



**FARKLI KAVRAMSAL DEĞİŞİM YAKLAŞIMLARINA DAYALI
ÖĞRETİM YÖNTEMLERİNİN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ KONUSUNDAKİ
ALTERNATİF KAVRAMLARINA ETKİSİ**

Havva Güneş

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN ALANLARI EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EYLÜL, 2020

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (on iki) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Havva

Soyadı : Güneş

Bölümü : Matematik ve Fen Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi
Bilim Dalı

İmza :

Teslim tarihi : 21/09/2020

TEZİN

Türkçe Adı : Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarına Dayalı Öğretim Yöntemlerinin
Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusundaki
Alternatif Kavramlarına Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Teaching Methods Based on Different Conceptual Change
Approaches on Alternative Concepts of Science and Art Center Students' on
Electric Circuits

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Havva GÜNEŞ

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Havva GÜNEŞ tarafından hazırlanan “Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarına Dayalı Öğretim Yöntemlerinin Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlarına Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Salih Ateş

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Ali Eryılmaz

Fizik Eğitimi Bilim Dalı, ODTÜ

Üye: Doç. Dr. Ömer Faruk Özdemir

Fizik Eğitimi Bilim Dalı, ODTÜ

Üye: Prof. Dr. Mahmut Selvi

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Nejla Yürük

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 21/08/2020

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

Prof. Dr. Yücel Gelişli

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca derin bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, yardımlarını ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen, akademik bir tutum ve beceri kazanmamda bana her daim rehberlik eden ve yüreklendiren ve hep yanımda olan çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Salih ATEŞ'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Tez hazırlama sürecinde ihtiyaç duyduğum her an teknik bilgisini, tecrübelerini ve güler yüzünü benden hiç esirgemeyen ve çalışmanın şekillenmesinde büyük katkısı olan kıymetli hocam Doç. Dr. Ömer Faruk ÖZDEMİR'e, tez çalışmamda bana öneri ve yönlendirmeleriyle katkıda bulunan sevgili hocam Prof. Dr. Nejla YÜRÜK'e, çalışma boyunca tez izleme komitesinde bulunan ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mahmut SELVİ'ye, değerli görüş ve önerileri ile araştırmama katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Ali ERYILMAZ, Prof. Dr. Ayşegül ATAMAN ve Dr. Öğretim Üyesi Derya KALTAKÇI GÜREL'e, tezin uygulama süreçlerinde benden desteğini esirgemeyen çalışma arkadaşım Dr. İlkay ABAZAOĞLU'na, çalışmamın uygulama sürecinin başından sonuna sabırla ve samimiyetle çalışmaya katılan ve herhangi bir karşılık beklemeden uygulamalara yaz tatillerinden kısararak bana zaman ayıran Mamak Bilim ve Sanat Merkezi'ndeki değerli öğrencilerime, uygulamalar boyunca benden yardımlarını esirgemeyen Mamak Bilim ve Sanat Merkezi ve Yasemin Karakaya Bilim ve Sanat Merkezlerindeki değerli idareci ve öğretmen arkadaşlarıma ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Doktora eğitimim sürecinde onlardan aldığım zamana rağmen koşulsuz sevgileri, anlayışları, destekleri ve fedakârlıklarıyla her an yanımda olan sevgili aileme, canım kızım Zeynep Hasna GÜNEŞ'e ve değerli eşim Burhan GÜNEŞ'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

**FARKLI KAVRAMSAL DEĞİŞİM YAKLAŞIMLARINA DAYALI
ÖĞRETİM YÖNTEMLERİNİN BİLİM VE SANAT MERKEZİ
ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ KONUSUNDAKİ
ALTERNATİF KAVRAMLARINA ETKİSİ
(Doktora Tezi)**

**Havva Güneş
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ağustos 2020**

ÖZ

Bu araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Çalışmanın birinci amacı, Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) özel yetenekleri geliştirici program kapsamında öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları belirlemektir. Çalışmanın ikinci amacı ise, kavramsal değişimin nasıl gerçekleştiğini farklı şekilde açıklayan iki görüşten Chi ve arkadaşlarının ‘Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi’ (OKDE) ile diSessa ve arkadaşlarının ‘Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi’ (BBKE) yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamalarının BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin alternatif kavramları üzerine etkilerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda araştırma, ilk amacı için tarama modeli ve ikinci amacı için ön test-son test eşleştirilmiş iki gruplu seçkisiz deneysel desen üzerine kurgulanmıştır. Çalışmanın her bir amacı için iki ayrı örneklemle çalışılmıştır. İlk örneklem, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Ankara ilinde bulunan BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden 7. sınıfı tamamlamak üzere olan 164 özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. İkinci örneklem ise, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Ankara ilindeki bir BİLSEM’de eğitimlerine devam eden ve amaçlı bir şekilde seçilen 7. sınıfı tamamlamış 18 özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk amacı için dört aşamalı yapıdaki Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testi (BEDAKT) geliştirilmiştir. Geliştirilen testin geçerlik ve güvenirlik çalışması yapıldıktan sonra, kullanılan bu testle özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları

belirlenmiştir. BEDAKT puanlarının geçerliği nitel ve nicel yöntemler kullanılarak sağlanmıştır. Testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı farklı test puanları için hesaplanmış ve tüm doğru puanlar ve standardize edilmiş alternatif kavram puanları (TOPLAM-A4) üzerinden 0,70 ve .34 olarak hesaplanmıştır. Testten elde edilen verilerin analizi sonucunda, Alternatif Kavram-TOPLAM puanı yüzdelerine göre özel yetenekli öğrencilerin %10'undan daha fazlası tarafından sahip olunan alternatif kavramların “tek kutuplu model, güç kaynağını sabit akım kaynağı olarak kabul etme modeli ve sıralı muhakeme modeli” alternatif kavramları olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci amacı için iki ayrı deney grubu oluşturulmuş ve BEDAKT öğretimlerin başında ve sonunda her iki deney grubundaki öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlama düzeylerini belirleyebilmek amacıyla ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Bu iki deneysel gruptan birinde öğrenciler ontolojik kategori değiştirme eğitimi (OKDE) yaklaşımı ile eğitim görürken, diğer gruptaki öğrenciler bilişsel bağlantı kurma eğitimi (BBKE) yaklaşımı ile eğitim görmüştür. OKDE grubunda 9 öğrenci (kız=5, erkek=4), BBKE grubunda da yine 9 öğrenci (kız=4, erkek=5) bulunmaktadır. Ön-test sonucunda toplanan veriler, öğretimler öncesi grupların denkliğini ve hazır bulunuşluk durumlarını tespit etmek için betimsel olarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin bu konuda sahip oldukları en yaygın alternatif kavramların “azalan akım modeli” ve “güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli” olduğu görülmüştür. Öğretim sonrası öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine uygulamaların etkisi betimsel istatistik ve T testi teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, BBKE yaklaşımının özel yetenekli öğrencilerin elektrik konusunda sahip oldukları alternatif kavramları giderme ve kavramsal anlama düzeylerini arttırmada OKDE yaklaşımına göre bazı alternatif kavramlarda daha etkili olduğunu göstermektedir. BBKE yaklaşımının hangi alternatif kavramın değişiminde daha etkili olduğuna bakıldığında; “güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli” ve “ilkel kural modeli” olduğu görülmüştür. Diğer alternatif kavramların değişiminde her iki yaklaşımın aynı düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Araştırmanın bulguları, alan yazında bu konuda yapılan çalışmaların bulgularıyla karşılaştırılarak tartışılmış ve uygulamacı ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Alternatif Kavramlar, Basit Elektrik Devreleri, Dört Aşamalı Test, Kavramsal Değişim, Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi, Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi, Özel Yetenekliler, Bilim ve Sanat Merkezi

Sayfa Adedi : 211

Danışman : Prof. Dr. Salih ATEŞ

**THE EFFECT OF TEACHING METHODS BASED ON DIFFERENT
CONCEPTUAL CHANGE APPROACHES ON ALTERNATIVE
CONCEPTS OF SCIENCE AND ART CENTER STUDENTS' ON
ELECTRIC CIRCUITS**

(Ph.D. Thesis)

Havva Güneş

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

August 2020

ABSTRACT

This research has two aims. The first aim of the study is to determine the alternative concepts of electrical circuits of gifted students studying in special skills development program in Science and Art Centers (SAC). The second aim of the study is to reveal the effect of Chi and his colleagues' approach 'Ontological Category Change Training' (OCCT) and diSessa and colleagues' approach 'Cognitive Connection Training' (CCT) on gifted students' conceptual understanding on electric circuits. In this respect, the first purpose of research is built on the survey model and the second purpose is on the pre-test and post-test random assignment with matching two-group experimental design. Two different samples were used for each purpose of the study. The first sample consisted of 164 gifted students who are about to complete 7th grade at SACs in Ankara province in the 2015-2016 academic year. The second sample is composed of 18 gifted students who have completed 7th grade at a SAC in Ankara province in 2015-2016 academic year. For the first purpose of the study, Simple Electrical Circuits Alternative Concepts Test in four-tier format (SECACT) was developed. After the validity and reliability study of the developed test, the alternative concepts that gifted students have about electric circuits were determined with this test. The validity of SECACT scores was obtained by using qualitative and quantitative methods. The Cronbach Alpha reliability coefficient of the test was calculated for different test scores and calculated as .70 and .34 over all correct scores and standardized alternative concept scores (TOTAL-A4). As a result of the analysis of the data obtained from the test, according to Alternative Concept-TOTAL score percentages, it is determined that more than 10% of gifted students' alternative concepts is about

“unipolar model, power supply as constant current source model and sequential reasoning model” alternative concepts. For the second purpose of the study, two different experimental groups were formed and SECACT was applied as pre-test and post-test in order to determine the students' conceptual understanding level of electric circuits in both experimental groups at the beginning and end of the education. First experimental groups were trained with the ontological category change training (OCCT) approach, and the second were trained with the cognitive connection training (CCT) approach. There were 9 students (female = 5, male = 4) in the OCCT group and 9 students (female = 4, male = 5) in the CCT group. The data collected at the end of the pre-test were analyzed using descriptive analysis to determine the equivalence and readiness of the groups before the teaching. It is observed that the most common alternative concepts that students have are “attenuation model” and “the power supply as constant current source model”. After training, the effect of applications on students' conceptual understanding levels was analyzed by using descriptive analysis and T test techniques. The results of the analysis show that the BBKE approach is more effective than the OKDE approach in elimination of some alternative concepts and increasing the conceptual understanding levels of gifted students. According to this study, It was seen that the most effective alternative concepts in the change of BBKE is the model of the power supply as constant current source and the empirical rule model. Both approaches were found out to be equally effective in changing other alternative concepts. The findings of the research were discussed and compared with the findings of the studies in this field in the literature and suggestions were given to the practitioners and researchers.

Key Words : Alternative Concepts, Simple Electric Circuits, Four-Tier Test, Conceptual Change, Ontological Category Change Training, Cognitive Connection Building Training, Gifted Students, Science and Art Center

Page Number : 211

Supervisor : Professor. Dr. Salih ATEŞ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ.....	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xvii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırmanın Önemi.....	7
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	10
1.5. Varsayımlar	11
1.6. Tanımlar	11
BÖLÜM II	15
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	15
2.1. Alternatif Kavramlar.....	15
2.1.1. Alternatif Kavramların Ortaya Çıkarılması.....	18
2.1.2. Fizikte Alternatif Kavramlar	21
2.1.3. Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlar	22
2.2. Kavramsal Değişim.....	26
2.2.1. Kavramsal Değişim Teorileri	27
2.2.1.1. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı	28

2.2.1.2. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı.....	35
2.2.1.3. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı Perspektiflerinin Karşılaştırılması.....	42
2.3. Üstün Zekalı veya Özel Yetenekli Çocuklar	45
2.3.1. Özel Yetenekli Çocukların Özellikleri ve Gelişimleri.....	47
2.3.2. Özel Yetenekli Çocukların Eğitimi.....	49
2.3.2.1. Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM)	51
2.3.3. Özel Yetenekli Çocukların Tanılanması.....	51
2.4. İlgili Araştırmalar.....	53
2.4.1. Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlar ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	53
2.4.2. Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	63
2.4.3. Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişime Yönelik Çalışmalar	74
BÖLÜM III.....	79
YÖNTEM	79
3.1. Araştırmanın Deseni.....	79
3.2. Araştırmanın Çalışma Evreni ve Örneklemi.....	81
3.3. Araştırmanın Veri Toplama Aracı	85
3.3.1. Dört Aşamalı Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testinin Geliştirilmesi (BEDAKT).....	85
3.3.2. BEDAKT'in Geçerlik ve Güvenirlik Analizi.....	89
3.3.2.1. Geçerlik Analizi.....	89
3.3.2.2. Güvenirlik Analizi.....	91
3.3.2.3. Madde Analizi.....	92
3.3.3. BEDAKT Verilerinin Analizi	93
3.3.3.1. BEDAKT'daki Doğru Puanlar.....	94
3.3.3.2. BEDAKT'daki Alternatif Kavram Puanları	95
3.3.3.3. BEDAKT'daki VE, VEYA ve TOPLAM Puanları	97
3.3.3.4. Güven Puanları	100
3.3.4. BEDAKT Verilerinin Madde Analizi.....	100
3.4. Araştırma Sürecinde Yapılan Öğretim Uygulamaları.....	101
3.4.1. Hazırlık Süreci.....	101

3.4.2. Pilot Çalışmayla İlgili Detaylı Bilgi	102
3.4.3. OKDE Yaklaşımına Dayalı Öğretim Yapılan Grupta Yürütülen Uygulama Süreci.....	103
3.4.4. BBKE Yaklaşımına Dayalı Öğretim Yapılan Grupta Yürütülen Uygulama Süreci.....	105
3.4.5. Uygulama Öncesi ve Sonrası Verilerinin Analizi	106
BÖLÜM IV	107
BULGULAR VE YORUM	107
4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum	107
4.1.1. İlk Analiz.....	108
4.1.2. BEDAKT Geçerli Bir Ölçme Aracı mıdır?	109
4.1.2.1. <i>Doğru Puanları ve Güven Puanları Arasındaki Korelasyonlar...</i>	110
4.1.2.2. <i>Testin Alternatif Kavram Puanlarının Faktör Analizi Sonuçları.</i>	112
4.1.2.3. <i>Yanlış Pozitifler, Yanlış Negatifler ve Bilgi Eksikliklerinin Oranları.....</i>	112
4.1.3. BEDAKT Güvenilir Bir Ölçme Aracı Mıdır?	115
4.1.3.1. <i>BEDAKT Maddelerinin Analizi</i>	116
4.1.3.2. <i>BEDAKT'e Ait Betimsel İstatistikler</i>	117
4.1. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum.....	119
4.2.1. BİLSEM'lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin BEDAKT'e Göre Doğru Cevap Yüzdeleri.....	119
4.2.2. BİLSEM'lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin BEDAKT'e Göre Alternatif Kavramlara Sahip Olma Yüzdeleri.....	120
4.2.3. BİLSEM'lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin Elektrik Devreleri ile İlgili Sahip Oldukları Alternatif Kavramlar	123
4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum.....	124
BÖLÜM V.....	133
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	133
5.1. Sonuçlar	133
5.1.1. Birinci Alt Probleme Ait Sonuçlar	133
5.1.2. İkinci Alt Probleme Ait Sonuçlar	136
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Sonuçlar	139

5.2. Öneriler.....	144
KAYNAKLAR.....	147
EKLER.....	170
EK 1. BEDAKT’ın Çeldiricilerini Oluşturmak İçin Kullanılan Görüşme Kılavuzu	171
EK 2. Görüşme Kılavuzu İçin Uzman Değerlendirme Formu.....	176
EK 3. Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testi (BEDAKT).....	178
EK 4. BEDAKT İçin Uzman Değerlendirme Formu.....	184
EK 5. BEDAKT’ın Doğru Cevap Anahtarı.....	186
EK 6. BEDAKT’ın Alternatif Kavram Seçenekleri Tablosu.....	187
EK 7. BEDAKT’ın Ham Verileri.....	188
EK 8. Katılımcıların BEDAKT’ın Üçüncü Aşamalarındaki Boş Şıklara Verdikleri Yanıtlar.....	191
EK 9. OKDE Yaklaşımı Etkinlik Planları.....	193
EK 10. BBKE Yaklaşımı Etkinlik Planları.....	200
EK 11. MEB Araştırma İzin Belgesi	207
EK 12. Pilot Uygulama ve Ana Uygulama Resimleri	209

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar</i>	54
Tablo 2.2. <i>Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar</i>	64
Tablo 2.3. <i>Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişimle İlgili Yapılmış Çalışmalar</i>	75
Tablo 3.1. <i>Araştırmada Kullanılan Ön Test-Son Test Eşleştirilmiş İki Gruplu Seçkisiz DeneySEL Desen Modeli</i>	80
Tablo 3.2. <i>Test Geliştirme Sürecinde Görüşmelere Katılan Özel Yetenekli Öğrencilerin Demografik Bilgileri</i>	83
Tablo 3.3. <i>Test Geliştirme Sürecinde Dört Aşamalı Elektrik Alternatif Kavramlar Testinin Ana Çalışmasına Katılan Özel Yetenekli Öğrencilerin Demografik Bilgileri</i>	84
Tablo 3.4. <i>Çalışma için Seçilen Öğrencilerin Demografik Özellikleri</i>	85
Tablo 3.5. <i>Alternatif Kavram Puanları için VE, VEYA ve TOPLAM Puanlarının Hesaplanması</i>	97
Tablo 3.6. <i>BEDAKT için Araştırma Sorularının Adres Gösterdiği Hesaplamalar</i>	101
Tablo 3.7. <i>Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi'nin (OKDE) Aşamaları</i>	103
Tablo 3.8. <i>Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi'nin (BBKE) Aşamaları</i>	105
Tablo 4.1. <i>Boş Şıklara Verilen Cevapların Kodlama Kategorilerinin Tanımlanması</i>	108
Tablo 4.2. <i>Maddelerin Üçüncü Aşamalarındaki Boş Şıkları Dolduran Katılımcıların Sayısı</i>	109
Tablo 4.3. <i>Testin Aşamalarının Doğru Puanları ile Güven Puanları Arasındaki Korelasyonlar</i>	111
Tablo 4.4. <i>BEDAKT'taki Bilgi Eksikliği için Karar Tablosu</i>	113
Tablo 4.5. <i>Bir Katılımcının Testin Hem İkinci Hem de Dördüncü Aşamalarında Emin Olduğunda BEDAKT Üzerindeki Birinci ve Üçüncü Aşama Kombinasyonlarına Dayalı Karar Tablosu</i>	114

