kocakulah, M. S., & Abacı, B. (2017). Son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının potansiyel fark konusundaki kavram yanılgıları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 155-163.
- Korkusuz, M. E., & Karamete, A. (2017). MMORPG türünde geliştirilen bir eğitsel oyunun basit elektrik devreleri ünitesine uygulanması ve çeşitli değişkenler bakımından incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 2(1), 78-96.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry instruction. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4(1), 101-115.
- Kwon, O. N., Park, J.-H., & Park, J.-S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 51-61.

- Lent, R.W., Brown, S.D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance [Monograph]. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79–122. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027>
- Lepper, M. R., & Greene, D. E. (1978). *The hidden costs of reward: New perspectives on the psychology of human motivation*. Oxford, England: Erlbaum.
- Li, W. S. S., & Arshad, M. Y. (2014). Application of multiple representation levels in redox reactions among tenth grade chemistry teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 35-52.
- Maries, A. (2013). *The role of multiple representations in physics problem solving performance of introductory physics students* (Unpublished doctoral dissertation). University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31–48). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>. Issue July
- Mayer, R.E. (2009). Constructivism as a theory of learning versus constructivism as a prescription for instruction. In S. Tobias and T. M. Duffy (Eds.) *Constructivist theory applied to instruction: Success or failure?* (pp. 185-200). New York: Taylor and Francis
- Mayer, R. E. (2014b). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed; pp. 43-71). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 403-423.
- Mayer, R. E., & Johnson, C.I. (2008). Revising the redundancy principle in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 380-386.
- Mayer, R. E., & Massa, L. J. (2003). Three facets of visual and verbal learners: Cognitive ability, cognitive style, and learning preference. *Journal of educational psychology*, 95(4), 833.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.

- McGurk, S. R., Twamley, E. W., Sitzer, D. I., McHugo, G. J., & Mueser, K. T. (2007). A meta-analysis of cognitive remediation in schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 164(12), 1791-1802.
- Mete, M., & Özdemir, S. (2018). Teknoloji transfer ofislerinin şirketlerin ekonomik gelişimine ve refah düzeyine olan etkileri. *Journal of International Social Research*, 11(58), 1129-1137.
- Mirçik, Ö. K., & Saka, A. Z. (2018). Evaluation of research related to virtual physics laboratory applications. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 740-744.
- Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. E. (2017). Multiple representations in physics and science education—why should we use them?. *Multiple representations in physics education*, 1-22.
- Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.09.001>
- Öno1, M. (2020). Anlam oluşturma yaklaşımının kullanıldığı üstbilişsel stratejilerle destekli öğretimin etkileri: 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi örneği (Doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖSYM. (2018). 2018 YKS Değerlendirme Raporu. 6 Mart 2020 tarihinde, “<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2018/GENEL/YKSDeqrapor06082018.pdf>” adresinden alınmıştır.
- ÖSYM. (2019). 2019 YKS Değerlendirme Raporu. 15 Mayıs 2020 tarihinde, “<https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2019/GENEL/yksDegRaporweb03092019.pdf>” adresinden alınmıştır.
- Özarslan, F., & Özcan, B. N. (2021). Türkiye’de matematik ve fen bilimleri eğitimi alanlarını birlikte ele alan çalışmaların içerik analizi. *Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(1), 18-36.
- Özdaş, A. (1990). Uzaktan öğretim sisteminde fizik eğitimi ve fizik ders kitapları. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(2), 167-174.

- Özen Göktaş, Ş. (2022). *Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarım süreçlerini içeren ders planlarını oluşturmada ve değerlendirmede kullandıkları ölçütlerin belirlenmesi* (Doktora tezi). Ege Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özmen, H., & Ayas, A. (2003). Öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi: Bir durum çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 1-13.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de Psychologie*, 45(3), 255-287.
- Paivio, A., & Desrochers, A. (1981). A dual-coding approach to bilingual memory. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 35(4), 388-399.
- Pajares, F. (2002). Gender and perceived self-efficacy in self-regulated learning. *Theory into practice*, 41(2), 116-225.
- Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*, 83(6), 639-653.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research and applications*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers'and students'use of multimodal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843-1866.

- Renkl, A., Atkinson, R. K., Maier, U., & Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *Journal of Experimental Education*, 70(4), 293-315.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
- Sadoski, M., Paivio, A., & Goetz, E. T. (1991). A critique of schema theory in reading and a dual coding alternative. *Reading Research Quarterly*, 26(4), 463-484.
- Sandy, D., Distrik, I. W., & Herlina, K. (2018). Validity and practicality of the students' worksheet based multiple representations on dynamic electricity material. In *International Conference On Multidisciplinary Academic (ICMA)*. Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions—looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123-135.
- Schneider, W., & Lockl, K. (2002). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain and Education*, 6(3), 114-121.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371.
- Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 207-231.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). London: Pearson.
- Schunk, D. H., & Pajares, F. (2009). Self-efficacy theory. In K. R. Wentzel & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 35-53). New York: Routledge.
- Sert, S. (2019). 6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde kullanılan farklı betimleme modlarının dezavantajlı öğrencilerin akademik başarılarına etkisi (Yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Shipstone, D., Rhöneck, C., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J., Johsua, S., & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316. <https://doi.org/10.1080/0950069880100306>

- Soedjoko, E., & Suyitno, H. (2019, October). Representation of students metacognition in constructing of graphics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1321, No. 2, p. 022091). IOP Publishing.
- Stajkovic, A. D., & Luthans, F. (1998). Social cognitive theory and self-efficacy: Going beyond traditional motivational and behavioral approaches. *Organizational Dynamics*, 26(4), 62–74. [https://doi.org/10.1016/S0090-2616\(98\)90006-7](https://doi.org/10.1016/S0090-2616(98)90006-7)
- Suryadi, A., Kusairi, S., & Husna, D. A. (2020). Comparative study of secondary school students' and pre-service teachers' misconception about simple electric circuit. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16(2), 111-121.
- Sweller J.-Chandler P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
- Sweller J.-van Merriënboer J.J.G.-Paas F.G.W.C. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8(4), 351-362.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Şen, H. C. & Eryılmaz, A. (2011). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Basit elektrik devreleri başarı testi geçerlik ve güvenirlik araştırması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-39. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyuefd/issue/13707/165950>
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Şenkal, B., & Dinçer, S. (2016). Türkiye’de fizik eğitimi-öğretimi ile ilgili yapılan çalışmaların eğilimi. *Journal of Research in Education and Teaching*, 5(2), 1-10.

- Şenyiğit, Ç., & Sılay, İ. (2019). Basit Elektrik Devreleri Konusunda Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (48), 69-87.
- Şimşek, N., & Tezcan, H. (2008). Kavram öğretimi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 41(2), 1-25.
- Şimşek, Ö., & Yeşiloğlu, Ö. (2014). Akran öğretimi yönteminin elektrik kavramlarının öğrenimi ve bilimsel süreç becerilerinin kazanımı üzerine etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 72-94.
- Tamm, L., Narad, M. E., Antonini, T. N., O'Brien, K. M., Hawk Jr, L. W., & Epstein, J. N. (2012). Reaction time variability in ADHD: A review. *Neurotherapeutics*, 11(3), 608-619.
- Taşlıdere, E., & Eryılmaz, A. (2012). Basit elektrik devreleri konusuna yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi ve öğrencilerin tutumlarının değerlendirilmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 9(1), 31-46.
- Tatar, E., Okur, M., & Tüysüz, C. (2009). Fen ve teknolojiye yönelik özyeterlik ölçeği: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 1-16.
- Tekkaya, C., Yeşim, C., & Yılmaz, Ö. (2000). Fen bilgisi öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Thiede K.W.-Dunlosky J. (1999). Toward a general model of self-regulated study: An analysis of selection of items for study and self-paced study time. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*. 25(4), 1024.
- Topdemir, H. G. (2004). Aristoteles'in doğa -fizik-felsefesi. *Felsefe Dünyası*, 37, 5-18.
- Tortop, H. S. (2012). Fizik öğretiminde kavram yanlışlığı ve kavramsal değişim stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 457-471.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.

- Tsui, C. Y., & Treagust, D. F. (2003). Genetics reasoning with multiple external representations. *Research in Science Education*, 33, 111-135.
- Tsui, C. Y., & Treagust, D. F. (2012). Introduction to multiple representations: Their importance in biology and biological education. In *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654.
- Tytler, R., & Prain, V. (2010). A framework for re-thinking learning in science from recent cognitive perspectives. *International Journal of Science Education*, 32(15), 2055–2078.
- Ulukök, Ş., Çelik, H., & Sarı, U. (2013). Basit Elektrik Devreleriyle İlgili Bilgisayar Destekli Uygulamaların Deneysel Süreç Becerilerinin Gelişimine Etkisi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 6(1), 77-101.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. *Handbook of Research on Teaching*, 3(1), 315-327.
- Wiske, M. S. (1998). *Teaching for understanding. linking research with practice. The Jossey-Bass Education Series*. Jossey-Bass Inc., Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104.
- Wu, H.-K., & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 754-767. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9363-8>
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğreniminde kavram yanlışları ve olası nedenleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 102-120.
- Yaman, F. (2019). Öğrencilerin sanal kimya laboratuvarı kullanarak hazırladıkları argümantasyona dayalı yazma etkinliklerinin çoklu gösterimler açısından incelenmesi. *İlköğretim Online*, 18(1), 207-225.
- Yanti, H., Distrik, I. W., & Rosidin, U. (2019, February). The effectiveness of students' worksheets based on multi-representation in improving students' metacognition

- skills in static electricity. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1155, No. 1, p. 012083). IOP Publishing.
- Yazıcı, E., Yalçınkaya, E., & Özdemir, S. (2022). Türkiye’de 2015-2019 yılları arasında fen eğitimi alanında simülasyon kullanılarak yapılan tez çalışmalarının betimsel analizi. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 1-18.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, E. (2008). *5E modelinin kullanıldığı kavramsal değişime dayalı öğretimde üst bilişine etkileri: 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik bir uygulama* (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Yılmaz, H. & Çavaş, P. (2007). Fen öğrenimine yönelik motivasyon ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İlköğretim Online*, 6(3), 430-440.
- Yılmaz, P. Köseoğlu, D., & Yıldırım, S. (2020). 4.sınıf “Basit Elektrik Devreleri” ünitesi için bilgisayar destekli interaktif bir öğretim materyali tasarımı ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(3), 1189-1216. <https://doi.org/10.17152/gefad.684246>
- Yiğit, N. & Alev, N. (2009). Öğretmen adaylarının elektrikte alan bilgisi. *Education Sciences*, 4(4), 1450-1567. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaedu/issue/19826/212404>
- Yun, E. (2020). Review of trends in physics education research using topic modeling. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 388-400.
- Yurttadur, Ş., & Pehlivan, M. (2020). Fen bilimleri dersinde karikatür kullanımının öğrencilerin motivasyonlarına etkisi. *Journal of STEAM Education*, 3(2), 80-91.
- Yünkül, E. (2019). Çoklu ortam öğrenme materyalinin akademik başarıya ve kalıcılık düzeyine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(2), 727-736.
- Yürük, N., & Çakır, M. (2000). Fen eğitiminde kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 190-198.
- Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91.