Tablo 4.6. BEDAKT'taki Doğru Puanlarının Yanlış Pozitif, Yanlış Negatif ve Bilgi Eksikliği Yüzdeleri.....	114
Tablo 4.7. Doğru Puanlar için Cronbach Alpha Güvenirlikleri.....	115
Tablo 4.8. Alternatif Kavram Puanları için Cronbach Alfa Güvenirlikleri.....	116
Tablo 4.9. Doğru ve Alternatif Kavram Puanlarının Madde Zorluk Düzeyleri.....	116
Tablo 4.10. Doğru Puanları ve Alternatif Kavram Puanlarının Ayırıcılık İndeksleri	117
Tablo 4.11. BEDAKT'ın Tüm Dört Aşama Puanları için Kapsamlı Betimsel İstatistikler	117
Tablo 4.12. OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Tek Kutuplu Model Puanlarına Ait Betimsel Analizler	125
Tablo 4.13. OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Çarpışan Akımlar Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler.....	125
Tablo 4.14. OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT İlkel Kural Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler	126
Tablo 4.15. OKDE ve BBKE Uygulamalarına Katılan Öğrencilerin İlkel Kural Modeli BEDAKT Son-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları.....	126
Tablo 4.16. OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Zayıflayan Akım Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler.....	127
Tablo 4.17. OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Paylaşılan Akımlar Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler ..	128
Tablo 4.18. OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler	128
Tablo 4.19. OKDE ve BBKE Uygulamalarına Katılan Öğrencilerin Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli BEDAKT Son-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları.....	129
Tablo 4.20. OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Sıralı Muhakeme Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analiz Sonuçları.....	130
Tablo 4.21. OKDE ve BBKE Gruplarının BEDAKT Puanlarına Göre Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Alternatif Kavram Puanlarına Ait Betimsel Analiz Sonuçları.....	131

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 2.1.</i> Öğrencilerin sahip oldukları tek kutuplu model alternatif kavramı ile ilgili devre örnekleri.....	23
<i>Şekil 2.2.</i> Öğrencilerin sahip oldukları çarpışan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği.....	23
<i>Şekil 2.3.</i> Öğrencilerin sahip oldukları zayıflayan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği.....	24
<i>Şekil 2.4.</i> Öğrencilerin sahip oldukları paylaşılan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği.....	24
<i>Şekil 2.5.</i> Sıralı muhakeme alternatif kavramının değerlendirilmesi için kullanılan elektrik devresi.....	25
<i>Şekil 2.6.</i> Chi'nin ontolojik kategorileri	33
<i>Şekil 2.7.</i> diSessa'nın koordinasyon sınıfları teori modeli şeması.....	41
<i>Şekil 2.8.</i> Özel yetenekli öğrencilerin genel karakteristikleri.....	48
<i>Şekil 3.1.</i> Dört aşamalı teşhis testinin geliştirilme aşamaları.....	86
<i>Şekil 3.2.</i> BEDAKT'daki sadece ilk aşamalara göre Doğru-1'in gösterimi.....	94
<i>Şekil 3.3.</i> VE-A1, VEYA-A1 ve TOPLAM-A1 puanlarının nasıl üretildiğinin bir örneği.....	98
<i>Şekil 4.1.</i> a) Doğru-1 puanları ile Güven-1 puanlarının dağılım grafikleri; b) Doğru-2 puanları ile Güven-2 puanlarının dağılım grafikleri; c) Doğru-3 puanları ile Güven-3 puanlarının dağılım grafikleri.....	111
<i>Şekil 4.2.</i> Doğru puanlarının histogramları	118
<i>Şekil 4.3.</i> Alternatif kavram puanların histogramları.....	119
<i>Şekil 4.4.</i> BEDAKT maddelerinin tüm dört aşamalarına göre doğru cevaplanma yüzdeleri ve grafiği.....	120
<i>Şekil 4.5.</i> BEDAKT'in hesaplanan VE puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği.....	121

<i>Şekil 4.6.</i> BEDAKT'in hesaplanan VEYA puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği.....	122
<i>Şekil 4.7.</i> BEDAKT'in hesaplanan TOPLAM puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği.....	123

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BİLSEM	Bilim ve Sanat Merkezi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
SPSS	Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi (Statistical Package for the Social Sciences)
BEDAKT	Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testi
OKDE	Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi
BBKE	Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
VE-A	Alternatif Kavram VE Puanları
VEYA-A	Alternatif Kavram VEYA Puanları
TOPLAM-A	Alternatif Kavram TOPLAM Puanları
BŞ	Benzerli Şık
YS	Yeni Seçenek
B	Bilmiyorum
A1	Tek Kutuplu Model
A2	Çarpışan Akımlar Modeli
A3	İlkel Kural Modeli
A4	Azalan Akım Modeli
A5	Paylaşılan Akım Modeli
A6	Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli
A7	Sıralı Muhakeme Modeli

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problemine, amacına, önemine, sınırlılıklarına, varsayımlarına ve tanımlarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Öğrenme süreci nasıl gerçekleşir? Daha özel olarak, öğrenenler doğal dünya hakkında nasıl anlam üretirler? Bu soru yüzyıllardır birçok filozofun, psikoloğun ve eğitimcinin ilgi odağı olmuş ve öğrenme sürecini açıklamak için çeşitli teoriler geliştirmişlerdir. Öğrenme, bireye öğretilenler ile onun hali hazırdaki mevcut düşünceleri, bilgi yapıları veya kavramları arasındaki etkileşimin bir ürünü olarak tanımlanmaktadır (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Kavramlar, zihinsel temsillerdir ve kişinin herhangi bir nesne ya da konu hakkındaki bilgilerini organize etmeyi, bu bilgileri başka bilgilerden ayırt etmeyi ve başka bilgilerle ilişkilendirmeyi kapsamaktadır (Zirbel, 2006). Başka bir deyişle, kavramlar daha karmaşık fikirleri açıklamaya yarayan ve bireylerin çıkarımlar yapmasına yardımcı olan olguların yapı taşları olan temsili yapılardır (Zirbel, 2006). Kavramların birçoğu soyut yapıları temsil ettiği için anlamlarının öğrenilmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Bununla beraber, bir konudaki temel kavramların öğretimi gerçekleşmeden, o konuda üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesinin mümkün olmadığı görülmektedir. Bu durum, kavram öğretiminin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Kavram öğrenme, fen bilimleri açısından da büyük önem taşımaktadır. Çünkü fen okuryazarı bireylerin yetiştirilebilmesi, fen derslerinde sağlanacak kavram öğretiminin etkililiği ile ilişkilidir.

Yapılandırmacı öğrenme kuramı öğrenmeyi bireysel bir süreç olarak görmektedir. Bu nedenle öğrenme sürecinin çözümlenebilmesi için gerekli şartlardan biri de öğrencilerin bilgi yapılarının veya kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesidir. Okula gelen öğrencilerin zihinleri boş bir levha (tabula rasa) değildir ve onların bilgi yapıları edindikleri deneyimlerle şekillenmiştir (Limon, 2001). Bireylerin yaşantı ve deneyimleriyle oluşturduğu bu ön bilgiler, okulda verilen eğitim sürecinde öğrenilecek bilimsel bilgi ve kavramların kazanımını bazen olumlu yönde etkilerken, önemli bir kısmı da bilimsel bilgiyi öğrenmeyi güçleştirebilmektedir (Duit & Treagust, 2012; Sinatra & Mason, 2008; Sinatra & Pintrich, 2003). Bir kavrama bilimsel olarak yüklenen anlamla çelişen bu öğrenci kavramlarına alan yazında; kavram yanılgıları, ön kavramlar, alternatif kavramlar, çocukların bilimi, sezgisel bilgi gibi çok farklı isimler verilmektedir (Smith, diSessa & Roschelle, 1993). Alternatif kavram bir hata değildir veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir. Zihinde bir kavramın yerine oturan, fakat bilimsel olarak o kavramın sahip olduğu anlamın dışında anlam yüklenen kavramlardır. Öğrencilerin sahip olduğu bu kavramlar, kendi içlerinde belirli bir bütünlük arz ettiğinden ve günlük hayattaki bazı tecrübelerinden destek aldığından dolayı değiştirilmeye dirençlidir (Duit & Treagust, 2003). Formal eğitimde alternatif kavramların olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak ve etkili öğretim stratejileri geliştirmek için kavramsal değişim sürecinin ve öğrencilerin bilgi yapılarının tespit edilmesi gerekmektedir (Tao & Gunstone, 1999; Özdemir, 2006).

Alternatif kavramların bilimsel olarak doğru kabul edilen kavramlarla değişiminin oldukça zor oluşu, kavramsal değişim çalışmalarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Kavramsal değişim, alternatif kavramları öğretim yoluyla tedavi etme sürecidir ve anlamlı öğrenmenin kalbidir (Mayer, 2002). Öğrencilerin bilgi yapıları, fen eğitimcileri ve bilişsel gelişimciler tarafından birçok alanda tespit edilmeye çalışılmış ve buna bağlı olarak kavram değişimi sürecinin nasıl oluştuğuna dair çeşitli iddialar ortaya atılmıştır. Bu iddiaları genel olarak iki kategori altında toplamak mümkündür. Bunlar Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısıdır (Özdemir, 2006).

Alan yazında ağırlıklı olarak, bireylerin bilgi yapıları teoriye benzer karakterde, bütünlüğü ve tutarlılığı olan çerçevede ifade edilmektedir (Carey, 1999, Chi, 1992, 2005; Ioannides & Vosniadou, 2002; McCloskey, 1983). Teori nitelikli bilgi yapısı görüşüne göre, öğrencinin belirli bir konudaki teorisi farkındalık ve hipotez test etme gibi birtakım açılardan bilim insanlarının sahip olduğu teorilerden farklılık gösterse de bütünlük ve belirli bir konuda

benzer durumları açıklamasındaki tutarlılıktan dolayı bilimsel teorilerle benzerlik göstermektedir. Bu görüşün kökeni Piaget'in bilişsel gelişim kuramındaki şema kavramına dayanmaktadır. Şemalar, bireyin doğduğu andan itibaren çevresindeki olayları anlamlandırmak ve kavramlar arasında bağ kurmak için geliştirdiği geniş ölçekli bilgi yapılarıdır. Öğrenilen yeni bir bilgi veya deneyim bireyin zihnindeki şemaya uyum gösteriyorsa, sorunsuz olarak o şemaya monte edilir. Eğer bu yeni bilgi mevcut şemaya uyum göstermiyorsa, birey kendini bilişsel bir çatışma içinde bulur. Bu durumda birey o şemanın temel bileşenleri üzerinde değişiklik yapar veya yeni bir şema oluşturur. Böyle bir şema oluşumu kavramsal değişimin bu görüşe göre devrimsel olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda Teori Nitelikli Bilgi Yapısı kendi içinde tutarlıdır ve deneyimler ile pekiştirilmiş şemalardır (Ioannides & Vosniadou, 2002; Özdemir, 2006; Özdemir & Clark, 2007, 2009).

Alan yazında ağırlıklı olarak teori nitelikli bilgi yapısı görüşü desteklenmesine rağmen, son yıllarda artan bir eğilimle Parça Nitelikli Bilgi Yapısı görüşü önem kazanmaktadır. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı görüşünü destekleyen araştırmacılar, bireyin bilgi yapısını yarı bağımsız parçacıkların ekolojisi olarak düşünmektedir (Clark, 2006; diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; diSessa & Sherin, 1998). Bu görüşün kökeni Strike ve Posner (1992) tarafından ortaya atılan kavramsal ekoloji kavramına dayanmaktadır. Araştırmacılara göre bireylerin kavramsal ekolojileri epistemolojik inançlar, fizik ötesi inançlar ve birbiri ile mücadele eden kavramların bütünüdür ve bu tür bağımsız, düzensiz ve çoklu parçalar bireylerin bilgi yapılarını oluşturur (diSessa, 1988, 1993). Bu perspektife göre öğrenme, bu bilgi yapılarının yeniden yapılandırılması veya yeniden organize edilmesi süreci ile gerçekleşir. Kısacası bu görüşe göre kavramsal değişim, Teori Nitelikli Bilgi Yapısı görüşünün aksine devrimsel değil evrimsel bir süreç olarak gerçekleşir (Clark, 2006; diSessa, 1993; Izsak, 2005; Wagner, 2006; Witmann, 2002).

Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektiflerindeki araştırmacıların önemli konularda ciddi fikir ayrılıkları bulunmaktadır. Tartışmanın Teori Nitelikli Bilgi Yapısı tarafında çerçeve teoriler, zihinsel modeller ve ontolojik kategoriler hakimken, parça nitelikli bilgi yapısı tarafında ise bilgi parçaları hakimdir. Her iki görüşte de öğrencilerin bilgi yapılarını ve kavramsal değişimin gerçekleşme sürecini açıklayan birçok yaklaşım bulunmaktadır. Ancak, bu iki görüş içerisindeki yaklaşımlardan keskin bir şekilde birbirinden ayrılanlar Chi ve arkadaşlarının yaklaşımı ile diSessa ve arkadaşlarının yaklaşımlarıdır (Chi & Slotta, 1993).

Chi ve arkadaşları, kendi geliştirdikleri kavramsal değişim teorilerini ontolojik temellere dayandırarak açıklamışlardır. Öğrencilerin sahip oldukları (hali hazırda sınıfa getirdikleri) kavramlara yükledikleri anlamlar veya kategoriler önem taşımaktadır. Çünkü öğrencilerin sahip oldukları kavramların özelliklerini belirleyen kategorileridir. Chi ve arkadaşları, bu kategorilere ontolojik kategoriler adını vermektedir. Onlara göre dünyadaki tüm varlıklar üç ontolojik kategoriye aittir: madde, süreç ve zihinsel durumlar. Her bir kategori ağaç adı verilerek incelenir ve her bir ağaç kendi içerisinde dallanmalar gösterir. Bireylerin alternatif kavramları bu ağaçlar veya dallanmalar arasında gerçekleşen yanlış eşleşmeler sonucu gerçekleşir. Örneğin, bir birey önceki deneyimleri ile tanıdığı kuşlar kategorisi içine sonradan tanıdığı yarasayı da yerleştirirse alternatif kavram oluşturmuş olur. Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için kavramın doğru kategori altında tekrardan sınıflandırılması gerekmektedir. Az önceki örnekteki birey, yarasayı yanlış atadığı kuşlar kategorisinden memeli kategorisine taşıyabilirse kavramsal değişim gerçekleşmiş olur. Bu durumda kavramın sadece özü, esası veya ontolojisi değişir. Öğrencilerin kavramlarının ontolojik kategorisi değişmezse, onlar kavramı tanımlayamayacaktır. Bu sınıflandırmayı yapabilmek için de öncelikle öğrenenlerin varsa kategori eksikliğinin farkında olması ve ardından da kategorik kaymayı gerçekleştirebilmesi gerekmektedir. Bunun için, kaydırılmak zorunda olan şema veya yapı öğrencide mevcut olmadığı için öncelikle bu şema ya da kategoriye inşa etmelerine yardım etmek gerekmektedir. Öğrenciler başarılı bir şekilde yanal kategoriye inşa ettikten sonra, doğru kategori içinde öğrendiklerini yerleştirmeye başlayacaklardır (Chi, 1992, 2005, 2008; Chi & Roscoe, 2002; Chi, Roscoe, Slotta, Roy & Chase, 2012; Chi, Slotta & de Leeuw 1994; Slotta, Chi & Joram, 1995). Bu yaklaşımı temel alarak gerçekleştirilen eğitim bu araştırmada Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi (OKDE) şeklinde adlandırılacaktır.

diSessa ve arkadaşları ise, bireyin öğrenme ortamına verimli ve verimsiz bazı bilgi parçaları (p-primler) ile geldiğine inanmaktadırlar. Bilgi parçaları, bilimsel bilginin sezgisel eşdeğeri olarak kabul edilir. Kendilerini açıklamazlar ve sadece beklenen bir olay olarak kabul edilirler, ancak diğer olguları açıklarlar. Örneğin, bireyin bir cismin düşmesine dair günlük deneyimlerine dayalı açıklamasının olması gibi. Bir konudaki bilimsel bilgiyi henüz tam olarak kavramamış bir öğrenci, farklı durumlarda farkında olmadan farklı bilgi parçalarını aktifleştirir. Bu bilgi parçaları alternatif kavram değildir, ancak her duruma uygulanmaya çalışıldığında alternatif kavramalara kaynaklık ederler (diSessa, 1993). diSessa'ya (1993) göre, kavram değişimi sürecinde bireyin önceden sahip olduğu verimli bilgi parçalarının

öğrenme sürecinde kullanılması ile parçalar hazinesindeki gereksiz bilgi parçaları silinir, yeni bilgi parçaları eklenir, bazı bilgi parçaları yeniden organize edilir, bazı bilgi parçaları harekete geçmede öncelik kazanır ve nihayetinde bilimsel bilgi bireyin zihninde teorik bir yapı kazanarak özümsemiş olur (Dega, Kriek & Mogese, 2013; Özdemir, 2006; Özdemir & Clark, 2007, 2009). Kısacası, diSessa ve arkadaşlarına göre bireylerin önceden sahip oldukları sezgisel bilgi parçalarının verimli olanlarının kullanılmasıyla yeni bilgi öğrenilmiş olur. Bunun nasıl yapılacağı yani, bir kavrama sahip olmanın ne anlama geldiği ve kavramsal değişim sürecinde öğrencilerin zihinlerinde ne gibi değişiklikler olacağı ile ilgili diSessa ve Sherin (1998) koordinasyon sınıfları teorisini ortaya atmışlardır. Bu teoriyi temel alarak geliştirilen eğitim bu araştırmada, Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi (BBKE) olarak adlandırılacaktır.

Koordinasyon sınıfları, bilgi parçaları arasında belirli ilişkileri kuran ve öğrenmenin yapısını ortaya çıkaran bir teoridir (diSessa, 2002; Parnafes, 2005). Bu teori açısından öğrenme, uzun ve kavramın kademeli inşası için adım adım izlenmesi gereken bir süreçtir. Bunun için öncelikle, kavramın bireyin zihninde mimarisinin çizilmesi gerekmektedir. Yani, bireyler öncelikle belirli bir durumda ilgili bilgileri kendilerince anlayabilmeli, ardından çıkarımlar yapabilmelidir. Örneğin, birey kuvvetin büyüklüğünü görmek için öncelikle kütle ve ivmeyi tanırlar ve ardından “ $kütle \times ivme = kuvvet$ ” çıkarımında bulunabilir. İkinci olarak, mimarisi çizilen kavram bireyin zihninde inşa edilmeye başlamalıdır. Bunun için öncelikle farklı problemleri çözmede ön bilgi spesifik olarak yeniden kullanılmalı, ardından eksik bilgi parçaları yeni bilgiyle yer değiştirmelidir. Yer değiştirme sürecinde önemli konu, yeri değişen bilgiye ne olduğudur. İnşa süreci, bir yenisiyle değiştirme değil, aksine yeniden organize etme sürecidir. Son olarak, teori, kavramın çalışıyor olmasının farklı durumlarda farklı bilgileri kullanabilmek olduğunu varsaymaktadır. Yani, birey farklı bağlamlar karşısında her zaman doğru bilgiyi ortaya koyabilir. Farklı bağlamlar, koordinasyon sınıfı teorisi için kritik bir öneme sahiptir. Çünkü bir kavrama sahip olma, farklı bağlamsal durumlarda kullanılabilen bir yetenek olarak yorumlanır ve koordinasyonun derecesidir. Bu koordinasyon için bitiş noktası yoktur (diSessa, 2008; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Levrini & diSessa, 2008; Özdemir, 2013).

Kavramsal değişimin farklı görüşleri savunan bu iki bakış açısı öğrenenlerin; günlük deneyimlerinden bilgi edindikleri, naif bilgilerinin kendi öğrenmelerini etkilediği ve alternatif kavramlarının değişime son derece dirençli olduğu, bu yüzden de kavramsal

değişimin zaman alan bir süreç olduğu konusunda hem fikirdir. Ancak, sezgisel bilginin yapısal özelliklerindeki farklılıklar, tutarlılığa karşı tutarsızlık konusunda ki anlaşmazlıklar, kavramsal değişimin doğasının devrimsel veya evrimsel olması ve açıklamaların bağlama duyarlılığı konusunda tamamen zıt görüşlere sahiptirler (Özdemir, 2006). Bu iki perspektif, öğrencilerin kavramsal anlamalarını tekrar yapılandırmalarına yardımcı olmak için birbirine zıt ve farklı iki yol önermektedir (Dega vd., 2013). Bu iki bakış açısı arasındaki tartışmalar önemlidir, çünkü bu tartışmalardan doğacak modeller öğrencilerin anlayışlarını yeniden organizeye yardımcı olmak için müfredat tasarımında tamamen farklı yollar önermektedirler (Özdemir & Clark, 2007). Bu farklı iki görüşün öğrencilerin alternatif kavramlarının yapısı üzerine etkilerini ortaya çıkarmak ve öğrencilerin kavram öğrenmesinde etkili kavramsal değişim stratejisini belirleyebilmek araştırmacılar açısından da son derece önemlidir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Araştırmanın birinci amacı, özel yetenekli öğrencilere destek eğitimi veren Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) özel yetenekleri geliştirici program kapsamında destek eğitime devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları belirlemektir. Araştırmanın ikinci amacı ise, kavramsal değişimin nasıl gerçekleşeceği ile ilgili birbirinden farklı görüşleri savunan Chi ve arkadaşlarının ‘Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi’ (OKDE) ve diSessa ve arkadaşlarının ‘Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi’ (BBKE) yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamaları ile bir BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlamalarının nasıl değiştiğini ortaya koymaktır.

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın araştırma soruları aşağıda belirtilen şekilde oluşmuştur.

1. BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden 7. sınıf düzeyindeki özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusuyla ilgili kavramsal anlama düzeylerini belirlemek için hazırlanan BEDAKT;
 - a. Geçerli bir ölçme aracı mıdır?
 - b. Güvenilir bir ölçme aracı mıdır?

2. BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden 7. sınıf düzeyindeki özel yetenekli öğrencilerin;
- BEDAKT’e göre doğru cevap verme oranları nedir?
 - BEDAKT’e göre alternatif kavramlara sahip olma oranları nedir?
3. OKDE uygulamalarının yapıldığı gruptaki öğrenciler ile BBKE uygulamalarının yapıldığı gruptaki öğrencilerin öğretim süreçlerinden sonra farklı alternatif kavramlara sahip olma oranları bakımından fark var mıdır?
- Tek kutuplu model alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - Çarpışan akımlar modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - İlkel kural modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - Zayıflayan akım modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - Paylaşılan akımlar modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - Güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?
 - Sıralı muhakeme modeli alternatif kavramı açısından fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Etkili öğretim uygulamalarına çevrilebilir ise, öğrenme süreçlerinin doğasını açıklamaya çalışan araştırmacıların girişimleri çok büyük bir değere sahiptir. Bu araştırma, alternatif kavramların bilimsel kavramlara dönüşmesini sağlayacak etkili kavramsal değişim yaklaşımına ulaşmayı hedeflemektedir. Bu nedenle çalışmada, öğrencilerin alternatif kavramları ve bilgi yapıları ile ilgili kavramsal değişim araştırmalarının ayrıştığı rakip iki iddiadan, Teori Nitelikli Bilgi Yapısının temsilcilerinden Chi ve arkadaşlarının OKDE yaklaşımı ile Parça Nitelikli Bilgi Yapısının temsilcisi diSessa ve arkadaşlarının BBKE yaklaşımına dayalı öğretim uygulamaları karşılaştırılmıştır. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı üzerine ayrı ayrı kapsamlı bir alan yazın olmasına rağmen, aynı çalışmada bu iki perspektifi karşılaştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak, bu iki perspektifin güçlü temsilcileri olan Chi ile diSessa’nın yaklaşımlarını karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu iki yaklaşıma dayalı öğretim uygulamalarının, öğrencilerin kavramsal anlamasında önemli bir fark yaratabileceği düşünüldüğü için bu araştırmanın alan yazına önemli bir katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çalışmada bu iki farklı yaklaşımın karşılaştırılmasında fizik alanında en çok zorlanılan konulardan biri olan elektrik devreleri konusu esas alınacaktır. Elektrik akımını meydana getiren süreci gözlemleyemedikleri için, pek çok öğrenci elektrik devreleri konusundaki kavramları anlamada güçlük yaşamaktadır. Ayrıca daha önce yayınlanmış olan çalışmalar göstermiştir ki, genelde öğretim yöntemleri elektrik konusunu öğretmede sınırlı kalmaktadır (Shipstone, Jung & Dupin, 1988).

Araştırmanın önemli bir diğer boyutu ise, çalışmanın BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrenciler üzerinde gerçekleştirilmesidir. Karmaşık ve üst düzeyde soyut bilgilerle kolayca başa çıkabilmeyi sağlayan üstün yeteneklere veya zekaya sahip olduklarına inanılan çocuklar alan yazında özel yetenekli çocuklar olarak adlandırılmaktadır (Akarsu, 2001). Genel olarak özel yeteneklilik ortalamanın üzerinde bir kabiliyet, yaratıcı düşünce ve görev sorumluluğunun bileşkesi olarak tanımlanmaktadır. Öğrencilerin kavramları zihinlerinde geliştirmelerinde, yapılandırmalarında ve öğrenmelerinde, zeka seviyesi ve yaşantı son derece önemlidir. Günlük deneyimler ve yeni bilgilerin bir araya gelmesi sonucu kavramlar sürekli olarak değişir. Zekanın algılama, bellek, muhakeme, düşünme ve kavrama gibi zihinsel süreçleri kapsadığı ifade edilmektedir. Kavramların yapılandırılmasında zekanın önemli bir faktör olarak görülmesi, üst düzeyde ve karmaşık düşünebilme becerisine sahip çocuklarda kavramların nasıl yapılandırıldığı ve bu süreçte hangi zihinsel işlemlerin gerçekleştirildiği sorusunun cevabı merak edilmektedir (Doğan, 2007).

Pek çok sınıf ve yaş düzeyinde öğrencilerin basit elektrik devreleri konusunda ne tür alternatif kavramlara sahip olduklarına dair yeterli kanıt genel olarak ortaya koyulmuştur (Shipstone, 1985). Ancak, BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin basit elektrik devreleri konusu ile ilgili ne tür alternatif kavramlara sahip oldukları, konunun verimli bir şekilde nasıl öğretilmesi gerektiği, hangi tür öğretim yöntemlerinin alternatif kavramlarını ve kavramsal anlama düzeyindeki problemleri gidermede daha etkili olduğu tam olarak belirlenememiştir. Özel yeteneklilik konusundaki alan yazın incelendiğinde ise, genellikle özel yetenekliliğin tanımı, müfredat tasarımı, özel yetenekli çocukların özellikleri ve belirlenmelerine yönelik çalışmaların yoğunlukla yapıldığı, oysa özel yeteneklilerde kavram öğrenme düzeylerinin ve kavramların yapılandırılmasının araştırılmasına yönelik çalışmaların ise çok az olduğu görülmektedir. Bu yönüyle düşünüldüğünde, özel yetenekli öğrencilerde kavram öğrenimine yönelik

çalışmalara ihtiyaç olduğu ortadadır. Bu araştırma, bahsedilen bu eksikliklerin giderilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Ülkelerin en temel g kaynağı insan unsurudur. Bu unsur içinde de özel yetenekli bireylerin yeri farklıdır. Üstün beyin göçüne sahip bireyleri bulmak, keşfetmek, eğitmek ve etkin kılmak, bugünün dünyasında var olmanın ve bunu sürekli kılmmanın önemli bir yoludur. Araştırmamızda, BİLSEM'e devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devresi konusundaki kavramsal anlama düzeyleri belirlenmiş ve kavramsal değişimin iki rakip iddiasını temsil eden iki farklı kavramsal değişim yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan ğretim programları uygulanarak bu öğrencilerde ne tür değişimler ortaya koyduğu gözlemlenmeye çalışılacaktır.

Yukarıda anlatılan noktalardan hareketle kavramsal değişim yaklaşımıyla ilgili alan yazın incelendiğinde özetle;

- BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik konusunda hangi alternatif kavramlara sahip olduğunu belirleyen,
- Elektrik konusunda Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin temsilcilerinden Chi ve arkadaşlarının OKDE yaklaşımına dayalı ğretim uygulamalarının etkisini gösteren,
- Elektrik konusunda Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin temsilcisi diSessa ve arkadaşlarının BBKE yaklaşımına dayalı ğretim uygulamalarının etkisini gösteren,
- Elektrik konusunda Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin temsilcilerinden Chi ve arkadaşlarının OKDE yaklaşımı ile Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin temsilcisi diSessa ve arkadaşlarının BBKE yaklaşımına dayalı ğretim uygulamalarının etkisinin karşılaştırıldığı,
- Elektrik konusunda kavramsal değişim yaklaşımlarıyla geliştirilmiş ğretim uygulamalarının karşılaştırıldığı,
- Kavramsal değişim yaklaşımlarıyla geliştirilmiş ğretimlerin BİLSEM'de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik konusunda kavramsal anlama düzeylerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Araştırma sonuçları yukarıda sayılan hususların ortaya çıkarılması açısından önem taşımaktadır ve alan yazına önemli katkılarının olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçların Milli Eğitim Bakanlığı, zel Eğitim Genel Müdürlüğü, BİLSEM'ler,

BİLSEM öğretmenleri, öğretmenler, program geliştiriciler, bu konuya ilgi duyan araştırmacılar gibi farklı paydaşlar tarafından kullanılabileceği düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışma, daha önce karşılaştırılmamış iki kavramsal değişim yaklaşımının özel yetenekli öğrenciler üzerinde ve elektrik konusu üzerinde karşılaştırılıyor olmasından dolayı içinde ilkleri barındırmaktadır. Bu yüzden ilk etapta çalışmanın normal yetenek düzeyindeki öğrencilerle özel yetenekli öğrencilerin karşılaştırılmasını içeren bir yönünün olması gerektiği düşünülmüştür. Fakat BİLSEM’lerde uygulanan modüler eğitim sistemi nedeniyle buradaki öğrenciler, 3. sınıftan itibaren elektrik konusunda farklı etkinliklerle diğer çocuklara göre daha fazla ön bilgiye ve deneyime sahiptirler. Bu konuyla ilgili ön bilgilerinin ve deneyimlerinin normal öğrencilerden farklı olmasından dolayı bir eşitsizlik söz konusu olacağından dolayı, aynı sınıf düzeyinde normal zeka düzeyindeki çocuklarla özel yetenekli çocukların aynı araştırma deseniyle karşılaştırılmaları mümkün görülmemiştir. Bu yüzden bu durum araştırmanın sınırlılığını oluşturacaktır.
2. Araştırmada katılımcılar iki düzeydedir. Araştırmada kullanılan teşhis testinin uygulandığı ilk düzeydeki katılımcılar, 2015-2016 akademik yılında Ankara ilinde bulunan BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden 7. sınıf düzeyinde özel yetenekli öğrencilerden, elektrik konusunu daha önceden öğrenmiş olan 164 öğrenci ile sınırlıdır. İkinci düzeydeki katılımcılar ise, 2015-2016 akademik yılında Ankara ilinde bulunan bir BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden 7. sınıf düzeyinde özel yetenekli öğrencilerden, elektrik konusuyla ilgili kavramsal anlama testi sonuçlarına göre, alternatif kavram çokluğu ve çeşitliliği fazla olan 27 öğrenci ile sınırlıdır.
3. Bu araştırmada elektrik devreleri konusuyla ilgili kavramlar temel alınmış ve hazırlanan öğretimsel uygulamalar ile ortaya çıkacak etkiler bu konuyla sınırlandırılmıştır.
4. Alternatif kavramlara sahip olan özel yetenekli öğrencilerin belirlenmesi, BEDAKT’tan aldıkları puanlarla sınırlıdır.
5. Öğrencilere elektrik konusuyla ilgili yapılan öğretimsel uygulamalar, ‘ontolojik kategori değiştirme eğitimi (OKDE) ve ‘bilişsel bağlantı kurma eğitimi (BBKE) yaklaşımları ile sınırlıdır.

6. Araştırmada OKDE ve BBKE için geliştirilen etkinlik uygulamalarının genel şablonları için uzman görüşleri alınmıştır. Fakat, etkinliklerin şablonlara uyarlanması noktasında özellikle bu konularda çalışan alan uzmanlarına ulaşamadığı için gerekli uzman görüşü alınamamıştır. Bu nedenle etkinlikler incelenirken bu sınırlılığa dikkat edilmesi önem arz etmektedir.
7. Öğretimsel uygulamalar sonucu öğrencilerin elektrik konusuyla ilgili kavramsal anlama düzeylerinin değişimlerinin gözlenmesi, BEDAKT'tan aldıkları puanlarla sınırlıdır.
8. Araştırma kullanılan BEDAKT'i cevaplayan BİLSEM'lerdeki özel yetenekli öğrenciler, testi cevaplamaya gönüllü öğrenciler ile sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

1. Araştırmada öğretim uygulamalarının yapıldığı BİLSEM'deki özel yetenekli öğrenciler, öğretimsel uygulamalar esnasında yapılan her türlü çalışmaya içtenlikle katılmış, samimi ve doğal davranmışlardır.
2. Araştırmada kullanılan BEDAKT'tın geliştirilmesinde, öğretimsel uygulamaların aşamalarının belirlenmesi ve geliştirilmesinde, öğretimsel uygulamalar esnasında yapılan her türlü etkinlik ve uygulamalarda geçerlilik için görüşlerine başvurulmuş kişiler alanlarında uzmandırlar.
3. Araştırmanın uygulama sürecinde, araştırmaya katılan öğrenciler arasında araştırmanın sonuçlarını etkileyecek bir etkileşim olmamıştır.
4. Araştırmada öğretilere katılan özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına uygulama süresince BİLSEM dışında gördükleri öğrenimin etkisi yoktur.

1.6. Tanımlar

Kavram: Kavramlar, birbiriyle ilişkilendirilebilen nesne, eşya, insan, düşünce veya olayları zihinsel grup veya kategorilere ayırma yoludur (Ormrod, 2006; Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Kavramlar, karmaşık fikirleri açıklamamıza ve anlamlar çıkarmamıza yardımcı olan kelimeleri temsil eden zihinsel simgelerdir (Carey, 2000).

Alternatif kavram: Bir duruma açıklama getirirken bireyler tarafından rastgele verilen hatalı yanıtlar değil; zihinde oluşturulmuş diğer öğelerle ilişkili, arkasında dayanakları olan

bilimsel olarak doğru kabul gören görüşlerden farklı zihinsel model ve tanımlardır (Yakışan, Selvi & Yürük, 2007).

Kavramsal değişim: Öğrencilerin mevcut alternatif kavramlarının, yeni bilgilere uyum sağlaması için gözden geçirilmesi veya amaçlanan bilimsel kavramları yeniden öğrenme sürecidir (Dega vd., 2013; Vosniadou, 2007).

Ontoloji: Varlık bilimidir. Varlıklar ve varlıkların ait olduğu temel kategorilerle ilgilenir. Diğer bir ifadeyle ontoloji gerçeğin kategorik yapısına karşılık gelmektedir (Özalp & Kahveci, 2011).

Ontolojik kategori: Aristoteles zamanlarından beri her şeyin temel olarak farklı kategorilere ait olduğu düşünülmüştür ve bu kategorilere ontolojik kategoriler olarak adlandırılmıştır (Chi & Hausmann 2003). Bu görüşe göre, dünyadaki tüm varlıklar üç temel ontolojik kategori içinde incelenebilir: madde, süreç ve zihinsel durumlar. Kavramlar bulundukları kategorilerin içeriğiyle yorumlanır ve anlaşılır. Bir kavram bir kategoriye atandığı zaman bu kavram o kategorinin tüm özelliklerini alır (Chi vd, 1994).

Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi (OKDE): Alternatif kavramlar, yanlış ontolojik kategoriye atanan kavramlardır ve kavramsal değişime dirençlidir. Chi (2005), alternatif kavramın düzeltilebilmesi için ontolojik kategoriler arasında kaymanın sağlanması gerektiğini ileri sürer. Ancak, öğrencilerin kavramları atayabilecekleri kategori eksikse öncelikle inşa edilmelidir. Bunun için öğretim, kategorilerin özellikleri hakkında öğretimi içermek zorundadır. Öğrenciler başarılı bir şekilde yanal kategorileri inşa ettikten sonra, doğru kategoriler içinde öğretimi asimile etmeye başlarlar (Chi, 2005, 2008; Chi & Roscoe, 2002; Chi vd., 2012).