Zimmerman, B., & Schunk, D. (1989). *Self-regulated learning and academic achievement theory, research, and practice*. New York, NY: Springer.

EKLER

EKLER

EK A: Üst Biliş Dokümanı

	Hiç	Bazen	Sık sık	Her zaman
1 Soruları cevaplarırken doğru yapıp yapmadığımı kontrol ederim				
2 Bir soruyu cevaplarırken, nasıl yaptığımı kontrol ederim.				
3 Sınavlarda, soruları cevaplamadan önce, ne sorulduğunu anlamaya çalışırım.				
4 Sınav sorularının bildiğim konularla ilgisi olup olmadığını anlamaya çalışırım.				
5 Bir konuyu anlayıp anlamadığımı bilirim.				
6 Kafam karıştığı zaman durur ve tekrar okurum.				
7 Sınavda soruları cevaplarırken, nasıl düşündüğümün farkındayım.				
8 Bir bilginin benim için önemli olup olmadığını anlar, dikkatimi ona yoğunlaştırırım.				
9 Hangi düşünme biçimini, ne zaman kullanacağımı bilirim.				
10 Tam olarak anlamadığım konuyu tekrar ederim.				
11 Sınavlarda soruları cevaplamak için gerekli olan süreyi bilir ve kendimi ona göre ayarlarım.				
12 Sınavlarda hatalarımı fark eder, dönüp düzeltirim.				
13 Fikir sahibi olduğum bir konuyu daha iyi öğrenirim.				
14 Hangi yöntemi, nerede kullanırsam daha etkili olacağını bilirim.				
15 Bir sınavda soruları çözebilmek için belirli yöntemler kullandığımı farkındayım.				
16 Duruma bağlı olarak farklı öğrenme yolları kullanırım.				
17 Kafamdaki bilgileri kolay hatırlayabileceğim bir şekilde düzenlerim.				
18 Öğretmenin benden ne öğrenmemi beklediğini bilirim.				
19 Yeni öğrendiğim bir konuyu daha kolay anlayabileceğim bir hale getirmeye çalışırım.				
20 Bir soruyu çözdükten sonra kendime, daha kolay bir çözüm yolu olup olmadığını sorarım.				
21 Sınavlara hazırlanırken, çalıştığım konuları bölümlere ayırırım.				
22 Bir konuyu anlayamadığım zaman kullandığım yöntemi değiştiririm.				

EK B: Fen Bilimleri Dersine Yönelik Özyeterlik Ölçeği

	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Fen Bilimleri dersindeki problemler beni endişelendirir.					
2. Fen Bilimleri problemlerini çözerken zorlanırım.					
3. Fen Bilimleri sınavları beni endişelendirir.					
4. Fen Bilimleri dersinde araştırma ödevi almak <u>istemem</u> .					
5. Fen Bilimleri ödevlerimi tek başıma <u>yapamam</u> .					
6. Ne kadar çaba harcasam da fen bilimlerini <u>öğrenemem</u> .					
7. Fen Bilimleri konularını anlamakta zorlanan arkadaşlarıma yardım edebilirim.					
8. Fen Bilimleri öğretmenimin sorduğu soruları cevaplayamamaktan korkarım.					
9. Fen Bilimleri deneylerinde sonuca ulaşamamaktan her zaman korkarım.					
10. Fen Bilimleri dersinde zorlandığımda bu zorluğun üstesinden tek başıma gelebilirim.					
11. Fen Bilimleri dersinde başarılı olmak için gerekli becerilere sahibim.					
12. Eğer seçim hakkım olsaydı, Fen Bilimleri dersini öğrenmek <u>istemezdim</u> .					
13. Fen Bilimleri projelerini başarı ile tamamlayabilirim.					
14. Fen konuları ister zor, ister kolay olsun, bu konuları anlayabileceğimden eminim.					
15. Zor olan fen kavramlarını anlayabileceğimden çok emin değilim.					
16. Fen sınavlarında başarılı olacağımdan eminim.					
17. Ne kadar çabalarsam çabalayayım, fen konularını öğrenemiyorum.					
18. Fenle ilgili etkinlikler çok zor olduğunda, bunları yapmaktan vazgeçerim veya sadece kolay kısımlarını yaparım.					
19. Fen Bilimleri Dersinden yüksek not alacağıma inanıyorum.					
20. Fen Bilimleri Dersinde anlatılan temel kavramları anlayabileceğim konusunda kendime güveniyorum.					
21. Fen Bilimleri Dersinde öğretmenin anlatacağı en zor konuyu bile anlayacağıma inanıyorum.					
22. Fen Bilimleri Dersindeki ödevleri ve sınavları mükemmel yapabileceğim konusunda kendime güveniyorum.					
23. Fen Bilimleri Dersinde başarılı olmayı bekliyorum.					

24. Eminim ki Fen Bilimleri Dersinde öğretilen tüm becerileri ustalıkla yapabilirim.					
25. Fen Bilimleri konularında verilen görevleri tamamlayabilirim.					
26. Fen Bilimleri konularında kendime güvenerek çalışırım.					
27. Fen Bilimleri konularında kendimi geliştirebilirim.					

EK C: Fen Bilimlerine Yönelik Motivasyon Ölçeği

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1.Fen konuları ister zor, ister kolay olsun, bu konuları anlayabileceğimden eminim.					
2. Zor olan fen kavramlarını anlayabileceğimden çok emin değilim.					
3.Fen sınavlarında başarılı olacağımdan eminim.					
4.Ne kadar çabalarsam çabalayayım, fen konularını öğrenemiyorum.					
5.Fenle ilgili etkinlikler çok zor olduğunda, bunları yapmaktan vazgeçerim veya sadece kolay kısımlarını yaparım.					
6.Fenle ilgili etkinlikleri yaparken cevapları kendim bulmaya çalışmaktansa başkalarına sormayı tercih ederim.					
7.Fen dersinin konuları bana zor geldiğinde, bu konuları öğrenmek için uğraşmam.					
8. Yeni fen kavramlarını öğrenirken, bunları anlamak için çaba gösteririm.					
9.Yeni fen kavramlarını öğrenirken, bunlarla daha önceki deneyimlerim arasında bağlantılar kurarım.					
10.Bir fen kavramını anlamadığımda bana yardımcı olacak uygun kaynaklar bulurum.					
11.Bir fen kavramını anlamadığımda, bu kavramı anlayabilmek için öğretmenimle ya da diğer öğrencilerle tartışırım.					
12.Öğrenme süreci boyunca, öğrendiğim kavramlar arasında bağlantılar kurmaya çalışırım.					
13.Bir hata yaptığımda, niçin hata yaptığımı bulmaya çalışırım.					
14.Anlamadığım fen kavramlarıyla karşılaştığımda, yine de bunları anlamak için çaba gösteririm.					
15.Günlük hayatımda kullanabileceğim için fen öğrenmenin önemli olduğunu düşünüyorum.					
16.Fen beni düşünmeye yönelttiği için, fenin önemli olduğunu düşünüyorum.					

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
17. Fende problem çözmeyi öğrenmenin önemli olduğunu düşünüyorum.					
18. Fende araştırmaya yönelik etkinliklere katılmanın önemli olduğunu düşünüyorum.					
19. Fen konularını öğrenirken merakımı giderecek fırsatların olması önemlidir.					
20. Fen derslerine diğer öğrencilerden daha iyi olmak için katılım gösteririm.					
21. Fen derslerinde derse katkıda bulunmamım amacı, diğer öğrencilerin zeki olduğumu düşünmelerini sağlamaktır.					
22. Fen derslerine öğretmenimin dikkatini çekebilmek için katılım gösteririm.					
23. Fen dersinde bir sınavdan iyi bir not aldığımda kendimi başarılı hissederim.					
24. Fen dersinin konularında kendime güvendiğimde kendimi iyi hissederim.					
25. Fen dersinde zor bir problemi çözebildiğimde kendimi başarılı hissederim.					
26. Fen dersinde, öğretmen fikirlerimi kabul ettiğinde kendimi iyi hissederim.					
27. Fen dersinde diğer öğrenciler fikirlerimi kabul ettiğinde kendimi iyi hissederim.					
28. Fen dersinin konuları heyecan verici ve çeşitli konulardan oluştuğu için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					
29. Öğretmenim farklı öğretim yöntemleri kullandığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					
30. Öğretmenim üzerimde çok fazla baskı oluşturmadığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					
31. Öğretmen bana ilgi gösterdiği için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					
32. Fen dersi beni düşünmeye zorladığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					
33. Öğrenciler konuları tartışabildikleri için fen dersine katılmaya istekliyimdir.					