P-prim (Fenomenolojik İlkel): Bireylerin zihnindeki bilgiler yeterince organize olmamış, günlük deneyimlerinden elde ettiği, birbirinden bağımsız ve küçük parçacıklar halinde durur. Bu bilgi parçaları, ilk inşa edilen olgulardır ve kısaca “p-prim” olarak adlandırılırlar (diSessa, 1993).

Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi (BBKE): Bilişsel bağlantı kurma teorisi, iyi-biçimlendirilmiş ve alternatif kavramlardan olabildiğince arınmış bir kavramın parçalarının iç ilişkilerini göstermeyi amaçlayan bir öğrenme teorisidir (diSessa & Wagner, 2005).

Transfer: Transfer, bireyin bir bağlamda edindiği bilgi ve becerileri diğer bağlamlarda kullanabilmesidir (diSessa & Wagner, 2005).

Kavramsal Değişim Yaklaşımları: Çok sayıda araştırmacı öğrencilerin mevcut bilişsel yapısındaki değişimin doğasını açıklamak için farklı kuramsal çerçeveler önermiştir. Bu teorik yaklaşımlar, öğrencilerin ön kavramlarının ve bu kavramların değişime karşı direncinin niteliğine odaklanarak öğrencilerin fikirlerinin değişimini tanımlamışlardır (Yürük, 2005).

Özel Yetenekli Çocuk/Öğrenci: Zeka, yaratıcılık, sanat, liderlik kapasitesi veya özel akademik alanlarda yaşıtlarına göre yüksek düzeyde performans gösterdiği uzmanlar tarafından belirlenen çocuk/öğrencileri ifade eder (MEB, 2007: madde 4,j).

Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM): İlköğretim ve ortaöğretim çağındaki öğrencilerin üstün veya özel yeteneklerini geliştirerek bilimsel düşünme ve davranışlarla estetik değerleri birleştiren, üretken, problem çözen bireyler haline gelmelerini, onlara gerçek yaşamda öğrenme fırsatları sağlayan kurumlardır (Akkanat, 2004).

Dört-Aşamalı Alternatif Kavram Testi: Yaygın öğrenci alternatif kavramları ile tasarlanmış dört aşamalı çoktan seçmeli bir testtir. Testin ilk aşamasında, basit elektrik devrelerindeki kavramlar hakkında bir soru vardır; İkinci aşamada, birinci aşamadaki verilen yanıtı güven derecesi sorulur; Üçüncü aşamada, birinci aşamadaki cevap hakkında muhakeme verilir ve dördüncü aşama, üçüncü aşamada verilen mantığa ilişkin güven derecesi sorulur (Caleon & Subramaniam, 2010b).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, araştırmanın konusu ile ilgili kuramsal çerçeveye ve kuramsal çerçeveye yönelik alan yazında yer alan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Alternatif Kavramlar

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, öğrenmeyi aktif ve sürekli bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşıma göre, öğrenci çevreden bilgi alır ve önceden aldığı bilgi ve tecrübelerle dayalı olarak kişisel yorumlar ve anlamlar üretir. Dahası, öğrenenler aktif olarak fiziksel ve zihinsel eylemlerini yansıtan sosyal etkileşimler ve kültürel işlemler yoluyla bilgiyi inşa ederler. Bilgiyi inşa etmek, öğrenenin öğrenme ortamına getirdiği amaç, motivasyon ve dikkatten etkilenir (Shepardson & Moje, 1994). Bu yüzden Fen Eğitimi alan yazınında en fazla araştırılan konulardan biri, öğrencilerin ön bilgileridir. Bu alanda yapılan birçok çalışma göstermiştir ki, öğrenciler kendi fiziksel çevreleri hakkında birçok naif ön bilgi ile sınıfa gelirler ve bu bilgi onların sonraki öğrenmelerini etkiler (Driver & Easley, 1978; Duit & Treagust, 2003, 2012; Dykstra, Boyle & Monarch, 1992; Limon, 2001; McDermott, 1984; Osborne, 1983; Osborne & Freyberg, 1985).

Öğrencilerin doğal olgular hakkında oluşturdukları ön bilgiler, bilim insanlarının konuya bakış açılarından kaynaklı olarak alan yazında farklı şekillerde isimlendirilmiştir. En çok kullanılan terimler; ön kavramlar (Clement, 1982; Driver & Easley, 1978), alternatif kavramlar (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994), kavram yanlışları (Clement, Brown & Zietsman, 1989; Driver & Easley, 1978; Helm, 1980), naif inançlar (Caramazza, McCloskey, & Green, 1981), naif teoriler (McCloskey, 1983); kavramsal çerçeveler (Driver & Ericson,

1983), çocukların bilimi (Gilbert, Osborne, & Fensham, 1982), kendiliğinden olan muhakeme (Viennot, 1979), sağduyulu kavramlar (Halloun & Hestenes, 1985), alternatif çerçeveler (Driver & Easley, 1978), sezgisel bilgi (diSessa, 1988), kavramsal zorluklar (McDermott, 1993), sezgisel bilim (Mayer, 2003), çocukların fikirleri (Osborne, Black, Meadows & Smith, 1993), fenomenolojik ilkeler (p-prim'ler) (diSessa, 1993), naif düşünceler, hata kapsayan fikirler, kavramsal bozukluklar, bilim öncesi kavramlar, gelişmekte olan kavramlar, günlük kavramlar (Wandersee vd., 1994), bağlantılı (anchoring) kavramlardır (Clement vd., 1989).

Tüm bu çalışmaların amacı, öğrencilerin anlayışlarını veya kavramsal yapılarını anlamaya çalışmak olmakla birlikte, onları açıklarken üzerinde durdukları konularda farklılıklar bulunmaktadır. Smith vd. (1993) makalelerinde bu terimlerin arasındaki farklılıkları açıklamıştır. Yazarlara göre, *ön*, *yanılgı* ve *alternatif* nitelikleri, kavramların doğası ve kökeni hakkında farklı varsayımlara işaret etmektedir. *Kavram yanılgısı* terimindeki yanılgı ifadesi öğrenci fikirlerinin yanlış niteliğini vurgulamaktadır. *Alternatif* niteleyicisini içeren terimler ise, daha göreceli epistemolojik bir perspektife işaret eder. *Ön kavramlar*, öğretim öncesi öğrenci fikirlerinin varlığını vurgulamaktadır. *İnanç* ve *kavram* terimleri, birleşik bilişsel yapıları önermekte, bireysel fikirlere odaklanmakta ve bunları içeren daha büyük ölçekli yapıları doğrudan etkilememektedir. Öte yandan, *teori* ve *çerçeve*, belirli öğrenci kavramlarının, bu fikirleri bütünleştiren ve birbiriyle ilişkili olan daha büyük ölçekli yapılara gömüldüğünü ileri sürmektedir (Kaltakçı, 2012).

Fen ve fizik eğitiminde en sık kullanılan terimler *ön kavramlar* (preconceptions), *alternatif kavramlar* ve *kavram yanılgıları*dır. Çoğu zaman bu terimler benzer hedefler için eşanlamli olarak kullanılmaktadır. *Kavram yanılgısı* terimi, alan yazında kullanılan en popüler terim olmasına rağmen olumsuz etkileri nedeniyle eleştirilmektedir (Smith vd., 1993). Çocukların sahip olduğu bilgilerin bir geçmişi vardır ve sahip oldukları bu ön bilgiler her zaman yanlış olmayabilir. Bazen onların ön bilgileri çok mantıklı açıklamaları da içerebilir. Aslında bilim dünyasında da buna benzer bir durum vardır. Bugün doğru olarak kabul ettiğimiz bilgilerin, yeni gelişmeler ışığında daha sonraları yanlış olarak kabul edildiği birçok kez görülmüştür. Belki de çocukların bugün ileri sürdükleri yanlış olarak kabul edilen fikirleri, gelecekte doğru olarak kabul edilebilir. Bu yüzden çocukların fikir zenginliğini yanlış veya yanılgı olarak nitelendirmeyi araştırmacılar (Driver & Easley, 1978; Dykstra vd., 1992; Hewson & Hewson, 1984; Yakışan vd., 2007; Yürük, 2005) hoş karşılamamaktadırlar. Bu bakış

açıların zenginliğini ortaya koymak için günümüz kavramsal değişim araştırmalarında *alternatif kavram* tabiri kullanılmaktadır. Bu nedenlerle de bu çalışmada da alternatif kavram ifadesi kullanılmıştır. Alternatif kavramlar, ön bilgilerle fen dersine gelen öğrencinin kendi geçmişindeki deneyimleri sonucu oluşturduğu bilgilerdir. Alternatif kavramlar, alan yazında çok farklı şekillerde tanımlanmıştır:

- Mevcut bilimsel düşünce ile farklılık gösteren kavramlardır (Wandersee vd., 1994, s. 179);
- Fiziğin formal kavramlarıyla çelişen fikirlerdir (McDermott, 1990, s.7);
- Öğrencilerin bir konuda o alanın uzmanlarından farklı şekilde düşünmesidir (Driver ve Easley, 1978).
- Şu an kabul gören bilimsel bilgiyle uyuşmayan öğrenci fikirleridir (Clement vd., 1989, s.555);
- Anlamı mevcut bilimsel anlayış tarafından yaygın olarak kabul gören kavramsal anlamdan farklı olan kavramsal fikirlerdir (Griffiths & Preston, 1992, s.611);
- Sistemik hatalar üreten öğrenci anlayışlarıdır (Smith vd., 1993, s.119);
- Öğretmenlerinden ya da bilim insanlarının fikirlerinden oldukça farklı öğrenci kavramları ve en sert çabalar karşısında bile değişmeye direnen öğrenci kavramsal anlamalarıdır (Sadler, 1998, s. 265);
- Bir duruma açıklama getirirken rastgele verilen hatalı cevaplar değil, aksine zihindeki diğer öğelerle de ilişkili, arkasında dayanakları olan bilimsel olarak doğru kabul gören görüşlerden farklı zihinsel model ve tanımlardır (Yakışan vd., 2007, s. 60-61);
- Bireyin yaşantılarından edindiği kavramlara yükledikleri anlamın, bilimsel olanlardan farklı olması sonucu ortaya çıkan davranışlardır (Lee & Law, 2001, s. 111).

Alternatif kavram teriminin tüm tanımları, öğrencilerin bilimsel kavramlara yükledikleri anlamın alan uzmanlarının kavrama yükledikleri anlamdan farklı veya yanlış oldukları konusunda hemfikirdir. Bu fikir veya düşünceler genellikle değişime dirençli, daha ileri öğrenmeyi engelleyen, istikrarlı bilişsel yapılarıdır; öğrencilerin doğal olguyu ve bilimsel açıklamalarını nasıl etkilediklerini belirlerler; uzmanların kavramlarından farklıdır ve uzmanların kavramlarına benzetmek için bu kavramların üstesinden gelinmeli, engellenmeli veya yok edilmelidir (Hammer, 1996b, s.1318). Yıllar geçtikçe hem çocuklarda hem de yetişkinlerde bu kavramların değişmediği ve bozulmadığı görülmüştür. Bu durum fen eğitimcilerini öğrencilerin kavramsal değişimi gerçekleştirmede nasıl bir zorluk yaşadığı

sorununa odaklandırmıştır (Lee & Law, 2001). Bununla birlikte, öğrencilerin alternatif kavramlarının üstesinden gelmenin ilk adımı onları doğru bir şekilde tanımlamak olmalıdır.

2.1.1. Alternatif Kavramların Ortaya Çıkarılması

Alternatif kavramlar 1970'lerden sonra yaygın olarak araştırılmıştır. Öncelikle fizik alanında çalışılmış, ardından da biyoloji, kimya ve matematik alanlarında alternatif kavramlar belirlenmiş ve ciddi bir alan yazın bilgisi elde edilmiştir (diSessa, 2006). Bu araştırmalarda bireylerin belirli konulardaki alternatif kavramlarını teşhis için; görüşmeler, açık uçlu testler, tanılayıcı dallanmış ağaç, yapılandırılmış grid, kavram haritaları, V-diyagramları, kelime ilişkilendirme testleri, kavram karikatürleri, çoktan seçmeli testler, çok aşamalı testler (iki aşamalı, üç aşamalı, dört aşamalı vb.) gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır (Al-Rubayea, 1996; Franklin, 1992). En çok kullanılan yöntemler şunlardır:

1. *Görüşmeler:* Alternatif kavramların saptanmasına yönelik çeşitli yöntemler arasında görüşmeler, öğrencinin bilişsel yapılarının detaylı tanımlarının elde edilebilmesine fırsat tanınması nedeniyle teşhis yöntemlerinin en yaygın kullanılan yaklaşımlarından biridir (Osborne & Gilbert, 1979; West & Pines, 1984). Alan yazında; Piaget'in Klinik Görüşmeleri (White & Gunstone, 1992), Örnekler-Hakkında-Görüşme (Osborne & Gilbert, 1980a), Olaylar-Hakkında-Görüşme (Osborne & Gilbert, 1980b), Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) (White & Gunstone, 1992) gibi birçok görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşmeler bireylerle veya gruplarla yapılabilir. Hestenes, Wells ve Swackhamer (1992) doğru bir şekilde yapıldığında görüşmenin alternatif kavramları teşhis etmede en etkili yollarından biri olduğunu ifade etmişlerdir. Görüşmelerin kullanılmasındaki en büyük avantaj, kullanılan soruları iyileştirme fırsatı sağlamasıdır (Osborne & Gilbert, 1980a, 1980b). Görüşme yaklaşımlarının derinlemesine inceleme sağlama, bilgi ve esneklik kazandırma gibi avantajları olmasına rağmen, genellenebilirliğini artırmak için çok sayıda kişiyle röportaj yapmanın geniş bir zaman gerektirmesi, görüşmecinin eğitiminin gerekli olması ve verilerin analizinin zor ve uğraştırıcı olması gibi dezavantajları vardır (Adadan & Savaşçı, 2012).
2. *Açık uçlu sorular:* Öğrencilerin alternatif kavramlarını değerlendirmek için bazı araştırmacılar ve birçok öğretmen tarafından kullanılan teşhis araçlarıdır. Bu yöntem, testi cevaplayanlara kendi fikirlerini düşünmek ve yazmak için daha fazla zaman verir, ancak bu yöntemde sonuçların değerlendirilmesi zordur. Bouven (1987), dil

problemlerinden ve öğrencilerin cevaplarını tam cümlelerle yazmaya daha az istekli olmalarından dolayı, bu yöntemle alternatif kavramları belirlemenin zorlaştığına inanmaktadır (Al-Rubayea, 1996). Ayrıca Sangsupata (1993), öğrencilere verilen ifade özgürlüğünün değerlendirmesini daha da zorlaştırdığını savunmaktadır (Al-Rubayea, 1996).

3. *Çoktan Seçmeli Testler*: Görüşme ve açık uçlu test süreçlerinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için çoktan seçmeli testlerin, hemen puanlanabilmeleri ve çok sayıda öğrencinin kavramlarını belirleyebilmesi açısından alan yazında sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Tsui & Treagust, 2010). Geçerli, güvenilir, kolay uygulanabilir, yönetilmesi ve değerlendirilmesi kolay olan bu testler, öğretmenlerin öğrencilerinin bilgilerini etkin bir şekilde ortaya koymalarını sağlar (Beichner, 1994). Bununla birlikte bu testlerin avantajlarına rağmen, öğrencilerin bilmeye dayanmayan veya ezbere dayalı doğru tahminlerinin hata varyansını artırarak testin güvenilirliğini azaltması; öğrencilerin çok sınırlı bir seçenekler listesinden seçmeye zorlanmaları; çoktan seçmeli iyi sorular yazmanın son derece zor olması bu teşhis yönteminin araştırmacılarca eleştirilmesine neden olmaktadır (Franklin, 1992). Araştırmacıların çoktan seçmeli testleri eleştirdiği bir diğer önemli konu, çoktan seçmeli bir testte doğru düşünceye sahip bir öğrenci yanlış bir cevap (yanlış negatif) verilebilmektedir. Aynı şekilde yanlış düşünceye sahip bir öğrenci tarafından da doğru bir cevap (yanlış pozitif) verilebilme ihtimalinden dolayı öğrenci puanları bu testlerde genelde daha fazla ölçülmektedir (Hestenes & Halloun, 1995; Peşman & Eryılmaz, 2010). Sonuç olarak, öğrencilerin alternatif kavramlarını değerlendiren çoktan seçmeli testlerin çeldiricileri ilgili alan yazından veya görüşmelerden çıkan yaygın alternatif kavramlara dayansa da bu testlerdeki yanlış cevapların hepsi alternatif kavram değildir (Griffard & Wandersee, 2001). Çoktan seçmeli testlerin sınırlamalarını yenmek için çok aşamalı testler geliştirilmiştir (Chandrasegaran, Treagust, & Mocerino, 2007).
4. *İki Aşamalı Testler*: Bu testler Treagust (1988) tarafından geliştirilmiştir. İki aşamalı bir testte; birinci aşama, öğrencinin konunun içeriği hakkında bilgisini belirleyen içerik aşamasıdır; ikinci aşama ise, öğrenciye birinci aşamadaki cevabını seçim sebebini veya açıklamasını soran neden aşamasıdır. Testin çeldiricileri öğrencilerle yapılan görüşmeler ve açık uçlu test yanıtlarından, alan yazından alınan alternatif kavramlardan oluşturulmuştur (Griffard & Wandersee, 2001; Treagust & Chandrasegaran, 2007).

Çoktan seçmeli testlerde eleştirilen ezber yoluyla doğru yanıtları seçmiş olma ihtimali iki aşamalı bir testte, bireyler ilk aşamada cevapları tahmin yoluyla doğru bulsa bile ikinci aşamada da doğru seçeneği seçme konusunda tutarsızlık yaşayacağından büyük oranda giderilebilmektedir (Tsui & Treagust, 2010). İki aşamalı testin maddelerinin puanlanması için Treagust'un (1988) yönteminde, bir öğrencinin bir maddenin birinci ve ikinci aşamasına verdiği cevabın her ikisinin de doğru olması durumunda maddenin doğru şekilde cevaplandırıldığı kabul edilmiştir. Bu puanlama yöntemi ile öğrencinin tahmin ederek doğru cevabı elde etme şansı çok düşüktür (Tamir, 1989; Tan, Goh, Chia, & Treagust, 2002; Treagust, 1988; Tsui & Treagust, 2010). İki aşamalı testler, öğrencilerin seçtikleri yanıtın arkasındaki mantık, yorumlama ve tercihlerini hedef kavramın alternatif kavramlarına bağladığı düşüncesiyle önceki ölçme yöntemlerine göre büyük bir gelişme olarak görülmüştür (Wang, 2004). Ayrıca, iki aşamalı teşhis araçları öğrencilerin tahminden kaynaklanan cevaplarının azaltılması, büyük örnekleme ulaşma ve kolay puanlama imkânı sağlaması ve öğrencilerin muhakemelerini sunmasından dolayı öğretmenlerin kullanmaları için daha pratik ve oldukça elverişlidir (Adadan & Savaşçı, 2012). Ancak, bu testler üzerine yapılan çalışma sayısı arttıkça araştırmacılar, bu testlerin yanlış bilgi, alternatif kavram veya bilimsel bilgi eksikliğinin ayrımını yapması hususunda bazı eksiklikleri olduğunu bildirmişlerdir (Griffard & Wandersee, 2001; Tamir, 1989).

5. *Üç Aşamalı Testler:* İki aşamalı testlerin sınırlamaları, ilk iki aşamada verilen cevaplara güven derecesini sorgulayan üçüncü bir aşama eklenerek telafi edilmeye çalışılmıştır (Aydın, 2007; Caeon & Subramaniam, 2010a; Eryılmaz, 2010; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Kaltakçı, 2012; Kutluay, 2005; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005). Güven derecesi, 1970'lerden beri psikoloji alanında yapılan kalibrasyon araştırmalarında kullanılan, öğrencilerin tahmininden kaynaklanan cevaplarını en aza indirmeye ve testin güvenilirliğini arttırmada faydalı başlıca araştırma araçlarından biridir (Kaltakçı, 2012). Güçlü bilişsel yapılar olduğu için öğrenciler tarafından şiddetle savunulan alternatif kavramları, bilgi veya kavram eksikliğinden ayırt etmek çok önemlidir. Çünkü bilgi eksikliği veya alternatif kavramın düzeltilmesi farklı öğretim yöntemleri gerektirmektedir. Bir teşhis aracı aynı zamanda bilgi eksikliğini saptayabilmelidir (Eryılmaz, 2010; Hasan, Bagayoko & Kelley, 1999; Peşman & Eryılmaz, 2010). Üç aşamalı testler, öğrencilerin *bilgi eksikliğini* alternatif kavramlarından ayırt etme avantajına sahiptir. Bu nedenle, üç aşamalı testlerin

öğrencilerin alternatif kavramlarını, normal çoktan seçmeli testlere ve iki aşamalı testlere kıyasla daha geçerli ve güvenilir bir şekilde değerlendirdikleri düşünülmektedir. Ancak, üç aşamalı testlerde öğrencilerin ilk iki aşamadaki seçimleri hakkında gizlilik içinde güven duymaları istendiğinden, bilgi eksikliğini az ve öğrenci puanlarını fazla tahmin edebilmesi alan yazında eleştirilmektedir (Aydın, 2007; Caleon & Subramaniam, 2010b; Eryılmaz, 2010; Kaltakçı, 2012; Kutluay, 2005; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005).

6. *Dört Aşamalı Testler:* Üç aşamalı testlerde, öğrencilerin ilk iki aşamaya birden verdikleri cevaba birlikte güven derecelerinin istenmesi, zaman içinde yetersiz görülmüş ve dört aşamalı testler geliştirilerek bu eksiklik giderilmiştir. Bu testlerde; İlk aşama, çoktan seçmeli sorudur; İkinci aşama, ilk soruya verilen cevaptan ne kadar emin olduğunun sorgulandığı aşamadır; Üçüncü aşamada, ilk aşamaya verilen cevabın nedeni sorulmaktadır; dördüncü aşamada ise, öğrencilerin üçüncü aşamaya verdikleri cevaptan ne derece emin oldukları sorgulanmaktadır (Caleon & Subramaniam, 2010b).

2.1.2. Fizikte Alternatif Kavramlar

Öğrencilerin bilimsel kavramları anlamaları konularına değinen son kırk yıla yayılan çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların büyük çoğunluğunun fizik alanında (%67), sonrasında biyoloji alanında (%20) ve en azının da kimya alanında (%13) olduğu görülmüştür (Pfundt & Duit, 1994). Günlük yaşantıda karşılaşılan birçok olayın fizik alanıyla ilgili olması öğrencilerin bu alanda birçok alternatif kavrama sahip olmalarına sebep olmakta ve bu da araştırmacıları bu alanda çalışmaya yönlendirmektedir. Öğrencilerin fizikteki bilimsel kavramları anlamaları üzerine yapılan araştırmalarla ilgili alan yazın incelemelerinde ise, en sıklıkla incelenen alanların günlük yaşantımızda genel olarak gözlemlediğimiz alanlar olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların: a) mekanik (%49), b) ısı ve sıcaklık (%12), c) ışık ve optik (%13), d) elektrik ve manyetizma (%17), e) dalgalar ve ses (%4), ve f) modern fizikteki kavramlar (%1) alanlarında yapıldığı görülmüştür (Çataloğlu, 2002; Wandersee vd., 1994).

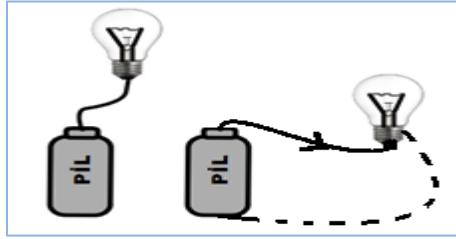
Öğrencilerin çok erken yaşlarda fizik kavramlarıyla ilgili oluşan deneyimleri ve bu deneyimleri doğru olsa da olmasa da her durumda sorunları çözmede kullanmaları onları alternatif kavramlara sürüklemektedir. Bunun yanında, fizik dersinde yer alan birçok kavramın soyut olması, öğrencilerin bu kavramları anlamasını güçleştirmekte ve onları bu

dersin zor olduğunu düşünmeleri noktasına taşımaktadır. Bu durum, ilerleyen öğrenim dönemlerinde öğrencilerin fizik konularına —bu ders zaten zor, ben fiziği öğrenemiyorum— korku ile yaklaşmalarına neden olmaktadır. Kavramların öğrenilmesi güçleştiğinden bu durum, öğrencilerin ezbere yönelmelerine ve zaman geçtikçe de öğrendiklerini hatırd tutamamalarına neden olmaktadır. Ülgen (2001), öğrencilerin fizik derslerinde karşılaştıkları problemleri çözme becerilerini denklemleri ezberleyerek geliştirebildiklerini, fakat kavramsal anlamayı gerektiren sorular içeren testlerde düşük performans sergilediklerini belirtmektedir.

2.1.3. Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlar

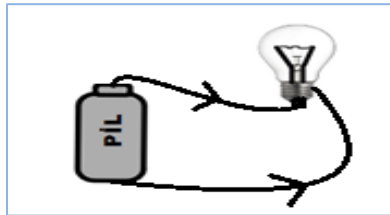
Öğrencilerin basit elektrik devreleri konusundaki düşüncelerini araştıran çalışmalar 1970’lerden beri sürdürülmektedir (Asami, King & Monk, 2000; Ateş & Polat, 2005; Borges & Gilbert, 1999; Chambers & Andre, 1997; Cohen, Eylon & Ganiel, 1983; Dega vd., 2013; Engelhardt & Beichner, 2004; Fredette & Clement, 1981; Fredette & Lochhead, 1980; Heller & Finley, 1992; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Lee & Law, 2001; Osborne, 1981, 1983; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Shepardson & Moje, 1994; Shipstone, 1985). Bu alanda yapılan çalışmalar, her sınıf düzeyindeki öğrencilerin basit elektrik devreleri konusunda birçok alternatif kavrama ve temel kavramları anlama düzeyinde problemlere sahip olduklarını göstermiştir. Elektrik konusu diğer fizik konularına göre birçok yetişkinin bile tam olarak anlamadığı, kavraması zor bir konudur. Çünkü elektrikle ilgili kavramların günlük hayatta varlığını ve etkilerini hissederiz, ancak somut olarak göremeyiz. Elektrik olguları üzerine yapılan çalışmalar göstermiştir ki, temel elektrik terminolojisinin büyük bir kısmı formal öğretim öncesinde elde edilmiş olsa da sık sık kullanılan enerji, akım, gerilim, güç, elektrik, direnç kavramlarının eş anlamlı olarak kullanıldığı görülmektedir. Özellikle öğrenciler, akım ve gerilim kavramlarını ayırt etmede büyük zorluk yaşamaktadır. Hatta onlar gerilimi akımın bir parçası olarak açıklamaktadırlar (Shipstone, 1985). Ayrıca, Engelhardt ve Beichner’e (2004) göre, devre elemanlarının iki uçlu olmalarının fonksiyonunu kavrama ve elektrik devre şemasının gerçek şeklini belirleme veya tam bir devre şemasını belirleme de öğrencilerin sahip oldukları problemler arasında bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar, çocukların karşılaştıkları olguları anlamak için çeşitli kavramsal modeller oluşturduğu noktasında hemfikirdirler (Shipstone, 1985). Oluşturulan bu kavramsal modeller alan yazına dayalı olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. *Tek Kutuplu Model:* Bu modelde öğrenciler, elektrik akımının üretcin pozitif kutbundan lambanın tabanına doğru aktığını ve tamamının lambada kullanıldığını düşünürler (Osborne, 1981, 1983). Osborne (1981) tarafından isimlendirilmiştir. Bu modelde öğrenciler ikinci telin gerekli olmadığını veya ikinci telin devrede aktif rolünün olmadığını düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985). Bu model, Fredette & Lochhead'ın (1980) *lavabo (sink) modeline* benzerdir. Genellikle küçük çocuklar arasında bulunur (Osborne & Freyberg, 1985) ve genelde öğretim ile kaybolur (Asomi vd., 2000; Ateş & Polat, 2005; Borges & Gilbert, 1999; Chambers & Andre, 1997). Ancak, araştırmalar ortaöğretimin sonunda da çoğu öğrencinin hala bu modele sahip olduklarını göstermiştir (Fredette & Lochhead, 1980; Shipstone, 1985). Şekil 2.1'de bu alternatif kavrama sahip öğrenciler tarafından ampulün yanacağını düşündükleri elektrik devreleri gösterilmektedir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).



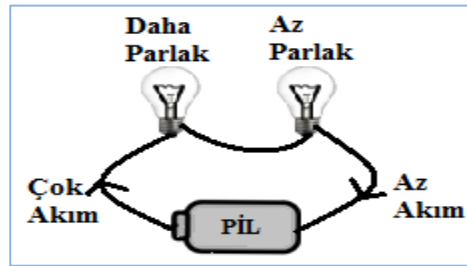
Şekil 2.1. Öğrencilerin sahip oldukları tek kutuplu model alternatif kavramı ile ilgili devre örnekleri

2. *Çarpışan Akımlar Modeli:* Bu modelde öğrenciler, üretcin artı ve eksi kutuplarından çıkıp lambaya ulaşan akımların burada çarpışıp enerji açığa çıkardıklarını düşünürler. Osborne (1983) tarafından isimlendirilmiştir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985). Borges ve Gilbert'in *iki bileşen modeline* benzerdir. Böyle bir model özellikle 10-13 yaş arasındaki çocuklarda popülerdir, ancak pratik olarak ortaokul eğitiminin sonunda yok olabilir (Osborne & Freyberg, 1985). Şekil 2.2'de bu alternatif kavrama sahip öğrenciler tarafından ampulün yanacağını düşündükleri elektrik devresi gösterilmektedir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).



Şekil 2.2. Öğrencilerin sahip oldukları çarpışan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği

3. *Zayıflayan Akım Modeli*: Bu modelde öğrenciler, akımın devrede bir yönde aktığını, üzerinden geçtiği her devre elemanında bir miktar azaldığını veya tüketildiğini ve pile daha az akımın döndüğünü düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985). Osborne (1983) tarafından isimlendirilmiştir. Bu model Borges ve Gilbert'in (1999) *akım tüketim modeline* benzerdir (Asomi vd., 2000; Chambers ve Andre, 1997). Şekil 2.3'de bu alternatif kavrama sahip öğrenciler tarafından elektrik devresi üzerinde düşündükleri akım ve parlaklık değişimi gösterilmektedir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).



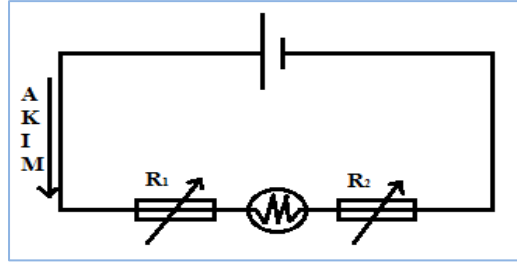
Şekil 2.3. Öğrencilerin sahip oldukları zayıflayan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği

4. *Paylaşılan Akım Modeli*: Bu modele sahip öğrenciler seri bağlı devrelerde akımın devre elemanları arasında eşit olarak paylaşıldığını, ancak güç kaynağına daha az akım döndüğünü veya hiç akım dönmediğini düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985). Benzer bir model Cohen vd. (1983) tarafından tanımlanır. Shipstone'na (1985) göre bu model, çocukların modelleri içinde devre işleyişi hakkında bazı kuralların asimilasyonu ile sonuçlanır. Örneğin, seri (veya paralel) bağlı özdeş ampullerin parlaklığı eşit kuralıdır. Şekil 2.4'de paylaşılan akım modeli alternatif kavramına sahip öğrenciler tarafından elektrik devresi üzerinde düşündükleri akım değişimi ve parlaklığın durumu gösterilmektedir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).



Şekil 2.4. Öğrencilerin sahip oldukları paylaşılan akım modeli alternatif kavramı ile ilgili devre örneği

5. *İlkel Kural Modeli (Empirical rule model)*: Öğrenciler, ampul ile güç kaynağı arasındaki uzaklık arttıkça ampulün parlaklığının azalacağını düşünmektedirler. Yani, pile yakın olan ampulün uzak olanlara göre daha parlak yanacağına inanırlar (Chambers & Andre, 1997; Heller & Finley, 1992; Peşman & Eryılmaz, 2010).
6. *Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli*: Bu modelde öğrenciler, üretici sabit bir akım kaynağı olarak algılarlar ve devrelerin özelliklerine bakmaksızın üretici tarafından devreye daima aynı akımın sağlandığını düşünürler (Ateş & Polat, 2005; Cohen vd., 1982; Kärrqvist, 1985; Peşman & Eryılmaz, 2010).
7. *Sıralı Muhakeme Modeli*: Bu modelde öğrenciler, devrenin herhangi bir noktasında bir değişiklik yapılırsa (devreye direnç eklemek veya çıkarmak gibi), bu değişiklikten sadece bu noktadan sonraki devre elemanlarının etkileneceğini düşünürler (Heller & Finley, 1992; Shipstone, 1985; Engelhardt & Beichner, 2004; Peşman & Eryılmaz, 2010). Bu model, Shipstone'nun (1985) *sıralı model* veya *bölgesel muhakeme* modeline benzerdir. Böyle bir model özellikle ortaöğretim öğrencilerinde popülerdir, hatta fizikte yetenekli öğrenciler arasında bile görülmüştür (Shipstone, 1985).



Şekil 2.5. Sıralı muhakeme alternatif kavramının değerlendirilmesi için kullanılan elektrik devresi

Öğrencilerden şekil 2.5'te görülen ampulün parlaklığına ne olacağını tahmin etmeleri istendiğinde, R1 veya R2'nin biri değişirse, R1'deki değişikliğin parlaklığı etkilediğini ve R2'deki değişikliğin ise ampulün parlaklığını etkilemeyeceğini düşünenlerin bu alternatif kavrama sahip olduğu kabul edilmiştir (Shipstone, 1985).

8. *Kısa Devre Modeli*: Bu modele sahip olan öğrenciler, devreye bağlanan boş bir telin devre üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını düşünürler (Shipstone, Jung & Dupin, 1988). Ayrıca öğrenciler kısa devreyi tanıma, açıklama ve devrede direnci az olan eleman üzerinden daha çok akımın geçmesi gerektiğini kavramada da güçlük çekmektedirler (Ateş & Polat, 2005).

9. *Eşdeğer Direnç Modeli*: Öğrenciler, devreye direnç eklendiğinde, dirençlerin bağlanma şekline bağımsız olarak toplam direncin artacağını düşünürler (Chambers & Andre, 1997; Peşman & Eryılmaz, 2010).
10. *Ohm'un modeli (Bilimsel Model)*: Kapalı devrede akımın korunduğu ve değerinin devre elemanlarının bağlanma şekline göre değiştiği modeldir (Tasker & Osborne, 1985; Asomi vd., 2000). Akım enerji transferinde devrenin etrafında akar. Bu *bilimsel modele* karşılık gelir ve hem de Osborne (1983) ve Shipstone (1985) tarafından önerilmiştir. Bu model öğrenciler büyüdükçe belki öğretim sonucunda giderek daha popüler hale gelir (Borges & Gilbert, 1999).

Bu konuda yapılan çalışmalar öğrencilerin yaşlarına ve devreler konusundaki deneyimlerine göre alternatif kavramlarının bulunma oranının değiştiğini göstermektedir (Osborne, 1983; Shipstone, 1985; Shepardson & Moje, 1994). Osborne'a (1983) göre öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki zihinsel modelleri, yaşları ilerledikçe ve derslerde konuyu öğrendikçe bilimsel modellere doğru gelişmektedir, fakat ilköğretim kademelerinde öğrencilerin genel olarak alternatif kavramlarını korumaktadırlar. Daha önceki çalışmalar, genelde öğretim metotlarının basit elektrik devreleri konusunu öğretmede sınırlı kaldığını göstermiştir (Ateş & Polat, 2005; Maichle, 1981; Shipstone vd., 1988).