EK D: Elektrik Devreleri Kavram Testi

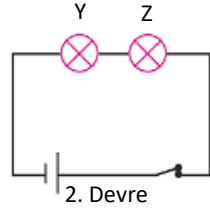
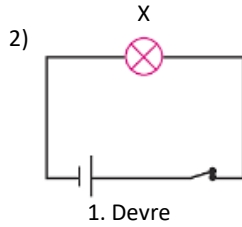
ELEKTRİK DEVRELERİ KAVRAM TESTİ

Bu ölçme aracı bir test olmayıp sizin "Elektrik Devreleri" konusuna ilişkin görüşlerinizi öğrenmek amacı ile hazırlanmıştır. "Elektrik Devreleri" konusunda düşünceleriniz çok önemli olup sorulara vermiş olduğunuz yanıtların doğru ya da yanlış olması önemli değildir. Bu nedenle her bir soru için ne düşündüğünüzü, bu sorulara ayrılan boş satırlara mümkün olduğunca açık bir şekilde yazınız. Cevaplamaya istediğiniz sorudan başlayabilirsiniz ancak lütfen cevaplanmayan soru bırakmayınız.

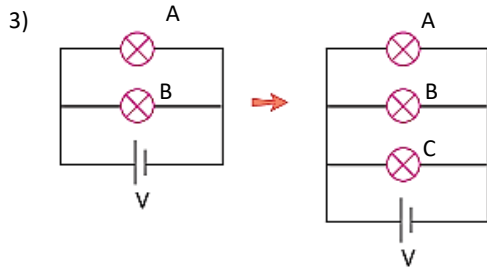
1) Bir pil ve üç ampulden oluşan devreyi; ampulleri seri bağlayarak ve ampulleri paralel bağlayarak 2 farklı şekilde çizin.

Seri bağlama

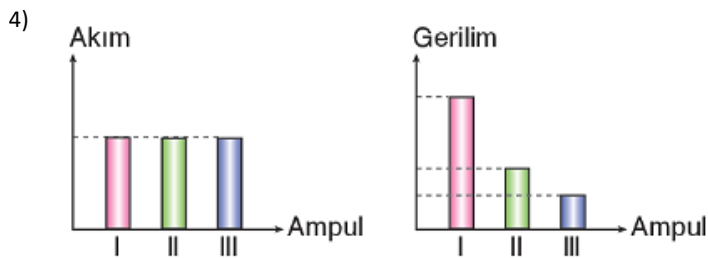
Paralel bağlama



Özdeş pil ve ampuller kullanılarak 1. ve 2. Devre şeklindeki gibi oluşturulmuştur. Bu devrelerde bulunan ampul parlaklarını karşılaştırınız. **Nedeninin açıklayınız.**

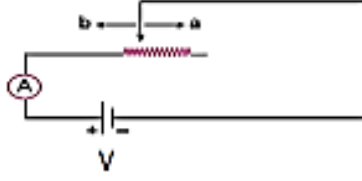


A, B ve C ampulleri özdeştir. Başta A ve B ampulleriyle oluşturulan elektrik devresine C ampulü şeklindeki gibi eklenmiştir. Bu durum sonucunda A ve B ampullerinin parlaklığı nasıl değişmiştir? **Nedeniyle açıklayınız.**



Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III numaralı ampullerde oluşan akım ve gerilim (potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. **Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.**

5)

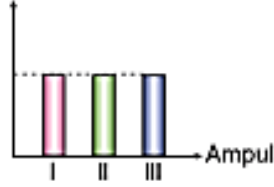


Bir iletkenin direncini değiştirmek için kullanılan alete reosta denir. Reosta ayarlanabilir ve değişken dirençtir. Direncin boyu arttıkça direnç artar.

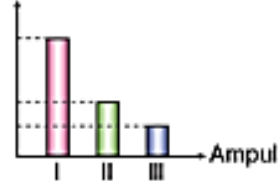
a) Reosta a yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.

b) Reosta b yönünde ilerletildiğinde ampermetrede okunan akım değeri nasıl değişir? Açıklayınız.

6) Gerilim

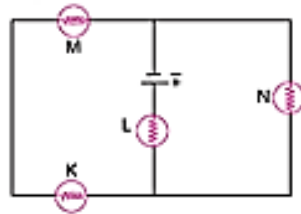


Akım

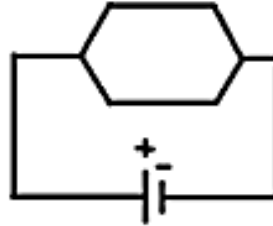


Yandaki grafiklerde bir elektrik devresinde bulunan I, II ve III ampullerinde oluşan akım ve gerilim(potansiyel fark) değerleri verilmiştir. Buna göre ampulleri dirençlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.

7)



Yandaki elektrik devresinde bulunan lambaları birbirlerine göre seri-paralel durumlarını gözeterek aşağıdaki boş elektrik devresine uygun şekilde ekleyiniz.



EK E: Görüşme Formu

7. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusu Kavramları Hakkındaki Görüşme Soruları

Amaç: 7. Sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri Konusu” kavramları hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmak.

Araştırma Problemi: 7. Sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri Konusu” kavramlarına yönelik görüşleri nelerdir?

Tarih: / /

Saat(Başlangıç/Bitiş): /

Giriş

Merhaba;

Adım O. Efe KILIÇ, Balıkesir Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Programında yüksek lisans öğrencisiyim, aynı zamanda Manisa’ nın Akhisar İlçesinde Fen Bilimleri öğretmeni olarak çalışmaktayım. Çoklu gösterimlerin “Elektrik Devreleri Konusu” kavramları öğretimine etkisine yönelik görüşleri üzerine çalışma yapmaktayım. Bu süreçte görüşlerinizin önemli olduğunu düşünüyorum. Katılarınız için şimdiden teşekkür ediyorum.

Görüşme sorularını yanıtlamaya geçmeden önce, görüşmemizin gizli olduğunu ve görüşme sorularına yanıtlarınızı yalnızca benim ve araştırmadaki danışmanımın bileceğini belirtmek isterim. Bunun yanında araştırma raporunda isimleriniz kesinlikle yer alamayacak, bunun yerine takma isimler kullanılacak ya da isimleriniz şifrelenecektir.

Başlamadan önce sormak istediğiniz soru ya da belirtmek istediğiniz herhangi bir düşünceniz varsa bildiriniz.

Görüşme sorularına yaklaşık 25 dakika sürede cevap verebileceğinizi tahmin ediyorum.

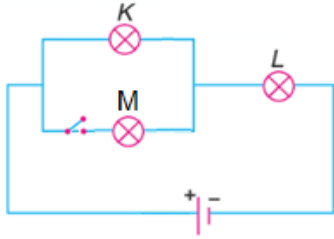
Görüşme Soruları:

1)



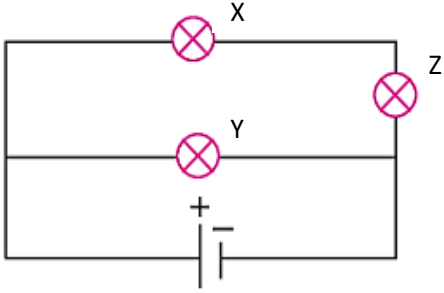
Resimde akım, gerilim ve direnç kavramları hakkında ne anlatılmak istenmiştir? Açıklayınız.

2)



Şekildeki devrede bulunan K, L ve M ampulleri özdeşdir. Anahtarın açık olduğu devrede, anahtar kapatıldığında ampullerin parlaklığı hakkında neler söyleyebilirsiniz.

3)



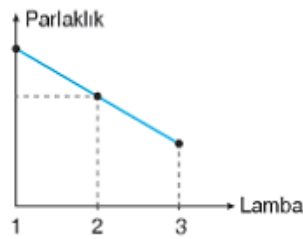
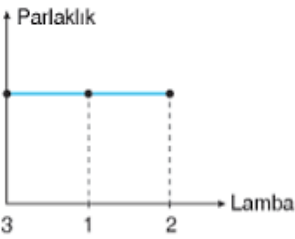
Yandaki elektrik devresinde bulunan ampullerinin birbirlerine bağlanma şekillerinden bahsedebilir misiniz?

4)

Gerilim (V)	Akım (A)
12	3
8	2
4	1

Yandaki tabloda bir elektrik devresine verilen gerilim ve buna bağlı olarak devrede oluşan akım değerleri verilmiştir. Buna göre Direnç-Akım ve Direnç-Gerilim grafikleri nasıl çizilebilir? Açıklayınız.

5)



3' er özdeş lamba ve 1' er özdeş pilden oluşan 2 devrede bulunan lamba parlaklığının her lamba takıldığındaki parlaklık durumları verilmiştir. Buna göre devreleri çiziniz.

6) Ders işlenirken uygulanan etkinlikleri nasıl buldunuz?

7) Sizce bu etkinlikler elektrik devreleri kavramlarını anlamanıza yardımcı oldu mu? Neden?

8) Uygulanan etkinliklerin derse olan motivasyonunuzda bir değişikliğe sebep oldu mu? Açıklayınız

9) Öğretim öncesinde diğer konulardaki düşüncelerinizi gözden geçiriyor muydunuz?

10) Elektrik devreleri kavramları ile ilgili düşüncelerinizi ders sonrası gözden geçirdiniz mi? Nasıl?

11) Elektrik devreleri kavramlarını tam olarak anladığınıza inanıyor musunuz?

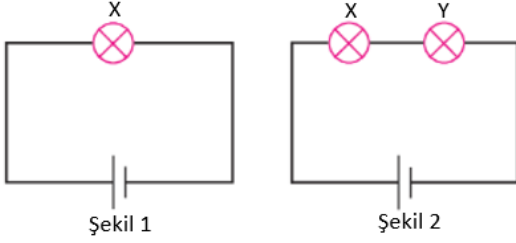
12) Elektrik devreleri kavramları ile ilgili soruları rahatlıkla çözebileceğinizi düşünüyor musunuz?