2.2. Kavramsal Değişim

Öğrenme süreçleri ve öğrencilerin ön bilgisiyle ilgili yapılmış olan çalışmalar, başarılı bir öğrenme süreci için öğrencilerin bilişsel yapılarında bir değişim yaşanması gerektiğiyle ilgili yaygın bir sonuca ulaşmışlardır (Posner vd., 1982; Chi, 1992; diSessa, 1993). Öğrencilerin bilişsel yapılarında ki bu değişim, alan yazında kavramsal değişim olarak isimlendirilmiştir. Öğrencilerin çevrelerindeki dünya hakkında önyargılı kavramları, alternatif kavramları, sezgisel bilgileri, naif kavramları ya da kavram yanılgıları ile öğrenme sürecine gelişinin açıklandığı 1970 ve 1980'lerin bilişsel devrimi sırasında ortaya çıkan ve fen eğitiminde araştırma ve öğretim uygulamalarına egemen olan teorik modellerden biri de *Kavramsal Değişim Modelidir* (Duit & Treagust, 2003, 2012; Keiny, 2008; Posner vd., 1982). Pek çok fen eğitimcisi öğrencilerin fen öğrenme görevlerinde onları engelleyen, zor ve sağlam olan alternatif kavramlarını öğretim yoluyla söndürme gerçeğini fark etmişlerdir (Vosniadou, 2012).

Kavramsal değişim, öğrencilerin alternatif kavramlarını dönüştürmek veya amaçlanan bilimsel kavramları yeniden öğrenme sürecidir. Bu nedenle, bu öğrenme süreci öğrencilerin kendi alternatif kavramlarını yeniden inşa etmelerine rehberliği içerdęi için yapılandırmacı öğrenme teorisine dayanmaktadır (Dega vd., 2013; Vosniadou, 2007). Fen eğitiminde en iyi bilinen kavramsal değişim modeli, öğrencilerin epistemolojilerine dayalı, Posner vd. (1982) ile birlikte ortaya çıkmıştır ve Hewson (1981, 1982, 1996), Hewson ve Hewson (1984;1988;1992), Strike ve Posner (1985, 1992) tarafından revize edilmiştir ve Hennessey (1993) tarafından sınıf eğitimine uygulanmıştır (Duit ve Treagust, 2003; Venville & Treagust, 1998).

Değişimi tanımlamak için mücadele eden araştırmacılar, değişim sürecini başlatan faktörleri karakterize etmeye çalışmışlardır. Değişimin başlatıcısı olarak, Posner vd. (1982) *memnuniyetsizliği*, Dykstra vd. (1992) *dengeşizliği* ve Scott, Asoko ve Driver (1992) *bilişsel çatışmayı* esas almışlardır. Yapılandırmacı yaklaşımdan kaynaklanan sonraki gelişmeler, kavramsal değişimde rol oynama potansiyeline sahip birden çok faktöre işaret etmişlerdir. Örneğin, Pintrich, Marx & Boyle (1993) değişime katkıda bulunan motivasyonel inançlar ve sınıftaki bağlamsal faktörlerin rolünü ele aldılar; Dole ve Sinatra (1998), bireylerin düşüncelerini değiştirmek için onları etkileyen birçok faktörün olduğunu iddia ettiler. Görüldüğü gibi değişimi başlatan veya gerçekleşmesini sağlayan olaylar hakkında tam bir fikir birliği yoktur (Hennessey, 2003).

1990'ların ortalarına gelindiğinde ise, bazı araştırmacılar değişim sürecine daha yakından bakmaya başlamışlardır. Bilişsel psikolojideki çok sayıda araştırmacı, öğrencilerin mevcut bilişsel yapısındaki değişimin doğasını açıklamak için farklı kuramsal çerçeveler önermişlerdir. Bu teorik yaklaşımlar, öğrencilerin ön kavramlarına ve özellikle kavramlarının değişimine karşı oluşturdıkları dirence odaklanarak, öğrencilerin fikirlerinin değişimini tanımlamışlardır. Kavramsal değişimin bu bakış açıları esas olarak, insan bilişinin ve genel kavramlarının doğası ile ilgili araştırmacıların varsayımları bakımından farklılık göstermektedir (Yürük, 2005).

2.2.1. Kavramsal Değişim Teorileri

Kavramsal değişimin hedeflendiği çalışmalar arasındaki fikir ayrılıkları, günümüz araştırmalarını farklı yol ayrımlarına sürüklemiştir. Bu araştırmalar, öğrenenlerin alternatif kavramları ve bilgi yapılarının tutarlılığı ile ilgili birbirine alternatif iki teorik yaklaşım

üzerinde durmaktadır (Özdemir & Clark, 2009): Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı.

2.2.1.1. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı

Teori nitelikli bilgi yapısı perspektifinin savunucuları, öğrencilerin belirli bir konudaki teorisinin farkındalık ve hipotez test etme gibi birtakım açılardan bilim insanlarının sahip olduğu teorilerden farklılık gösterse de bütünlük ve belirli bir konuda benzer durumları açıklamasındaki tutarlılıktan dolayı bilimsel teorilerle ortaklık gösterdiğini iddia etmektedir. Bu görüşünün kaynağı, bilim tarihi ve felsefesi çalışmalarına ve Piaget'in bilişsel gelişim kuramındaki şema kavramına dayanmaktadır. Şemalar, bireyin dünyaya geldiği andan itibaren çevresindeki olayları anlamlandırabilmek ve kavramlar arasındaki ilişkileri kurabilmek için geliştirdiği geniş ölçekli bilgi yapıları olarak tanımlanmaktadır. Bir konudaki yeni bir deneyim veya bilgi bireyin zihninde var olan ilgili şemaya uyum gösteriyorsa, bu bilgi sorunsuz şekilde o şemaya eklenir; eğer uyum göstermiyorsa birey bilişsel bir çatışma içinde kendini bulur (Özdemir, 2007). Teori nitelikli bilgi yapısı perspektifindeki araştırmacıların bazıları çerçeve teoriler veya zihinsel modeller açısından kavramsal değişimi açıklarken (örneğin, Vosniadou, 1994; Vosniadou & Brewer, 1992), diğerleri ontolojik değişimler üzerine odaklanmıştır (Chi, 1992; Chi vd., 1994):

Teori Nitelikli Bilgi Yapısındaki en önemli kavramsal değişim teorilerinden biri Posner vd. (1982) tarafından tanımlanmıştır. Onlar, öğrenenlerin mevcut kavramının fonksiyonel olduğunu, mevcut kavramsal şemaları içinde sorunlarını çözebildiklerini ve mevcut kavramlarını değiştirmeye ihtiyaç hissetmediklerini ileri sürmüşlerdir (Özdemir & Clark, 2007). Onlara göre öğrenme, rasyonel, mantıklı bir aktivitedir (Venville & Treagust, 1998). Posner vd. (1982)'ne göre, kavramsal değişim iki şekilde meydana gelir: asimilasyon ve konaklama. *Asimilasyon*; öğrenenlerin yeni karşılaştıkları kavramlar ile mevcut kavramlarını bağdaştırma ya da yeni kavramları, mevcut kavramlarının üzerine ilave etme sürecidir. Fakat genellikle, yeni karşılaşılan bir kavramın başarılı bir şekilde anlaşılabilmesi için, öğrencilerin mevcut bilgileri yetersiz kalmaktadır. Bu durumda, öğrencinin, mevcut kavramlarını yeniden organize etmesi ya da yeni kavramla değiştirmesi gerekir. Daha radikal olan bu şekildeki kavramsal değişime ise *konaklama* adı verilir. Posner vd. (1982), çalışmalarını konaklama üzerinde yoğunlaştırmaktadırlar. Onların cevabını bulmaya çalıştıkları şey, konaklama nasıl meydana gelir sorusudur. Onlar bu terimleri kullanırken

Piaget'in asimilasyon ve konaklama terimlerini esas almışlardır. Posner vd. (1982) çalışmalarında iki soruya cevap aramışlardır: 1. Hangi koşullar altında bir kavram diğeriyle yer değiştirir? 2. Yeni kavramın seçimini yöneten kavramsal ekolojinin özellikleri nelerdir? İlk sorunun cevabı olarak, onlar konaklamanın olabilmesi yani, başarılı kavramsal değişimin meydana gelebilmesi için gerekli koşulları şöyle açıklarlar (Bu süreçler aynı zamanda bilişsel süreçler olarak da adlandırılabilir):

1. Birey mevcut kavramlarından *memnuniyetsiz* olmalıdır,
2. Yeni bir kavram *anlaşılabilir* olmalıdır,
3. Yeni kavram *makul* ve *akla yatkın* olmalıdır, yani gerçek gibi görünmelidir.
4. Yeni kavram, mevcut sorunların çözümü için öğrenene potansiyel olarak *verimli* görünmelidir.

Posner vd. (1982)'nin yanıtını aradığı yukarıdaki iki sorunun cevabı, modelin iki merkezi kavramını ortaya koyar: *durum* ve *kavramsal ekoloji* (Hennessey, 2003). Onların görüşlerinin etkili yönlerinden biri de aynı zamanda ikinci sorunun cevabı, yeni kavramların seçimini yöneten kavramsal ekolojinin özelliklerini açıklamalarıdır. Onlara göre, bir öğrenenin kavramsal ekolojisi onun kendi kavramlarını oluşturur ve fikirleri kendi epistemolojik inançlarını kökleştirir. Toulmin'e (1972) göre ise, kavramsal değişime hükmeden kavramlar, *kavramsal ekoloji* olarak tanımlanmaktadır. Öğrencilerin kavramsal ekolojileri; düzensiz parçalar, benzeşimler, mecazlar, epistemolojik inançlar, fizik ötesi inançlar ve birbiri ile mücadele eden kavramların bütünüdür. Kavramsal ekoloji açısından bakıldığında, mevcut fikirler ontolojik kategoriler, epistemolojik inançlar, yeni fikirler ve sorunları olan öğrenenin etkileşimlerini son derece etkiler. Kavramsal ekoloji bakış açısı, daha sonra da birçok çalışmada etkili olmuştur (s. 213). Aynı zamanda kavramsal ekoloji fikri, klasik yaklaşımı reddeden Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin savunucuları tarafından da benimsenmiştir (diSessa, 2002).

Posner vd. (1982)'nin bu bakış açıları, bilişsel koşulların başarılı kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için öğrenme sürecinde yerine getirilmesi gerektiğini varsayar. Temel amaç, kendi mevcut kavramından memnun bir öğrenci için *bilişsel çatışma* yaratmaktır. Daha sonra öğrenen anlaşılır, makul ve verimli olarak normatif bir görünümü kabul edebilir. Bu görüş, öğrenenin inancı ve bilgisi arasındaki etkileşim sonucunda ortaya çıkan spesifik kavramlarını belirlemede çok etkili bir teoridir (Özdemir & Clark, 2007).

Hewson (1981), Posner vd. asimilasyon ve konaklama fikirlerini eleştirmiştir ve asimilasyon yerine *kavramsal yakalama*, konaklama yerine de *kavramsal değiştirme* terimini kullanmıştır. Yazar, öğrencilerin sahip oldukları hatalı ön bilgilerin doğru bilgilerle değiştirilmesini kavramsal değişim olarak adlandırmıştır. O'na göre mevcut kavramlar ya yeniden düzenlenir ya da yenileriyle değiştirilir ve kavramların statüsü:

- a) Anlaşılabilirlik,
- b) Anlaşılabilirlik ve mantıklılık,
- c) Anlaşılabilirlik, mantıklılık ve verimlilik olarak düşünülür. Bir kavram mantıklı olmadan verimli ve faydalı, anlaşılır olmadan da mantıklı olamaz.

Chinn ve Brewer (1993), insanların anormal verilere tepkilerini etkileyen bir faktör olarak ön bilginin özelliklerine dikkati çekmişlerdir. Onlar teorilerinde, ontolojik ve epistemolojik inançların etkisini ve öğrencilerin bilgi birikiminin ne kadar köklü olduğunu vurguladılar. Ayrıca öğrenciler anormal verilerle karşı karşıya olmasına rağmen her zaman mevcut anlayışlarından memnun olmayacaklarını savundular. Onlara göre, bireylerin anormal veriye yönelik yedi olası tepkisi vardır. Bunlar:

1. Anormal verileri göz ardı etme,
2. Anormal veriyi reddetmek,
3. A teorisinin baskınlığından veriyi kabul etmemek/hariç tutmak,
4. Verileri askıda tutmak,
5. Teori A'yı koruyarak bilgileri yeniden yorumlama,
6. A teorisinde çevresel/yüzeysel değişiklikler yapmak ve
7. B teorisinin lehine, A teorisini değiştirmek ve veriyi kabul etmek.

Carey (1985)'in kavramsal değişim teorisine göre, çocuklar alana özel bir A teorisini belli bir zamanda kendinden yapıcı ve içerik olarak farklı B teorisi ile değiştirir. Carey'e (1991) göre, bu iki kavram arasındaki değişim üç süreçle başarılabilir: yenisiyle değiştirme, farklılaşma ve birleşme.

1. Yenisiyle değiştirme; bir kavramın bir diğer kavramın yerine geçmesi veya bir üstüne yazma işlemidir. İki kavram temelde farklıdır.
2. Farklılaşma; iki veya daha fazla yeni kavram içinde ilk kavramı bölen bir süreçtir.
3. Birleşme; farklılaşmanın tersi bir süreçtir. Tek bir kavram içinde iki veya daha fazla orijinal kavramın birleşmesini içerir.

Carey'e (1999) göre, kavramlar ve inançlar sezgisel bilginin iki temel bileşenidir. İnançlar, kavramları bağlayan ilişkisel parçalardır. O, kavramlar arasındaki ilişkilerde değişimlerin nispeten kolay olsa da sezgisel inançların kavramları sınırlaması nedeniyle kavramlarda değişimin zorlu süreçler olduğunu savunur. Bu nedenle, kavramsal değişim, bireylerin kavramları düzeyinde oluşan aşamalı bir süreçtir (Clark, 2006; Özdemir & Clark, 2007).

Teori Nitelikli Bilgi Yapısını savunan bazı araştırmacılar, zihinsel modeller açısından kavramsal değişim süreçlerine odaklanmışlardır (örneğin, Ioannides & Vosniadou, 2002; Linder, 1993; McCloskey, 1983; Vosniadou, 1994; Vosniadou & Brewer, 1992). Vosniadou (1994)'ya göre kavramlar, onları sınırlayan büyük kavramsal yapıların içinde gömülüdür. Buradan yola çıkarak, naif çerçeve teorileri ve özel (spesifik) teoriler arasında ayrım yapılmaktadır. Çerçeve teoriler, derin ve köklü eğilimlerden oluşan, ilk çocukluktan itibaren günlük deneyimlere iyice yerleşmiş, köklü ve fiziksel dünya hakkında bilgi edinme sürecini kısıtlayan yapılardır. Özel teoriler ise, fiziksel nesnelerin davranışlarını ve özelliklerini tanımlayan bir dizi inançtan oluşur. Bu teoriler gözlem yoluyla veya çerçeve teorisinin kısıtlamaları altında oluşturulur. Özel teorileri oluşturan inançlar ikinci dereceden engellerdir (Vosniadou, 1994, s. 46).

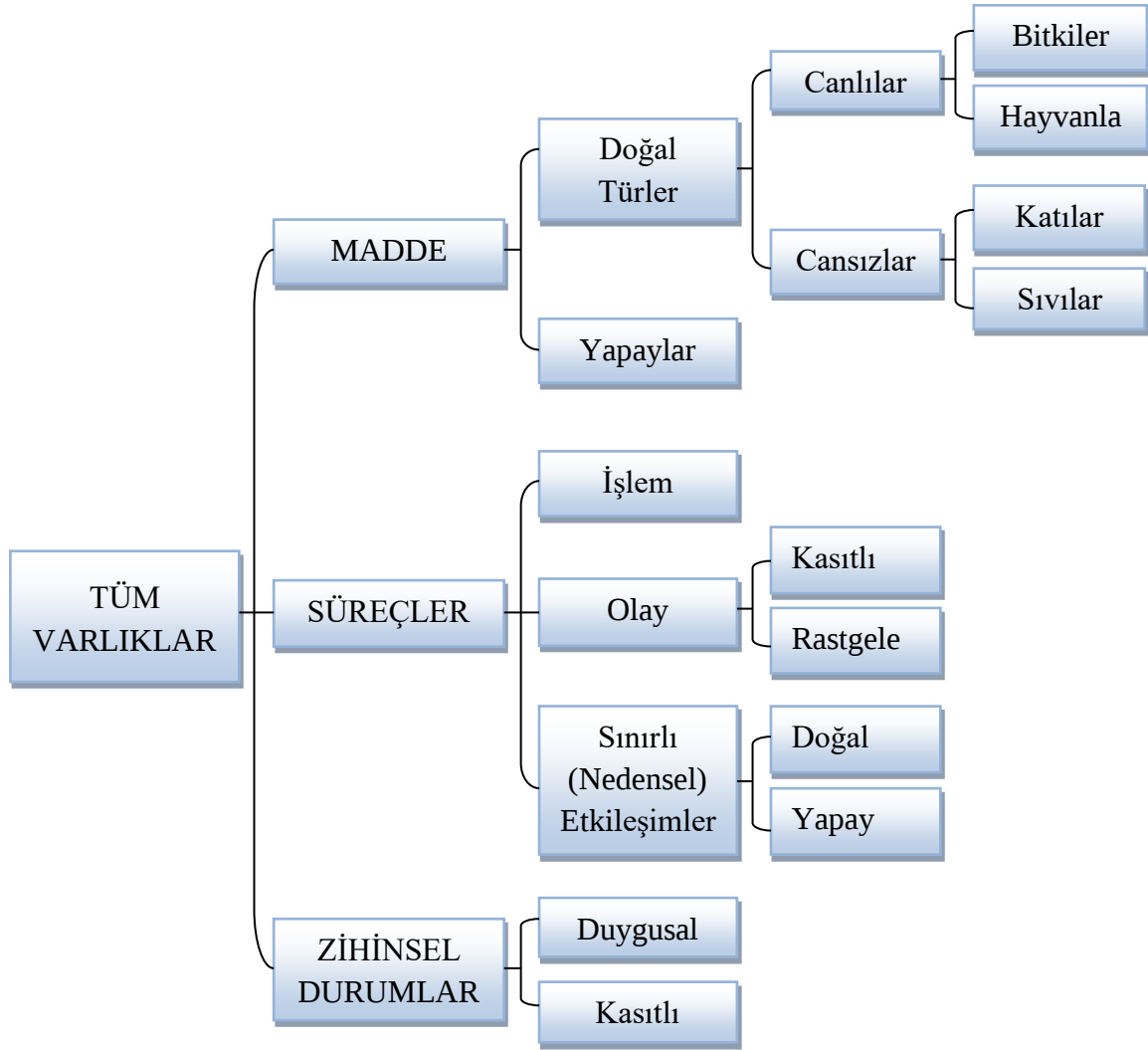
Vosniadou (1994), bireylerin bilişsel süreçler sırasında, fiziksel olayların nedensel açıklamalarını sağlamak için zihinsel model oluşturdıklarını iddia etmiştir. O, üç tür zihinsel modelden bahseder. Bunlar: ilk zihinsel modeller, sentetik zihinsel modeller ve bilimsel zihinsel modellerdir. O'na göre, çocuklar erken yaşlarda günlük tecrübelerine dayanarak ilk zihinsel modellerini oluştururlar. Daha sonraki yıllarda ise, çocukların sahip olduğu pek çok zihinsel model, başlangıç modelleri ile öğrenimleri sırasında karşı karşıya kaldıkları bilimsel modelleri birleştirmeye çalışmalarıyla oluşur. Bu zihinsel modellere *sentetik modeller* adı verilir. Sentetik modeller alternatif kavramlardır ve inanç ve varsayımlar gibi bilgi edinme sürecini engelleyebilirler. Vosniadou (1994)'ya göre kavramsal değişim, öğrencinin sentetik zihinsel modellerinin bilimsel olarak kabul edilen zihinsel modellere değişimi sürecidir. O'na göre kişinin zihinsel modellerini değiştirmesi, aşamalı bir şekilde zenginleştirme veya değiştirme yoluyla olur. Zenginleştirme, mevcut kavramsal yapıya bilgi ilave edilmesini içerir. Değiştirme ise, bireysel inançlar, varsayımlar ya da bir teorisinin ilişkisel yapısındaki değişimleri içerir ve özel teori veya çerçeve teori düzeyinde meydana gelebilir. Çerçeve teori düzeyinde değişim en zor kavramsal değişim türüdür ve birçok alternatif kavrama neden olması muhtemeldir. Çünkü bu teorideki varsayımlar günlük hayattaki deneyimlere dayanır

ve yıllarca yaşantılarla onaylanmıştır (s. 53-54). Vosniadou (2003), erken çocuklukta bireylerin, en azından bu deneyimlerden bazılarını fiziksel dünyayı anlamlandırmak için dar, ancak nispeten tutarlı açıklayıcı çerçeveler içinde düzenlediklerini düşünmektedir.

Chi vd. (1994), kendi geliştirdikleri kavramsal değişim teorilerini ontolojik temellere dayandırarak açıklamışlardır. Ontoloji, varlıkların hangi sınıflara veya kategorilere ait olduklarının belirlenmesidir (Şen & Yılmaz, 2012). Öğrencilerin sahip oldukları kavramlara atadıkları veya yükledikleri anlamlar, yani kategoriler önem taşımaktadır. Chi, bu kategorilere *ontolojik kategoriler* adını vermektedir. O'na göre dünyadaki tüm varlıklar üç ontolojik kategoriye aittir: Madde, Süreç ve Zihinsel durumlar. Şekil 2.6'da Chi'nin açıkladığı ontolojik model görülmektedir (Chi, 1992, 2008; Chi & Hausmann, 2003; Chi vd., 1994). Her bir kategori ağaç adı verilerek incelenir ve her bir ağaç kendi içerisinde dallanmalar gösterir. İnsanların kavramlarının ontolojik kategorileri, onların ontolojik bilgisi olarak isimlendirilir. (Chi, 1992; Chi vd., 1994, Chi, 2008). Kategorilerin içerdiği özelliklere (örneğin, kırılır, ağırlığı vardır gibi), *tanımlayıcı özellikler* denilmektedir. Bu özellikler ontolojik özelliklerdir. Örneğin, bir çocuk, *kuş* gibi yeni öğrendiği bir kavramı zihninde sınıflandırır ve *kuşların* genel özelliklerine göre bir kategoriye yerleştirir: *uçarlar, yumurta üzerinde yaşarlar, gagaları vardır* gibi. Yeni bir kuş türü gördüğünde (örneğin, serçe gibi) ise, bunu kuşlar kategorisinin içine yerleştirir (serçe-kuşlar-hayvanlar). Tanıdık olmayan bir tür gördüğünde, zihnindeki kategorilere yeni özellikler ekler: *kanı var, nefes alır, ölür* gibi. Çünkü bu özellikler hayvanlar üst kategorisinin özellikleridir. Daha sonra çevresiyle ilgili gözlemleri devam ederken hayvanları yaşayanlar kategorisine, taş gibi şeyleri de cansızlar kategorisine koyar. Bunlar *madde* kategorisi altında sınıflandırılır. Öğrenciler fen kavramlarını bu ontolojik kategorilere göre sınıflandırır. Örneğin, yukarıda ki örnekteki çocuk, yarasa gördüğünde onu da eski bilgilerine dayanarak kuşlar kategorisine yerleştirmesi ile alternatif kavram oluşturmuş olur (Slotta vd., 1995).

Chi vd. (1994) öğrenmede yaşanan sıkıntıların, öğrenenlerin kavramları yanlış kategori altında sınıflandırmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Onlara göre öğrenciler, genellikle *süreçler* kategorisinin alt bileşeni olan *sınırlı etkileşimlerin* bazı bileşenlerine *madde* kategorisinin özelliklerini atfettikleri için bu kavramları zor öğrenmekte ve alternatif kavramlar oluşturmaktadırlar. Kavramsal değişim, öğrenenlerin yanlış kategoriye atanan alternatif kavramlarının kategorilerini doğru kategoriye taşıyabilecek tamir sürecidir. Bu durumda kavramsal değişim, öğrencilerin mevcut kavramlarının kategorilerinde gerçekleşen

değişimdir. Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için bu kategori değişimlerinin, ağaçlar arasında gerçekleşmesi gerekmektedir. Örneğin, öğrencinin balınay yanlış atadığı *balık* kategorisinden, doğru kategori olan *memeli* kategorisine taşınmasıdır. Bu durumda kavramın özü, esası veya ontolojisi değişmiş olur (Chi vd., 1994).



Şekil 2.6. Chi'nin ontolojik kategorileri

Chi vd. (1994), kuvvet, ısı, sıcaklık ve elektrik akımı gibi öğrenilmesi zor olan ve sıklıkla alternatif kavramlarla karşılaşılan fen konularının, süreçler kategorisinin alt boyutu olan sınırlı etkileşimler kategorisine ait olduğunu ifade etmektedirler. Onlara göre, sınırlı etkileşimler kategorisinin tanımını yapmak oldukça zordur. Bu yüzden daha çok madde ve olaylar kategorisiyle karşılaştırılarak incelenir. Sınırlı etkileşimlerin bazı bileşenleri madde kategorisi özellikleri taşıdığı için öğrenciler bu kavramları daha zor öğrenmektedirler. Sınırlı etkileşimlere ait kavramları, yanlış kategoriye atayarak madde özelliklerini yükleme, öğrencilerde alternatif kavramları oluşturmaktadır. Üstelik öğrencilerin yanlış özellikler

yüklemeleri günlük tecrübelerini açıklamada yeterli olduğundan öğrenciler bundan hoşnutsuzluk duymamaktadır. Onlar, alternatif kavramları daha çok madde ve süreç kısımlarının karıştırılmasıyla oluşsa da farklı durumlarda da gerçekleştirebileceğini söylemişlerdir. Örneğin madde ve zihinsel durum kategorilerinde meydana gelen karışıklıklar Biyolojinin bazı alanlarında alternatif kavramlara yol açmaktadır. Bir canlının fiziksel gereklilikten değil de istediğinden dolayı büyüdüğünü ifade eden bir öğrenci bu iki kategorinin büyüme kavramına yanlış ontolojik özellik yüklemiştir.

Chi vd. (1994)'ne göre, kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için, kavramın tekrar sınırlı etkileşimler kategorisi altında sınıflandırılması gerekmektedir. Örneğin, elektrik akımı kavramı incelendiğinde, öğrencilere elektrik akımını açıklamak için akan su benzetmesi kullanılır. Bu benzetme öğrencilerin özellikle madde kategorisi altında elektrik akımı kavramını, sıvı alt kategorisi altında algılamalarına yol açar. Elektrik akımını sıvı olarak yanlış kategoride sınıflandırması, öğrencilerin *elektrik akımı pilde depolanabilir* ya da *elektrik akımı devre üzerinden akar* gibi alternatif kavramlara sahip olmasına yol açar. Öğrencilerin kavramlarının ontolojik kategorisi değişmezse, kavramı doğru olarak tanımlayamayacaktır. Sınırlamaya dayalı etkileşimler (Chi daha sonra bu süreçte Emergent süreç adını vermiştir.) kategorisinde, öğrencilerin alternatif kavramları dirençlidir. Teoriye göre öğrencilerin mevcut kavramları ile bilimsel kavramların ontolojik kategorileri uyumluysa öğrenme göreceli olarak daha kolay gerçekleşir. Ancak öğrencilerin mevcut kategorileri ile bilimsel kavramların kategorileri uyumlu değilse, mevcut kavramlar dirençli, ısrarlı, istikrarlı, homojen, tekrarlı veya sistematik durumlardan birine yönelme eğilimi gösterirler (Chi, 2005).

Alternatif kavramlar, yanlış ontolojik kategoriye atanan kavramlardır ve kavramsal değişime dirençlidir (Chi & Roscoe, 2002). Chi (2005, 2008), alternatif kavramın düzeltilebilmesi için ontolojik kategoriler arasında kayma gerektiğini ve bunun için kavramsal değişimi hedefleyen öğretimde iki tür aşamayı tamamlamak gerektiğini ileri sürmüştür. Bunlar:

1. Öğrenciler başka bir ontolojik kategoriden, öğrenilecek kavrama kendi kavramlarını kaydırmaları gerektiğinin *farkında* olmalıdır. Öğrenciler, böyle bir ihtiyaçları olduklarının farkında değildir. Farkındalık sorununun çözümü için öğrencilerin yanlışları onlara anlatılmalı, hatalı inançları gösterilmeli ve doğru bilgi ile karşı karşıya getirilmelidir. Ancak, uygulamada bu her zaman daha doğru veya daha iyi kavranmasına

yol açmaz, çünkü kavramı atayabilecekleri kategori eksiktir (Chi, 2005; Chi, 2008; Chi & Roscoe, 2002; Chi, Roscoe vd, 2012).

2. Kaydırılmak zorunda olan şema veya yapı öğrencide mevcut olmadığı için *inşa* edilmelidir. Kategorik kaymanın başarılabilmesi için öğretim, kategorilerin özellikleri hakkında öğretimi içermek zorundadır. Öğrenciler başarılı bir şekilde yanal kategoriye inşa ettikten sonra, doğru kategori içinde öğretimi asimile etmeye başlarlar (Chi, 2005, 2008).

Chi'ye (2008) göre, yanlış kategorize edilmiş kavramlar, ontolojik bir ağacın aynı hiyerarşik dalı içinde veya ağacın paralel dalları içinde olabilir. Kavramsal değişim (s. 80);

- Eğer ağacın aynı hiyerarşik dalı içindeyse, doğru elemanları tutarken alternatif kavramların bazı yönlerden revizesi ile mümkün olur.
- Ağacın paralel dalları içindeyse, yanlış kavranan kategori için yeni kategoriye inşa etmeyle sonuçlanır. Yeni paralel kategori, yanlış kavranan kategorinin elemanlarını paylaşmaz.

Chi (2008), ön bilgilerin öğrenilen bilgiyle iki şekilde çatışabileceğini önermektedir. Bunlar:

1. *İnanç düzeyinde*: Ön bilgi, yanlış veya hatalı olabilir ve çelişkili anlamda doğru bilgi ile çatışabilir. Bu gibi durumlarda kavramsal değişim, yanlış inançları çürütmeyle başarılabilir ve buna fenin bazı etki alanlarında inanç revizyonu yol gösterebilir.
2. *Zihinsel-model düzeyinde*: Ön bilgi yanlış olabilir ve tutarlıdır, ama hatalı anlamında doğru bilgi ile çatışabilir. Bu gibi durumlarda kavramsal değişim, hatalı zihinsel model içinde çoklu yanlış inançların çürütülmesiyle başarılabilir. İnanç revizyonlarının çoğunun kümülatif etkisi, doğru model içinde hatalı zihinsel modeli transfer eder.

2.2.1.2. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı

Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinin alan yazında geniş destekçisi olmasına rağmen, son yıllarda giderek artan şekilde parça nitelikli bilgi yapısı görüşü önem kazanmaktadır. Bu görüşü destekleyen araştırmacılar, bir öğrencinin günlük deneyimlerine bağlı olarak şekillenen bilgi yapılarını yarı bağımsız parçacıkların bir ekolojisi olarak düşünmektedir (Clark, 2006; diSessa, 1988, 1993, 2008; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Elby & Hammer, 2001; Hammer, 1996a; Izsak, 2005; Levirini & diSessa, 2008; Parnafes, 2005; Wagner, 2006; Wittmann, 2002). Bu görüşün kaynağı Strike ve Posner (1992)

tarafından ileri sürülen kavramsal ekoloji yaklaşımına dayanmaktadır. Bu araştırmacılara göre öğrencilerin kavramsal ekolojileri düzensiz parçaların, epistemolojik inançların, mecazların, fizik ötesi inançların ve birbiri ile mücadele eden kavramların bir bütünüdür ve bu tür bağımsız, düzensiz ve çoklu parçalar öğrencilerin bilgi yapılarını oluşturur (diSessa, 1988, 1993). Bu görüşün öncülerinden biri olan diSessa (1993) bilgi unsurlarının niteliğine dikkati çekerken, Anderson (1993) ve Thagard (1992) bu bakış açısına mantıksal/matematiksel örnekler sağlamış, Clark (2006) değişimin boylamsal özelliklerine, Minstrell ve Stimpson (1996) sınıfta öğrencilerin kullandığı yönlerde, Linn, Eylon ve Davis (2004) ise öğrencilerin bu unsurları yeniden organize etme, revize etme ve bağlantısı üzerinden sürece odaklanmıştır. Bu perspektife göre öğrenme, bu fikirlerin yeniden yapılandırılması ve yeniden organize edilmesi süreci ile gerçekleşir. Bu perspektifin en güçlü temsilcisi diSessa'dır (Özdemir & Clark, 2007). Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifindeki araştırmacıların çoğu çalışmalarını diSessa'nın teorisine dayandırmışlardır.

diSessa (2002), harekete geçen düzensiz ve bağımsız bilgi parçalarının duruma göre farklılık göstereceğine inanmaktadır. Diğer bir deyişle, bir konudaki bilimsel bilgiyi tam olarak kavramamış bir öğrenci farklı durumlarda farkında olmadan farklı bilgi parçalarını aktifleştirir. Bu bilgi parçaları bir şema veya teoriyi meydana getiren ve birbirini tamamlayan düzenli parçalar olmadığı için öğrencinin bir konuda sorulacak olan farklı sorulara vereceği cevaplar birbiri ile tutarlılık göstermez. diSessa'ya (2008) göre, zengin naif bilişsel ekoloji, bireyin sahip olduğu kaynakların üretken bir havuzunu oluşturur. O'na göre kavramsal ekoloji yaklaşımının çok farklı iki zihinsel unsuru vardır. Bunlar: P-primler ve Koordinasyon Sınıfları.

1. *P-pimler (Bilgi Parçaları)*: diSessa (1993), bireylerin zihnindeki bilgilerin yeterince organize olmamış, günlük deneyimlerinden elde ettiği, birbirinden bağımsız ve küçük parçacıklar halinde durduğunu savunmaktadır. Bu bilgi parçaları, fiziksel gerçeklik hakkında bireylerin kendi deneyimlerinden yola çıkarak olaylar hakkında ilk inşa edilen yüzeysel açıklamalarıdır. Ancak, fiziksel olayların açıklanmasında önemli rol oynarlar. Bu bilgi yapılarını diSessa *fenomenolojik ilkel* veya kısaca *p-prim* olarak adlanmıştır. P-primler, hiçbir açıklamaya ihtiyacımız olmayan bağlam-bağımlı bilgi unsurları olarak tarif edilir. P-primlerle, diSessa (1988, 1993) daha soyut bilişsel yapıların varlığını ortaya koymuştur. O, öğrencilerin sezgisel fizik bilgisinin alternatif bir açıklamasını geliştirmiştir ve bireylerin fikirlerini değerlendirirken sözde kavramlar veya kavram yanılgıları gibi küçümseyen

terimlerin kullanılmasına karşı olduğunu ifade etmiştir. O'na göre, öğrencilerin bir soruya cevap vermesi p-primlerinin aktive edilmesine bağlıdır (Hammer, 1996a). Fizikçilerin olaylara bakış açılarıyla çocuklarındaki birbirinden çok farklıdır. Bir topu havaya attığımızda zıplar, çocuklar bu durumu önemsemez ve bu olayla ilgili açıklama yapmaya ihtiyaç duymazlar. Ancak fizikçiler aynı olayda, topa etki eden kuvvetleri ve yasaları esas alarak açıklama yaparlar. Yani bireyler günlük deneyimlerinden basitçe, doğru ya da yanlış kendi p-primlerini oluştururlar. Ancak sahip oldukları p-primleri deneyimlere dayalı olduğundan ilkindir ve sadece o durumu açıkladığı için kendi içinde kısır bir döngüde kalmaktadır. Bireyler deneyimlerinden birçok çıkarım yaparlar ve bu çıkarımları her yerde kullanırlar. İşte bu noktada alternatif kavramları ortaya çıkıp, aktive olmaktadır. P-primler alternatif kavram değildir, ancak her duruma uygulanmaya çalışıldığında alternatif kavramalara kaynaklık eder. Ancak her p-prim, alternatif kavrama sebep olmaz (diSessa, 1993).

diSessa'ya (1993) göre, kavramsal değişim doğru yerde doğru p-primlerin kullanılması amacıyla öğrenenlerin bilgilerini düzenledikleri bir süreçtir. P-primlerin kendinde değil, işlevinde değişiklik yapmak gerekir. Yani daha etkili değişim, p-primlerinin görevlerinde değişim gerçekleştiğinde meydana gelir. Diğer bir deyişle, p-prim toplanması karmaşık kavramsal yapı için tutarlı ve sistematik bir açıklama sağlayabilirse kavramsal değişim gerçekleşir. Açıklamalar, tutarlı bir sistem inşa etmek için öğrencilerin, gündelik deneyimlerinin farkında olan, yüzeysel soyutlamalar ve farklı bağlamlarda p-primin kendi kullanımının tutarsızlıklarını izlemelidir. P-primlerin inşası sürecinde bireylerin çok fazla soruları yoktur. P-primler, fizik yasalarının sezgisel eşdeğeri olarak kabul edilir. diSessa, öncelikli ipucu (cuing) açısından belirli bir p-primin aktivasyonunu yorumlar. Öncelikli ipucu, belirli bir p-primin belirli bir bağlamda aktif olabileceğini söyler. P-prim ve bağlam özellikleri arasında birey tarafından inşa edilen olası bağlantılar öncelikli ipucu düzeyini belirler. P-primlerin doğruluğu ya da yanlışlığı konusunda doğrudan yargılama yapmanın kolay yolu olmadığına dikkat etmek önemlidir. Çünkü p-prim bir bağlamda doğru olabilirken başka bir bağlamda olmayabilir (diSessa, 1993, 2002; Özdemir, 2013). diSessa (1993), harekete geçen düzensiz ve bağımsız bilgi parçalarının, duruma göre farklılık göstereceğine inanmaktadır. Diğer bir ifade ile henüz bir konudaki bilimsel bilgiyi tam olarak kavramamış bir öğrenci, farklı durumlarda farkında olmadan farklı bilgi parçalarını aktifleştirir. Bu parçalar bir şema veya teoriyi meydana getiren ve birbirini tamamlayan düzenli parçalar olmadığından, öğrencinin bir konuda sorulacak olan farklı sorulara vereceği cevaplar birbiri ile tutarlılık göstermez.