EK F: Transfer Testi

Ad-Soyad :

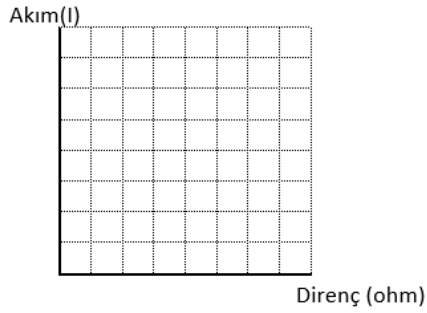
Sınıfı:

Şekil 1' de sadece X ampulünün bulunduğu devreye, Şekil 2' deki gibi özdeş Y ampulü seri olarak bağlanmıştır. **Buna göre X ampulünün parlaklığı nasıl değişmiştir?**



Yanda verilen soruyu Ohm Kanunu ($V=I.R$) formülüne göre açıklayınız.

Yukarıdaki soruya göre devreye Y ampulü takıldığındaki durumu Akım-Direnç grafiğinde gösteriniz. (Kendiniz uygun sayısal değerler verebilirsiniz)



Yanda oluşturduğunuz grafiğe göre aşağıdaki tabloyu doldurunuz.(Kendiniz uygun sayısal değerler verebilirsiniz)

	V	I	R
Devre 1			
Devre 2			
Devre 3			

EK G: Hazırbulunmuşluk Testi

7. SINIFLAR FEN BİLİMLERİ DERSİ HAZIR BULUNUŞLUK TESTİ

AD-SOYAD:

Okul:

NUMARA:

1. 14-) Cenk aşağıdaki tabloda bulunan cümlelerin karşılarını doğru ya da yanlış olmalarına göre ✓ işareti kullanarak doldurmuştur.

	Doğru	Yanlış
I. Elektrik enerjisini üretmek için kurulan tesislere santral denir.	✓	
II. Her sıvı madde elektrik enerjisini iletir.		✓
III. İletkenler elektrik enerjisinin geçişine izin vermez.	✓	
IV Floresan ve neon lambalar, gazların iletkenlik özelliğinden yararlanılarak yapılmıştır.	✓	

Buna göre, Cenk tablodaki hangi soruyu hatalı işaretlemiştir?

- A) I B) II C) III D) IV

- 2.

15-)

Araç	Sürat
Uçak	600 km/h
Otomobil	150 km/h
Kamyon	50 km/h
Bisiklet	10 km/h

Yandaki tabloya göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Uçakla 2 saatte alınan yol, otomobil ile 8 saat sürer.
B) Otomobilin 1 saatte aldığı yolu kamyon 120 dakikada alır.
C) Bisikletle 4 saatte gidilen yol kamyonla bir saatte alınır.
D) Kamyonun 60 dakikada aldığı yol, bisikletle 2,5 saat sürer.

- 3.

16-) Sabit süratle giden bir cisim 4 s de 20 m yol almıştır. Buna göre, cismin sürati kaç m/s dir?

- A) 20 B) 5 C) 4 D) 2

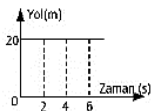
- 4.

18-) Aşağıdakilerden hangisi ışık ve sesin ortak özelliğidir?

- A) Yansımaya B) Doğrusal Yayılma
C) Boşlukta yayılabilme D) Yankı oluşumu

- 5.

19-)



Yol - zaman grafiği şekildedeki gibi olan bir araba için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A) Sürati 20 m/s büyüklüğündedir.
B) Durgun haldedir.
C) Doğrusal yolda ilerlemektedir.
D) 4. saniyedeki sürati, 2. saniyedeki süratinden büyüktür.

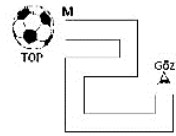
- 6.

20-) Aşağıdaki durumların hangisinde cisim dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde değildir?

- A) Askıda duran elbise
B) Kaldırdığı halteri tutan halterci
C) Sabit süratle yuvarlanan top
D) Paraşütle atlayan sporcu

- 7.

21-)



Şekildeki K noktasından bakan bir gözlemci, M noktasındaki topu görebilmek için en az kaç tane düzlem ayna kullanmalıdır?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

- 8.

22-) Dirençle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Direnç arttıkça iletkenlik artar.
B) Direnç artarsa ısı enerjisine dönüşen elektrik enerjisi miktarı artar.
C) Devre elemanlarının direnci vardır.
D) İletkenlerin direnci küçüktür.

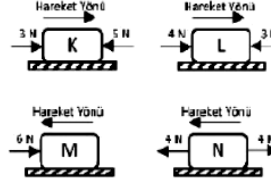
9. 24-)



Yukarıdaki kavram haritasını hazırlayan bir öğrenci bazı yerleri boş bırakıyor.

Bu yerlere aşağıdakilerden hangileri gelmelidir?

- | I | II | III |
|-----------------|---------------|--------------------|
| A) Parlak Yüzey | Pürüzlü Yüzey | Düzdüzen Yansımaya |
| B) Parlak Yüzey | Düz Yüzey | Ayna |
| C) Düz Yüzey | Ayna | Duvar |
| D) Ayna | Parlak Yüzey | Yansımaya |

10. 25-)  Sürtünmesi önemsenmeyen yatay düzlem üzerindeki K, L, M ve N cisimlerine, gösterilen kuvvetler uygulanıyor.


Hangi cisimlere uygulanan kuvvetler cismin hareket yönünün değişmesine neden olur?

- A) K ve L B) K ve M C) L ve N D) M ve N

11. 26.) Hareketli bir aracın,
I. kütlesi
II. hareket süresi
III. hacmi
IV. hareket süresince aldığı yol

niceliklerinden hangileri kullanılırsa aracın sürati hesaplanabilir?

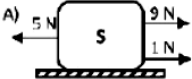
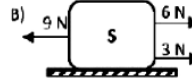
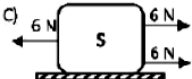
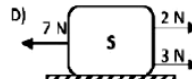
- A) I ve III B) II ve III
C) II ve IV D) III ve IV

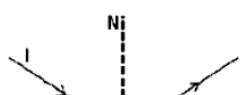
12. 27-)  Yandaki kavram haritasını hazırlayan esma, numaralı kutulara hangi kavramları yazmalıdır?

- | | | | |
|----|---------|----------|---------|
| | I | II | III |
| A) | İletim | Hareket | İletken |
| B) | İletken | Enerji | İletim |
| C) | Strafor | Sıcaklık | İletken |
| D) | İletken | Enerji | Yalıtım |

13. 28.) Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda, S cismine farklı kuvvetler uygulanmaktadır.

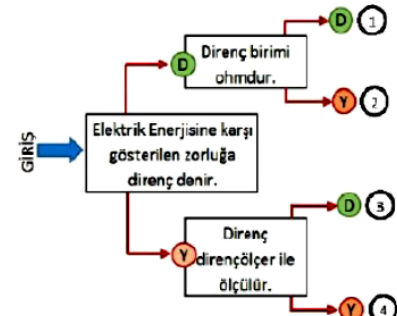
Aşağıdaki durumların hangisinde S cisim hareketli kalır?

- A)  B) 
- C)  D) 

14. 29-)  Şekildeki I ışık ışını düzlem aynadan yansırken ayna ile 30°'lik açı yapıyor.

Buna göre, I ışınının gelme açısı kaç derecedir?

- A) 30 B) 40 C) 60 D) 90

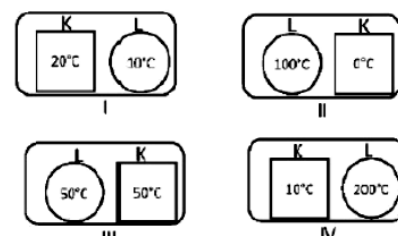
15. 30-) 

Yukarıdaki tabloda girişten başlayarak üzerinden geçilen bilgi doğru ise D, yanlış ise Y yolu takip edildiğinde kaç numaralı kapıdan çıkılır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

16. 32-) Aşağıdakilerden hangisi elektrik çarpmalarından korunmak için alınabilecek önlemlerden biri değildir?

- A) Elektrikli aletlerle çalışırken yalıtkan maddelerden yapılmış ayakkabı ve eldiven giyilmelidir.
B) Elektrikli aletlerin kullanım kılavuzlarındaki talimatlara uyulmalıdır.
C) Prizlere birden fazla fiş takılmamalıdır.
D) Kesik ya da kopmuş kablolarla çıplak elle dokunulmamalıdır.

17. 33.) 

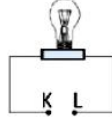
Yukarıda ısı yalıtımlı ortamlara konmuş K ve L cisimleri vardır.

Hangi durumda ya da durumlarda ısının akış yönü K dan L'ye doğrudur?

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

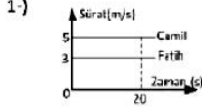
18.

35-) Metal tel ve ampulle oluşturulan düzende ampulün yanabilmesi için telin K ve L uçlarına aşağıdakilerden hangisi bağlanmalıdır?



- A) Anahtar B) Pili
C) Yalıtkan Madde D) Lamba

19.

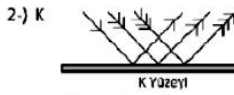


Başlangıçta yan yana olan Cemil ve Fatih'in hız - zaman grafikleri şekilde verilmiştir.

Çocuklar harekete geçtikten 20 saniye sonra aralarında uzaklık kaç metre olur?

- A) 15 B) 40 C) 60 D) 100

20.



yüzeyine gönderilen ışık ışınları şekildeki gibi yansımaktadır.

Buna göre ışık ışınlarının etki ettiği yüzey aşağıdakilerden hangisi olamaz?

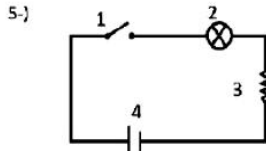
- A) Pürüzlü duvar B) Düz ayna
C) Alüminyum folyo D) Gümüş tepsi

21.

3-) Aşağıdakilerden hangisi sesin soğurulması ile ilgili değildir?

- A) Her yer karla kaplıye ortamın sessiz olması
B) Ortamlarda düz, pürüzsüz zeminlerin kullanılması
C) Yan odada şiddetli ses çıkaran radyonun sesini bir kısmının duyulması
D) Oturma odalarında yumuşak eşyaların kullanılması

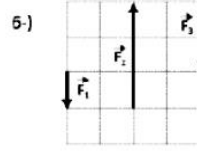
22.



Şekildeki devre elemanları için aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) 1 numaralı devre elemanı anahtardır. Kapatıldığında devreden akım geçer.
B) 2 numaralı devre elemanı ampuldür. İçinde yüksek dirençli tel vardır.
C) 3 numaralı devre elemanı dirençtir. Elektrik enerjisinin iletimine zorluk gösterir.
D) 4 numaralı devre elemanı pildir. Pili olmazsa ampul daha parlak ışık verir.

23.



$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ kuvvetleri eşit bölmelendirilmiş düzlem üzerindedir.

Buna göre, kuvvetlerin hangi nicelikleri aynıdır?

- A) Büyüklük B) Yön
C) Doğrultu D) Uygulama Noktası

24.

7-) Kulağını demiryoluna dayayan bir kişi uzaktan yaklaşan trenin sesini duyabiliyor, ancak başını kaldırıp etrafına baktığında ne treni görebiliyor ne de sesini duyabiliyor.

Bu olayla ilgili aşağıdaki sonuçlardan hangisini çıkarabiliriz?

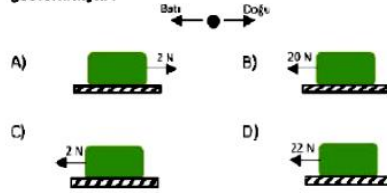
- A) Demirde sesin yayılma hızı, havadakinden daha fazladır.
B) Ses en hızlı hava ortamında yayılır.
C) Ses titreşimlerini göremeziz.
D) Ses her ortamda yayılmaz.

25.

8-) Aşağıda bir cisme etki eden kuvvetler tablo halinde verilmiştir.

	1. Kuvvet	2. Kuvvet	3. Kuvvet
Doğrultu	Doğu-Batı	Doğu-Batı	Doğu-Batı
Yön	Batı	Doğu	Batı
Büyüklük	14 N	20 N	8 N

Buna göre, cisme etki eden net kuvvet, hangi seçenekte doğru gösterilmiştir?



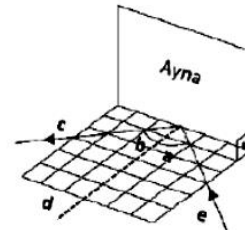
26.

9-) Aşağıdaki ısı yayılma olaylarından hangisi diğerlerine göre farklıdır?

- A) Termostaki ısının korunması
B) Tencere saplarının siyah renkli olması
C) Güneş enerji panellerinin koyu renk olması
D) Kışın koyu renkli giysiler giyme

27.

10-) Bir ışının düz aynadaki yansıması şekildeki gibi gösterilmiştir.



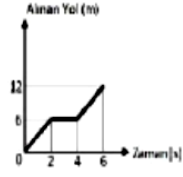
Buna göre;
I. Ayna yüzeyinin normali d'dir.
II. Gelme açısı a, yansıma açısı b'dir.
III. Gelen ışın e, yansıyan ışın c'dir.

verilerinden hangileri doğrudur?

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

28.

11-)



Bir hareketiyle ait şekildeki alınan yol - zaman grafiğinden yararlanarak;

- i. İlk 2 saniyedeki sürati
- ii. 6 saniyede aldığı yolu
- iii. Durduğu süre

yukarıdakilerden hangileri bulunabilir?

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

29.

12-) Bilim ve teknolojiye sesin ultrason cihazlarında kullanılır. Tiyatro sinema salonları özelliği iyi ortamlardır. Ses madde ile karşılaştığında geçebilir, yansır veI.....

Yukarıdaki paragrafta I, II ve III ile gösterilen kısımlara aşağıdakilerden hangileri gelmelidir?

- | | I | II | III |
|----|-------------|----------|---------------|
| A) | soğurulması | akustik | iletilebilir |
| B) | soğurulması | yansması | soğurulabilir |
| C) | yansması | akustik | soğurulabilir |
| D) | yansma | akustik | yansır |

30.

13-) Bir kuvvetin etkisindeki cisim ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğru bir ifade değildir?

- A) Cismin sürati artabilir.
- B) Duran cisim harekete geçebilir.
- C) Hareket eden cisim durabilir.
- D) Cismin rengi değişebilir.

EK H: Ölçek İzin Formları

Üst Biliş Dokümanı Kullanım İzni

Gelen Kutusu x



efe kılıç <efeklc89@gmail.com>

30 Kasım Sal 21:41 (4 gün önce)



Alıcı: eylemyildiz ▾

Merhaba Hocam, ben Osman Efe KILIÇ, bir devlet okulunda Fen Bilimleri öğretmeniyim aynı zamanda Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretimi alanında yüksek lisans öğrencisiyim. Doktora tezinizde düzenlemiş olduğunuz "Üst Biliş Dokümanı" ölçeğinizi tez çalışmamda izniniz olursa kullanmak istiyorum.

İlginiz için şimdiden teşekkür ederim. İyi çalışmalar dilerim.



Eylem Yıldız-Feyzioğlu

30 Kasım Sal 22:34 (4 gün önce)



Alıcı: ben ▾

Sayın Kılıç

Öncelikle çalışmamıza gösterdiğiniz ilginiz için teşekkür ederim. Ölçeğin çalışmamıza katkı sağlamasını dilerim.

Saygılarımla.

efe kılıç <efeklc89@gmail.com>

21 Eki 2021 15:59 (5 gün önce)

Alıcı: Merve ▾



Çok teşekkürler, iyi günler iyi çalışmalar.

Merve ÖNOL <onolmerve@gmail.com>, 21 Eki 2021 Per, 13:17 tarihinde şunu yazdı:

Merhaba Osman Efe KILIÇ,

"Anlam oluşturma yaklaşımının kullanıldığı üstbilişsel stratejilerle destekli öğretimin etkileri: 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi örneği" başlıklı doktora tezim kapsamında geliştirmiş olduğumuz Hazırbulunuşluk Testini kullanabilirsiniz.

Çalışmalarınızda başarılar ve kolaylıklar dilerim.

Merve ÖNOL, Ph.D.
Canakkale Onsekiz Mart University

efe kılıç <efeklc89@gmail.com>, 21 Eki 2021 Per, 12:39 tarihinde şunu yazdı:

Hocam Merhaba ,
Ben Osman Efe KILIÇ, Sabri KOCAKÜLAH hocanın yüksek lisans öğrencisiyim, doktora tezinizde hazırlamış olduğunuz hazır bulunuşluk testini izin verirsiniz yüksek lisans tez çalışmamda kullanmak istiyorum.
İyi günler, iyi çalışmalar.

Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni



efe kılıç

3 Aralık Cum 17:34 (5 gün önce) ☆

Merhaba Hocam, ben Osman Efe KILIÇ, bir devlet okulunda Fen Bilimleri öğretmeniyim aynı zaman...

hulya yilmaz

6 Aralık Pzt 16:25 (2 gün önce) ☆ ↩ ⋮

Alıcı: ben ▾

Merhaba Efe

Referans göstererek tabii ki kullanabilirsin. Kolaylıklar dilerim.

Prof. Dr. Hülya Yılmaz

Kimden: "efe kılıç" <efeklc89@gmail.com>

Kime: "hulya yilmaz" <hulya.yilmaz@ege.edu.tr>

Gönderilenler: 3 Aralık Cuma 2021 17:34:53

Konu: Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği Kullanım İzni

"Fen ve Teknolojiye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeği" kullanım izni



efe kılıç

30 Kasım Sal 22:19 (4 gün önce) ☆

Merhaba Hocam, ben Osman Efe KILIÇ, bir devlet okulunda Fen Bilimleri öğretmeniyim aynı zaman...



efe kılıç

30 Kasım Sal 22:26 (4 gün önce) ☆

Hocam ayrıca izniniz olursa ölçek maddelerindeki "Fen ve Teknoloji" ismini "Fen Bilimleri" olarak de...



NİLGÜN TATAR

1 Aralık Çar 22:08 (3 gün önce) ☆ ↩ ⋮

Alıcı: ben ▾

Efe merhaba

"Fen ve Teknolojiye Yönelik Öz-yeterlik Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması" başlıklı çalışmamızda yer alan "FEN VE TEKNOLOJİ DERSİ ÖZYETERLİK ÖLÇEĞİ" ni araştırmada kullanabilirsin. Maddelerde yer alan "Fen ve Teknoloji" ismini "Fen Bilimleri" olarak değiştirmende bir sakınca yoktur. İhtiyaç duyabileceğin dokümanlar ekte ver almaktadır.

EK I: Araştırma Uygulama İzni



T.C.
MANİSA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-46949512-605.01-48757365
Konu : Araştırma İzni
(Osman Efe KILIÇ)

28.04.2022

MÜDÜRLÜK MAKAMINA

- İlgi: a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarih ve 1563890 sayılı 2020 / 2 No'lu Genelgesi,
b) Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'nın 15.04.2022 tarih ve 133898 sayılı yazısı.

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans programı öğrencisi Osman Efe KILIÇ'ın "Çoklu Gösterimlere Dayalı Ortaokul 7.Sınıf Elektrik Devreleri Ünitesi Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına, Fen Bilimleri Dersi Motivasyonlarına, Öz Yeterliklerine ve Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisi" konu başlıklı çalışması kapsamında Manisa İli Akhisar İlçesi [] Ortaokulunda yapmak istediği araştırma izin talebine ilişkin yazı ve ekleri incelenmiş olup;

Müdürlüğümüze bağlı resmi/özel okul ve kurumlarda öğrenci, öğretmen ve okul yöneticilerinin katılımıyla yapılması planlanan uygulamanın, covid-19 tedbirlerine uyulması ve denetimi il/ilçe millî eğitim müdürlükleri ve okul/kurum idaresinde olmak üzere, kurum faaliyetlerini aksatmadan, gönüllülük esasına göre; onaylı bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ve uygulama sırasında mühürlenmiş ve paraflanmış örnekten çoğaltılan veri toplama araçlarının kullanılması kaydı ile 2021-2022 eğitim-öğretim yılında yukarıda adı geçen okullarda uygulanması ilgi (a) Genelge doğrultusunda Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Coşkun DEMİR
Şube Müdürü

OLUR

Mustafa DİKİCİ
İl Millî Eğitim Müdürü

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Nişancıpaşa Mh.Atatürk Blv.No:36/A Şehzadeler/MANİSA

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (236) 231 46 08

Bilgi için: Strateji Geliştirme - C.Sunay BULUT

E-Posta: ab45@meb.gov.tr

Unvan : Memur

Keşif Adresi : meb@hs01.kep.tr

İnternet Adresi: manisa.meb.gov.tr

Faks:2362311251

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden **0fb7-e66e-37af-950e-0032** kodu ile teyit edilebilir.

EK İ: Çoklu Gösterimlerle Zenginleştirilmiş 5E Ders Planları

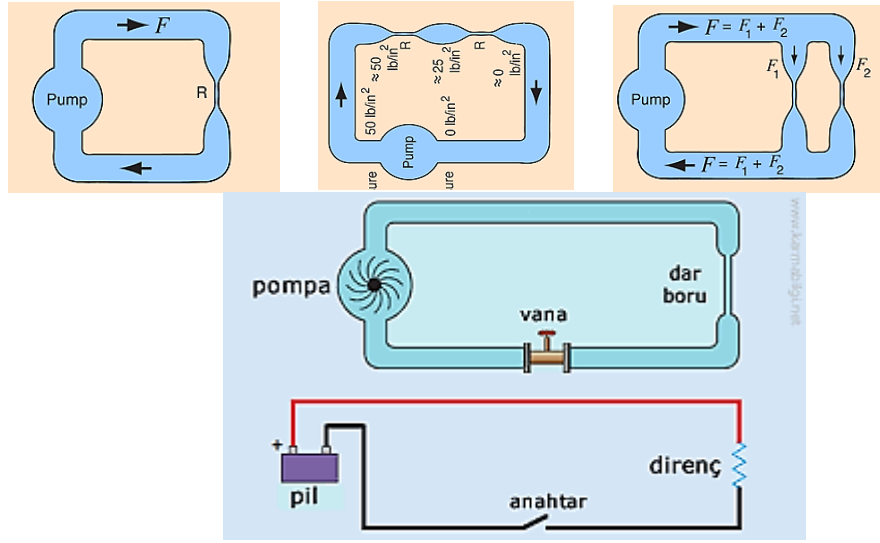
Konu: Ampullerin seri ve paralel bağlanması.

Kazanım: F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

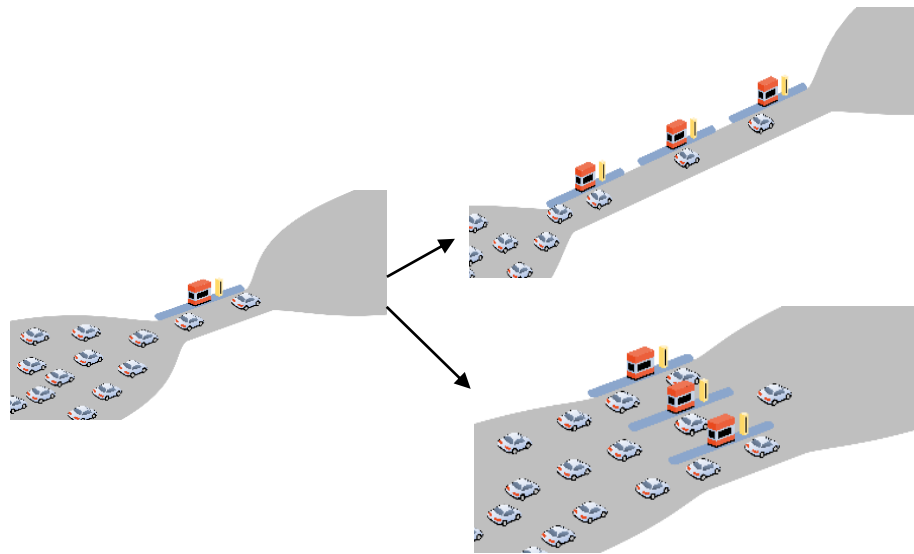
Ders Saati: 2

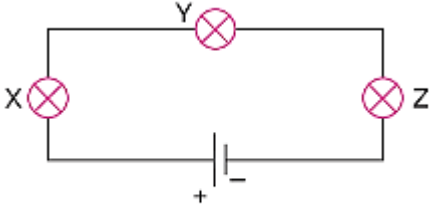
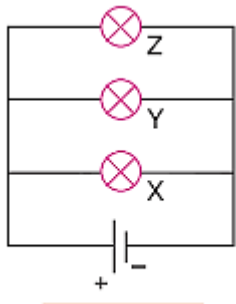
Giriş

- Devre elemanlarının sembollerinin çizilmesi istenir. Hatırlanamayan devre elemanı çizilerek hatırlanması sağlanır.
- 6. Sınıfta öğrendikleri direnç kavramı hatırlatılır.
- Sonrasında 3 ampul, 1 pilden oluşan basit bir elektrik devresi çizmeleri istenir. Önceki bilgileri doğrultusunda devrenin tek tip (seri bağlanarak) çizilmesi beklenmektedir. Çizim sonrasında lambaların yanması şartıyla, aynı devreyi lambaları farklı şekilde bağlayarak çizmeleri istenir.
- Aşağıdaki görseller hakkında öğrencilerin düşünceleri alınır.



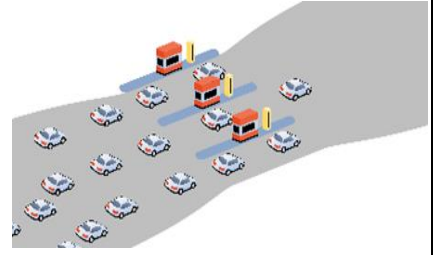
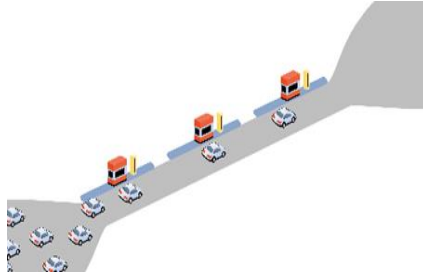
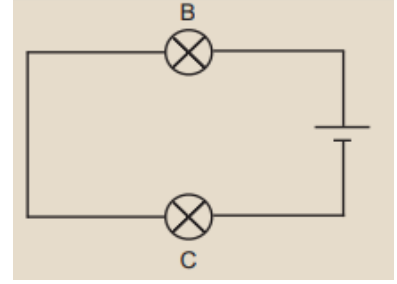
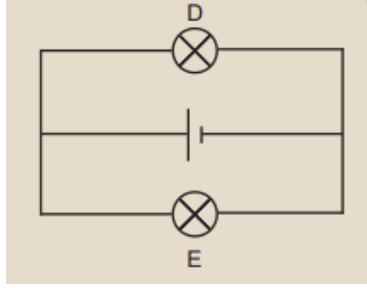
- https://javalab.org/en/resistance_connection_en/ (görselleri aşağıdadır.)



Keşfetme	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>İlk durum</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Son durum</p> </div> </div> <p>X, Y ve Z ampullerinin bulunduğu iki devre arasındaki fark nedir? sorusu üzerine seri-paralel bağlanma şekillerinin fark edilmesi sağlanır.</p> <p>Aşağıdaki simülasyonlar sınıfta öğrenciler ile birlikte uygulanması sağlanır.</p> <ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html
Açıklama	<p>Öğrencilerin seri-paralel bağlanma hakkında öğrendikleri bilgileri sınıfa sunup, bunları destekleyecek veya çürütecek argümanlarıyla tartışmaları sağlanır. Yanılgı görülen yerlerde müdahale edilip doğru bilgiyi öğrenmeleri sağlanır.</p>
Derinleştirme	<ul style="list-style-type: none"> • X, Y ve Z ampulleri ve 1 pilden oluşan devre için; X ve Y ampulleri birbirine paralel, Z ampulü bunlara seri bağlanmış devre oluşturunuz. (Phet Colorado üzerinden simüle etmeleri de istenir)

Değerlendirme

Aşağıdaki devre ve şekilleri ampullerin bağlanma biçimleri bakımından eşleştirip açıklayınız.



Konu: Elektrik Akımı

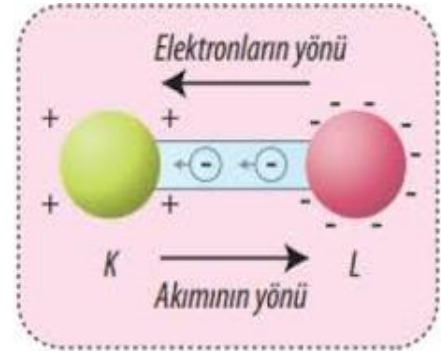
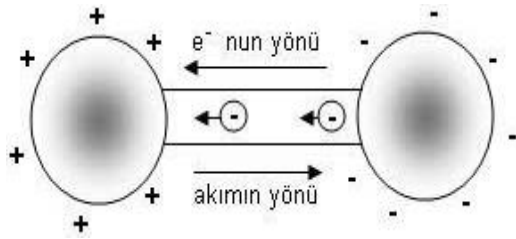
Kazanım: F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

Ders Saati: 2

Giriş

- Buldukları öğretim yılda öğrendikleri atom ve atomun içerisindeki proton, nötron ve elektron parçacıkları konularının hatırlanması sağlar.
- Elektrik devresinde pilin işlevi tartışılır, enerji sağlayıcısı olan pile iletken tel ile bağlanan ampulün yanması üzerine düşünmeleri sağlanır bunun hakkında aşağıdaki görsel ve simülasyon gösterimleriyle merak uyandırılması sağlanır.
- https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_uir&l=tr
- https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html
- https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=595&Itemid=32
- https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=593&Itemid=32



Keşfetme

Öğrencilerin dersten önce ve ders sırasında aşağıdaki simülasyonlar açılarak sanal olarak deneyler yapılır. Akım ve elektron hareketinin elektrik enerjisinden kaynaklandığını ve bu şekilde aktarıldığını keşfettirilmeye çalışılır.

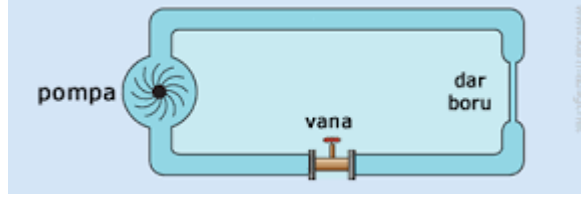
- https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html
- https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=595&Itemid=32
- https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=593&Itemid=32

Açıklama

Keşfetme aşamasında kullanılan simülasyon gösterimleri üzerinden öğrencilerin fikirleri alınır ve aralarında tartışmaları sağlanır. Gerekli görülen yerlerde gösterimler üzerinden öğretmen açıklamalar yapar.

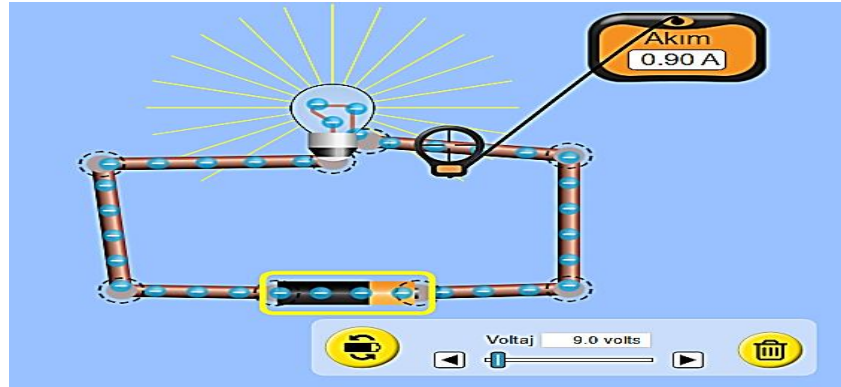
Derinleştirm
e

- Öğrenilen bilgiler ışığında akım ve elektrik enerjisi kavramları ile aşağıdaki görsel gösterim arasında bağlantı kurmaları ve bunları yazarak dilsel gösterimle sunmaları istenir.



- https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html

Yukarıdaki simülasyon gösterimi açılarak aşağıdaki devre oluşturulur. Pildeki elektrik enerjisi 5V, 10V, 15V ve 20V olarak ayarlanır. Devrelerindeki volt ve akım değerlerini aşağıdaki gösterim türlerine transfer etmeleri sağlanır.



	1. Devre	2. Devre	3. Devre	4. Devre
Volt				
Akım				

• Tablo gösterimi

Formül Gösterimi

Dilsel Gösterim

Akım(I)

Grafik gösterimi

Volt V

Değerlendir
me

Derinleştirme basamağında yapılan bilgilerin gösterim türleri arasındaki transferlerinin kendi aralarında değerlendirilmesi sağlanır.

Konu: Elektrik Akımı

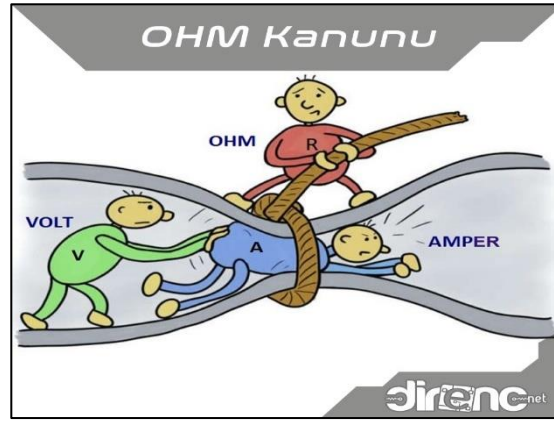
Kazanım: F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

Ders Saati: 2

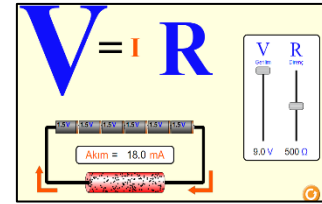
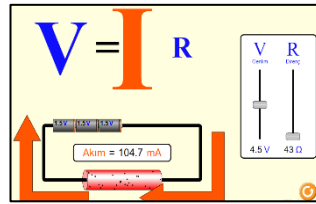
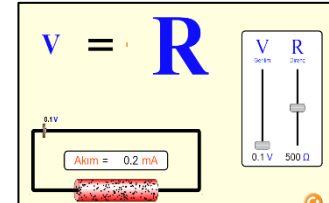
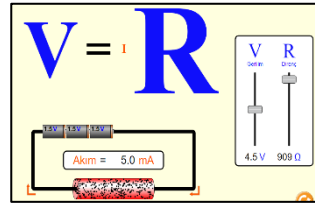
Giriş

- 6. Sınıf kavramı olan direnç hakkındaki ön bilgileri üzerine düşünceleri sağlanır eksik yerler tamamlanır.

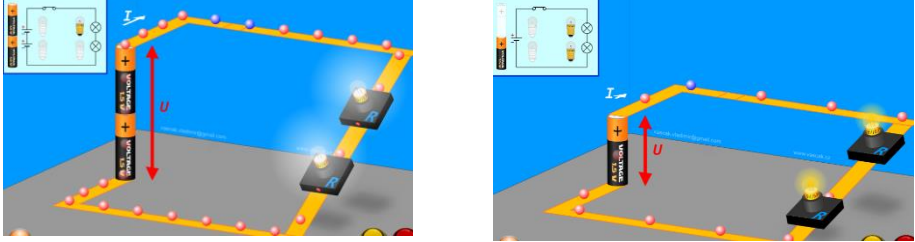
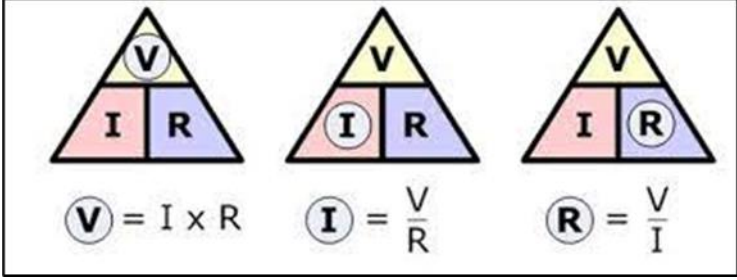
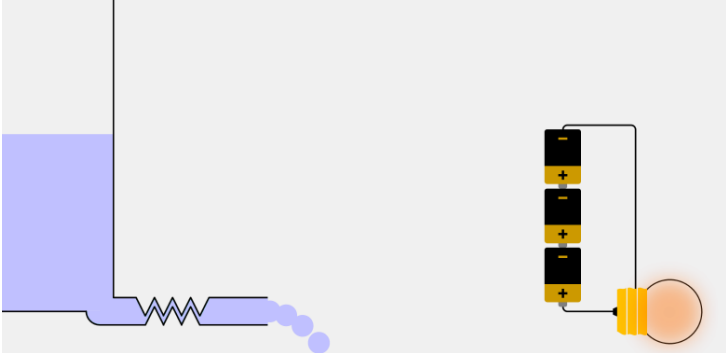
Önceki kazanımlarda gerilim-akım ilişkisini öğrenen öğrencilerin aşağıdaki görsel gösterim ile bunların direnç ile ilişkisi hakkında düşünceleri sağlanır.



Keşfetme



- https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_tr.html
Yukarıdaki simülasyon sitesinden yine yukarıdaki görsel gösterimler elde edilecek şekilde değerlerde değişik yapılarak ohm kanundaki kavramların ilişkisi keşfettirilmeye çalışılır.

	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_ui_r&l=tr <p>Üstteki simülasyon uygulamasında ohm kanunu üzerine düşündürülüp, pildeki kutuplar arasındaki “potansiyel fark” kavramına dikkat çekilir.</p> <p>Öğrencilerin bu kavramları;</p> <ol style="list-style-type: none"> Dilsel gösterime dönüştürmeleri istenir, Formüsel (sembol) gösterime dönüştürmeleri istenir.
Açıklama	<ul style="list-style-type: none"> • Ohm kanunu açıklanır, aşağıdaki formüsel gösterim ile öğrencilerin kendi oluşturdukları formüsel gösterim karşılaştırılması sağlanır. <div style="text-align: center;">  </div>
Derinleştirme	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • https://javalab.org/en/ohms_law_en/ <p>Görsel verilen simülasyon programında 2 durum karşılaştırılarak açıklanması sağlanır.</p>
Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> • https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html

Simülasyon programında elektrik devresi sabit tutulan değişken gerilim, bağımsız değişken direnç, bağımlı değişken akım olacak şekilde 3 deney düzeneği hazırlanır.

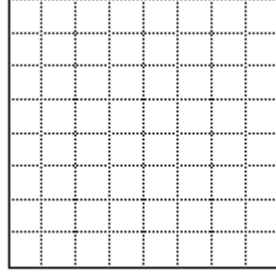
Bu düzeneklerden elde verileri;

Tablo Gösterimi:

	V	I	R
Devre 1			
Devre 2			
Devre 3			

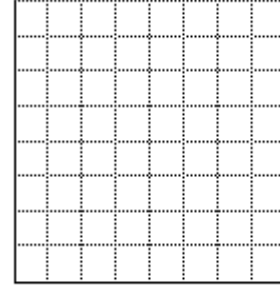
Grafiksel Gösterim:

Gerilim(V)



Akım (I)

Akım(I)



Direnç (ohm)

Dilsel Gösterim:

Formüsel Gösterim:

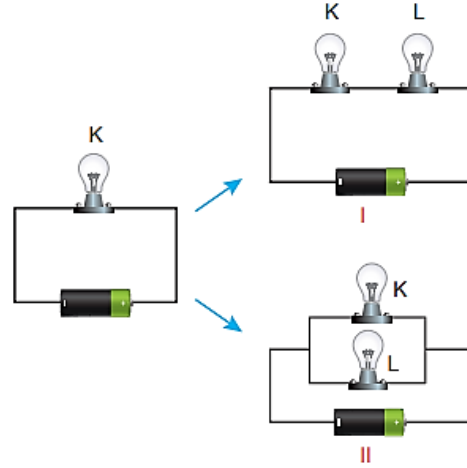
Konu: Seri-paralel bağlamada ampul parlaklığı.

Kazanım: F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.

Ders Saati: 2

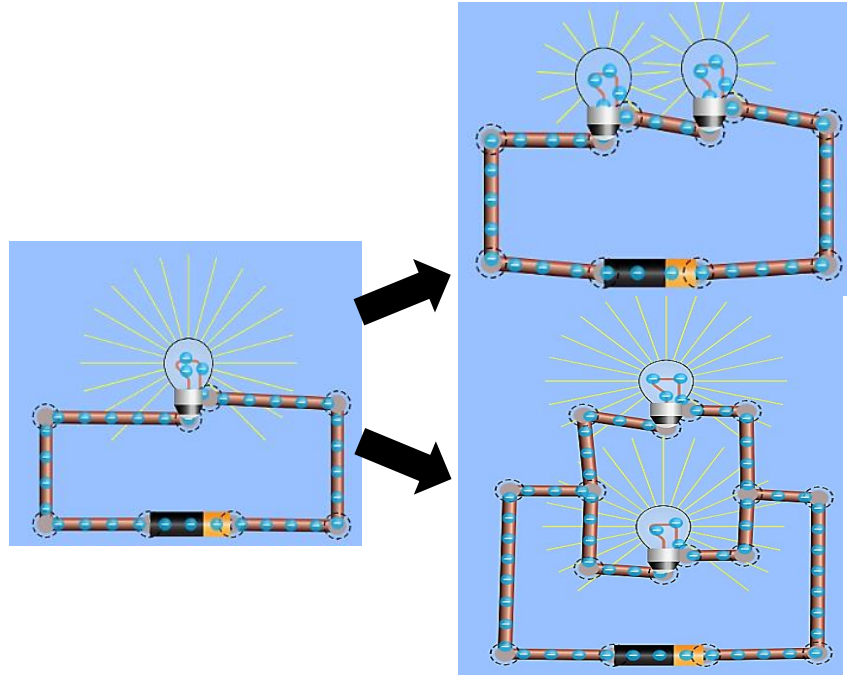
Giriş

- Aşağıdaki görsel gösterim yardımıyla öğrencilere K ampulünün parlaklığı devrelerde nasıl değişeceğini tartışmaları sağlanır.



Keşfetme

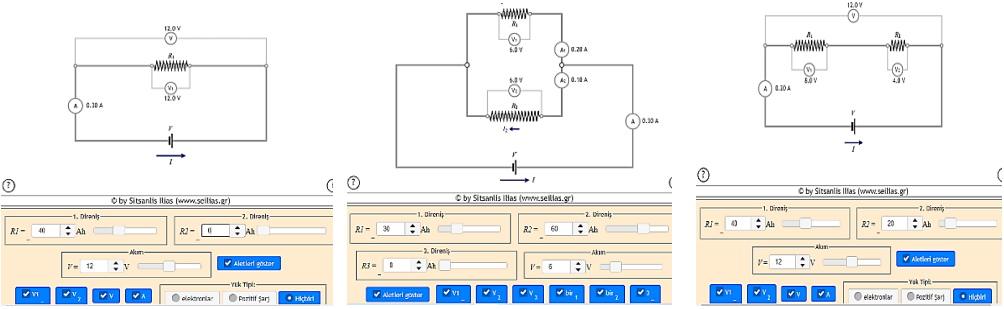
- https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html
Simülasyon uygulaması açılıp giriş bölümündeki devreler kurulur. Gözlenen parlaklıklar ile giriş bölümünde yaptıkları tahminlerini karşılaştırmaları sağlanır.



Açıklama

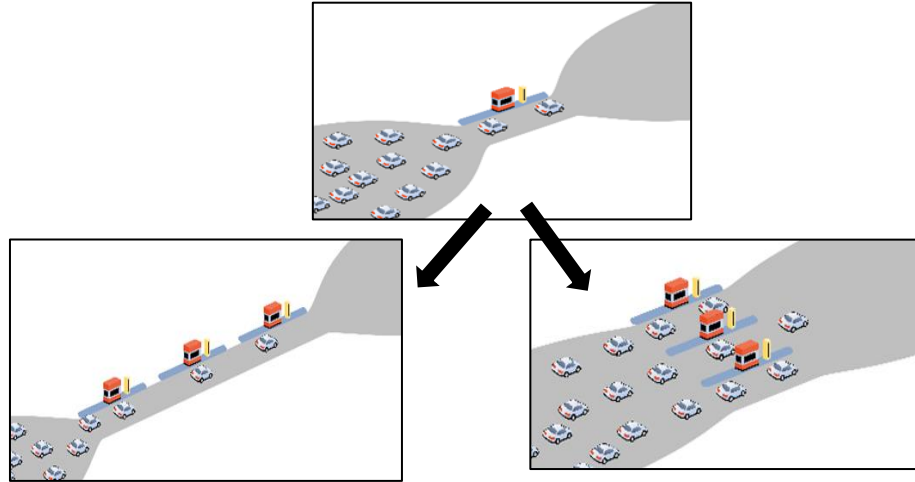
- https://www.seiliias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=505&Itemid=32
- https://www.seiliias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=506&Itemid=32

Simülasyon programları açılarak aşağıdaki görseller elde edilir. Verilen değerlerin ohm kanunu ile hesaplanarak dirençler üzerinden geçen akım şiddetinin bulunması konusu öğrencilere fark ettirilir. Buna göre lamba parlaklığının nasıl değiştiği açıklanır.

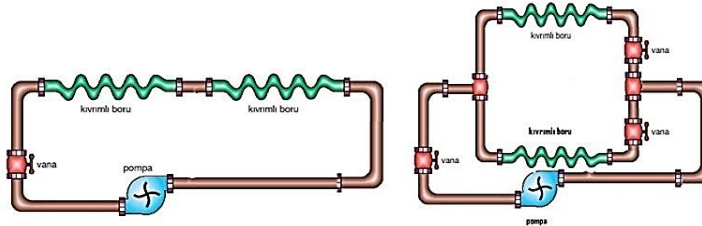


Derinleştirmeye

- https://javalab.org/en/resistance_connection_en/
Simülasyon programı açılarak aşağıdaki görseller elde edilip geçen araba sayısı hakkında öğrencilerin düşünceleri sağlanır. Daha araba sayıları karşılaştırılarak bu durumu basit elektrik devresinde öğrenilen kavramlar ile açıklamaları sağlanır.



- Aşağıdaki görsel ile elektrik devresi arasında bağlantı kurmaları sağlanır. Borulardan akan su miktarları karşılaştırılıp, bunu elektrik konu kavramlarıyla açıklamaları beklenir.



Değerlendirme

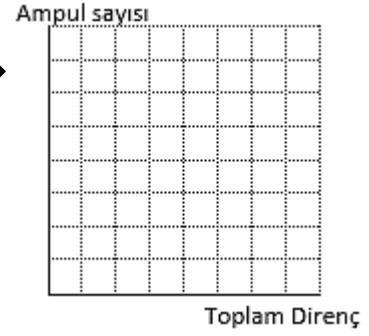
- https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_tr.html

1) Simülasyon uygulamasında aşağıdaki tabloya uygun deney düzeneği tasarımları istenir.

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Edilen Değişken
Ampul sayısı (Seri bağlama)	Ampul parlaklığı	Pil sayısı

- Hazırlanan deney düzeneğine göre tablo, grafikler doldurulur ve açıklanır.

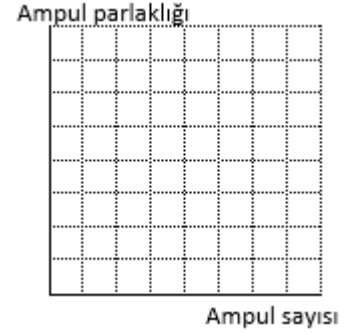
Ampul Sayısı			
Toplam Direnç			



Açıklama:

Ampul Sayısı			
Parlaklık			

(Ampul parlaklık seviyesine göre 1, 2, 3 gibi..)



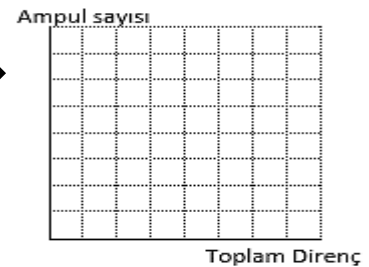
Açıklama:

2) Simülasyon uygulamasında aşağıdaki tabloya uygun deney düzeneği tasarımları istenir.

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol Edilen Değişken
Ampul sayısı (Paralel bağlama)	Ampul parlaklığı	Pil sayısı

- Hazırlanan deney düzeneğine göre tablo, grafikler doldurulur ve açıklanır.

Ampul Sayısı			
Toplam Direnç			



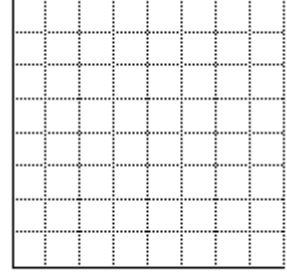
Açıklama:

Ampul Sayısı			
Parlaklık			

(Ampul parlaklık seviyesine göre 1, 2, 3 gibi..)



Ampul parlaklığı



Ampul sayısı

Açıklama:

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : OSMAN EFE KILIÇ

Doğum tarihi ve yeri : 18.03.1989 İzmir/Konak

e-posta : efeklc89@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü/ Matematik ve Fen Bilimleri Anabilimdalı/	2020-2023
Lisans	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi/ Eğitim Bilimleri Fakültesi	2009-2013
Lise	Ödemiş Anadolu Öğretmen Lisesi	2003-2007