2. *Koordinasyon Sınıfları Teorisi*: diSessa ve Sherin (1998), bir kavrama sahip olmanın ne anlama geldiğini ve kavramsal değişim sürecinde öğrencilerin zihinlerinde ne gibi değişiklikler olacağını anlamak için bir araştırma programı başlatmıştır. Araştırmaları onları *koordinasyon sınıfları teorisine* götürmüştür. Koordinasyon sınıfları, bilginin türlerini ve kompleks bir sistemin birçok elemanını sunan kavramın belirli bir türüdür ve bilgi parçaları arasında belirli ilişkileri kurar. Ayrıca, dünyadaki bilginin dışında belirli kavramları öğrenebilmek için insanların kullandığı yolların kompleks bir setidir. P-primler, son derece muhtemel koordinasyon sınıflarının parçalarını oluşturur. P-primler neredeyse atomik iken, koordinasyon sınıfları çok fazla içyapıya sahiptir (diSessa, 2002). Koordinasyon sınıfları p-primlere göre geniştir ve bağlama göre spesifik bilgi unsurlarının aktivasyonunu koordine eden kompleks sistemlerdir (Parnafes, 2005).

Tüm kavramlar koordinasyon sınıfları olarak kabul edilmez, çünkü kavramsal değişimin tüm taleplerini karşılamak üzere tasarlanmamıştır. Koordinasyon sınıflarının çoğu fen öğrenmede problematik olan kavramlardır. Örneğin, Newton'un 2. yasasındaki kompleks kavramlar (kütle, kuvvet, ivme) ayrı ayrı koordinasyon sınıfları için iyi bir adayken, yapay kavramlar (yeşil vs.) değildir. Koordinasyon sınıfının özellikleri, öğrenmeyi ve yapısını ortaya çıkarmak zorundadır. Koordinasyon sınıfı teorisi, kavramsal değişim sürecini yakalayabilmek için bir kroki sağlar. Bu teori, *karmaşık bilgi sistemi* bakış açısı denilen geniş bir görünümde çerçevelenmiştir. Bu görüşe göre, kavramlar etkili bir bağlama göre birçok spesifik elemanın aktivasyonu ve kullanımını koordine eden geniş ve karmaşık organize sistemlerdir. Bir kavramı öğrenme, birçok yönden bilgi elemanların çoğunu koordine eden bir süreç olarak görülmektedir (Levrini & diSessa, 2008).

Koordinasyon sınıfları, iyi-biçimlendirilmiş ve güçlü hale gelmiş bir kavramın parçalarının iç ilişkilerini göstermeyi amaçlar. Kavramların içyapısı ve bunların kademeli inşası dikkate alınarak koordinasyon sınıfları teorisi, genel olarak kavram öğrenme süreçlerinde yer alan ve öğrenme güçlüklerini yorumlamak için operasyonel araçlar sağlar. Bir koordinasyon sınıfının tüm parçalarını birbirine bağlayan merkezi fonksiyon, kavramın gerçek dünyada yararlı olduğu durumların büyük çeşitliliği dışında, insanların bilginin belirli bir sınıfını anlayabilmesine izin verir (diSessa & Wagner, 2005). Koordinasyon sınıfları teorisine göre bir kavrama sahip olmak, yani bir aralıkta kavramı tanımlayan bilgileri görmekle mümkündür. Örneğin, bir kuvvetin yönü, uygulama noktası ve büyüklüğü gibi. Bu teori, öğrenme açısından öğrencilerin bazı bağlamlarda kavramları kullanabildiğini, ama diğer

bağlamlarda düzgün çalıştıramadığını söyler. Bu teori açısından öğrenme, uzun bir süreçtir ve kavramın kademeli inşası adım adım izlenmesi gereken bir süreçtir. Belirli bağlamlar, çeşitli şekillerde koordinasyon sınıfları teorisi için önemlidir ve öğrenmenin bağlama-özgü olması beklenmelidir (Levrini & diSessa, 2008). *Dünyayı nasıl görürüz* koordinasyon sınıfı teorisinin arkasındaki hipotezdir.

Levrini ve diSessa (2008), koordinasyon sınıflarının örgütlenmesini anlatırken 3 aşamalı bir sınıflama yapar. Şekil 2.7’de bu sınıflamanın ayrıntılı bir şeması görülmektedir. (Şema araştırmacı tarafından diSessa ve takipçilerinin çalışmalarına (diSessa, 2002; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Levrini & diSessa, 2008; Özdemir, 2013; Parnafes, 2005; Wittman, 2002) dayalı olarak hazırlanmıştır.). Bunlar:

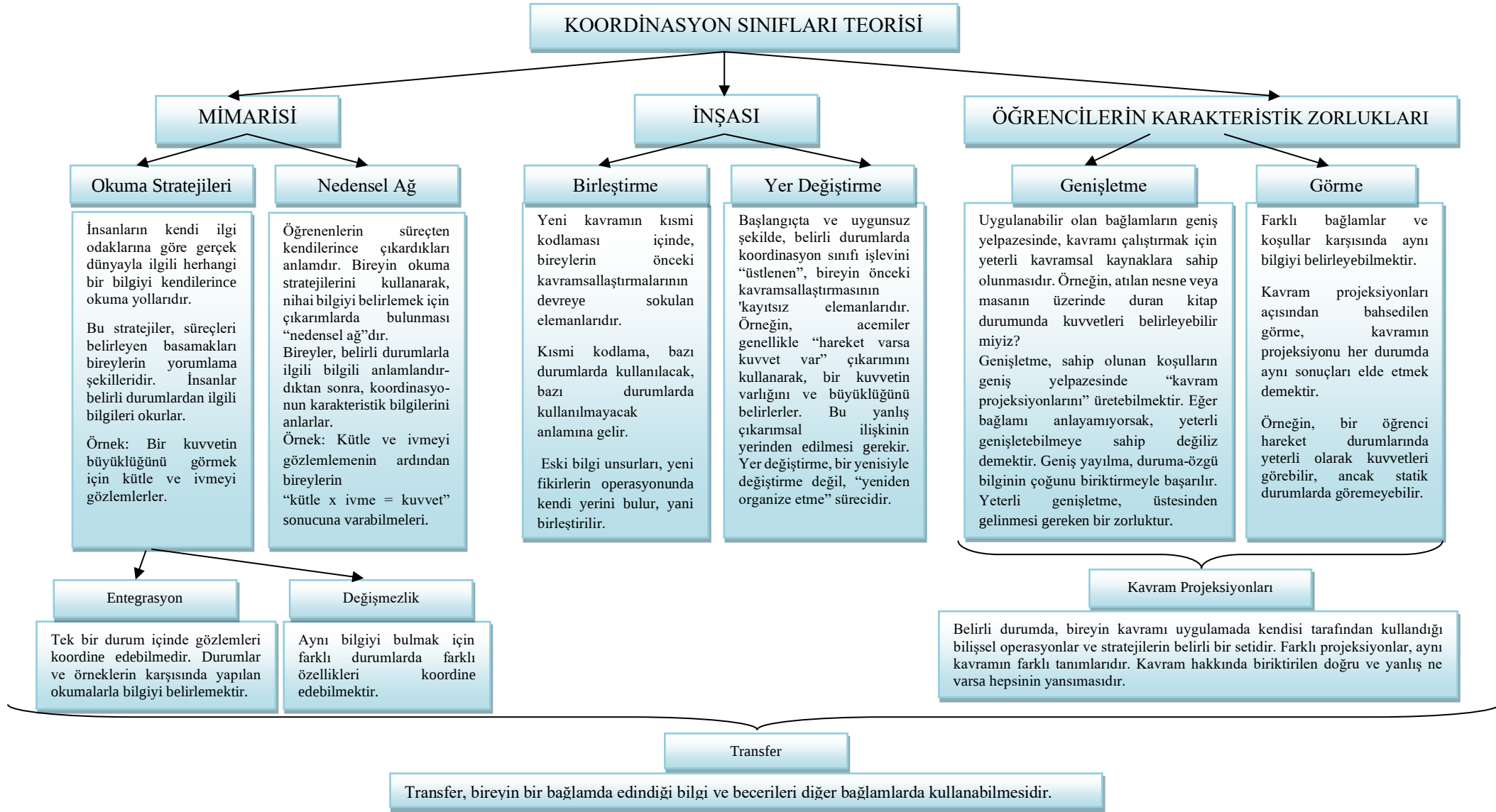
- 1) Koordinasyon sınıfının mimarisi (iç elemanların organizasyon yapısı),
- 2) Koordinasyon sınıfının inşa süreçleri,
- 3) Koordinasyon sınıfının inşa sürecinde karşılaşılabilecek öğrencinin karakteristik özellikleri.

Koordinasyonun *mimari* aşamasında iki önemli unsur karşımıza çıkar: *Okuma stratejileri* ve *nedensel ağ*. Okuma stratejileri, bireylerin belirli bir durumdan ilgili bilgileri kendilerince doğru anlayabilme yollarıdır. Nedensel ağ ise, bilgileri doğru anlayabilen bireyin nihai bilgiyi belirlemek için yaptığı çıkarımlardır. Okuma stratejileri ve nedensel ağ arasındaki ilişki birbirine çok yakındır. Aynı öğrenmede olduğu gibi, birlikte gelişebilirler. Örneğin, birey kuvvetin büyüklüğünü görmek için kütle ve ivmeyi anlamlandırabilir ve ardından “kütle x ivme = kuvvet” çıkarımında bulunur. Okuma stratejileri, koordinasyon sınıflarının iki ana yapısal bileşenini oluşturur: *entegrasyon* ve *değişmezlik*. Entegrasyon, durumlar ve örneklerin karşısında yapılan okuma stratejilerinin birbirleriyle bütünleştirilmesidir. Değişmezlik ise, okuma stratejilerini uygularken farklı durumlarda farklı özellikleri koordine edebilmektir (diSessa & Sherin, 1998; Levrini & diSessa, 2008; Özdemir, 2013).

Koordinasyon sınıfları teorisinin yeni elemanları, ikinci aşama olan yeni bir kavramın *inşasının* olabileceğini kabul ederken, ağır basan endişe ön bilgiye nasıl katkıda bulunduğu belirlemek veya ön bilgiyi koordinasyon sınıfının inşasından nasıl uzaklaştırdığını anlamaktır. diSessa, ön bilgiyle ilgili olarak bir koordinasyon sınıfını inşa etme sürecinin çok genel iki süreç içerdiğini iddia eder: *birleştirme* ve *yer değiştirme*. Birleştirme, bir süreç olarak tanımlanır ve çoğunlukla bilimsel kavramların inşasında, kavramsallaştırma ile ilgilidir. Ayrıca, koordinasyon sınıfının gelişiminde kullanılan farklı problemleri çözmede

ön bilginin spesifik olarak yeniden kullanımınıdır. Ön bilgi elemanları, bazı spesifik bağlamlarda uygunsuz şekilde bir koordinasyon sınıfı gibi davrandığında yer değiştirme süreci gerekli hale gelir (Levrini & diSessa, 2008). Yer değiştirme süreci, belirli durumlar üzerinde öğretimden önceki bilginin epistemolojik rolüyle ilgilidir (Özdemir, 2013). Yer değiştirme, tamamlayıcı bir süreçtir. Öğrenenler, yeni bir kavrama ihtiyaçları olmadan bazı durumlar hakkında düşünebilirler (diSessa & Wagner, 2005). Bu nedenle, koordinasyon sınıfları teorisine göre p-primler yer değiştirebilirler. Yer değiştirme süreci ile ilgili diğer önemli konu, yeri değişen bilgiye ne olduğudur. Birleştirme ve yer değiştirme süreçleri, bir yenisiyle değiştirme değil, yeniden organize etme süreçleridir (Özdemir, 2013).

Koordinasyon sınıfları teorisi, öğrencilerin yeni koordinasyon sınıfları oluştururken sahip oldukları karakteristik iki zorluk olduğunu ileri sürer: *Genişletme* ve *Görme*. Teori, kavramın çalışmasının farklı durumlarda farklı bilgileri kullanabilmek olduğunu varsayar. Kavram hakkında biriktirilen doğru ve yanlış ne varsa hepsinin yansımaları *kavram projeksiyonu* olarak ifade edilir (diSessa, 2008). Genişletme, doğru kavram projeksiyonlarını üretebilmektir. Öğretimde kullanılacak olan tanımlar, doğru projeksiyonları oluşturmada olumlu katkı sağlayacaktır (Levrini & diSessa, 2008). Görme ise, farklı bağlamlar karşısında aynı doğru bilgiyi belirleyebilmektir. Eğer karşımıza çıkan bağlamı anlayamıyorsak, kendi kapasitemizde yeterli kavram yayılmasına sahip değiliz demektir. Yeterli genişletmeye sahip olma ve görmeyi başarma, koordinasyon sınıf teorisinde üstesinden gelinmesi gereken en önemli zorluk olarak nitelendirilir (diSessa & Wagner, 2005). İleri düzey bir bilgi sistemi, geniş bir genişletme ve iyi görme ile karakterize edilen kompleks koordinasyon sınıflarına sahiptir. Farklı bağlamlar, bu teori için kritik bir öneme sahiptir. Yeni bir bağlam, genişletmeyi test etmek ve görmenin genişletilmesi için bir fırsat sağlar. (Levrini & diSessa, 2008).



Şekil 2.7. diSessa’nın koordinasyon sınıfları teori modeli şeması

Koordinasyon sınıfları teorisinin bir diğer önemli argümanı, farklı durumlarda kavramın uygulanabilmesiyle ilgilidir. Çünkü bir kavrama sahip olma, farklı bağlamsal durumlarda kullanılabilen bir yetenek olarak yorumlanır. diSessa ve Wagner (2005), sahip olunan ve olunmayan bir kavramın arasındaki keskin çizgiyi beklemediklerini savunurlar. Bir kavramın olması *koordinasyon derecesidir* ve bu koordinasyon için bitiş noktası yoktur (hatta uzmanlarda bile) (Özdemir, 2013). Transfer, bireyin bir bağlamda edindiği bilgi ve becerileri diğer bağlamlarda kullanabilmesidir. Transferin elde edilmesinin zor olup olmadığı ise hala belirsizdir ve bu konu üzerinde tartışmalar devam etmektedir. Transferin gerçekleşeceğine inanan araştırmacılar, öğrenci merkezli bakış açılarındadırlar. Örneğin, Hatano & Greno (1999) transferin insan muhakemesinin doğasında olduğunu savunurlar. Onlar, bireylerin yeni bir sorunla karşı karşıya kaldıklarında, diğer durumlarda kullanmak üzere öğrendikleri kavramlar ve yöntemlerle sorunu çözmenin bir yolunu bulacaklarını söylerler (Özdemir, 2013). Ancak, yine de transfer kısa zamanda meydana gelmez. Öğrencilerle yapılacak çalışmaların çoklu tanımlar, çoklu bağlamlarla uzatılması transferin gerçekleşmesini sağlayabilir. Koordinasyon sınıfları teorisi, transfer için bir model sağlar.

2.2.1.3. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı Perspektiflerinin Karşılaştırılması

Teori Nitelikli Bilgi Yapısına karşı Parça Nitelikli Bilgi Yapısı arasındaki tartışma aslında yeni değildir. 1970'lerin başına dayanır. İlk araştırmacılar güçlü olarak Kuhn'dan etkilenmiştir. Kuhn (1962), parça parça değişimin imkansız olduğunu savunmuştur. Parçalanma tarafında ise Toulmin (1972), Kuhn ve diğerlerinin söylediklerine itiraz etmiştir. Araştırmacıların çoğu Kuhn'u takip ederken, bazıları da Toulmin'i takip etmiştir. Argümanın Teori Nitelikli Bilgi Yapısı tarafında çerçeveler ve ontolojiler hakimken (Carey, 1999; Chi, 1992; McCloskey, 1983; Mortimer, 1995; Vosniadou, 2002), Parça Nitelikli Bilgi Yapısı tarafında ise bilgi parçaları (Clark, 2006; diSessa, 1993; Izsak, 2005; Wagner, 2006; Witmann, 2002) hakimdir. Son zamanlarda ise eğilim Parça Nitelikli Bilgi Yapısı yönündedir. Teori nitelikli bilgi ve Parça nitelikli bilgi yapısı perspektifleri arasındaki ortak noktalar alan yazında şöyle açıklanmıştır (Clark, 2006; Özdemir & Clark, 2007):

1. Öğrenenler günlük deneyimlerinden bilgi edinirler: Her iki perspektifte, öğrenenlerin kavramsal bilgilerinin kendi günlük deneyimlerinden yoğun olarak etkilendiğini kabul eder. Bu nedenle, öğrenenlerin açıklamaları sıklıkla günlük deneyimlerine dayalı bilimsel olarak

normatif olmayan bilimsel açıklamaları içerir. Bilimsel teorileri ve kavramları öğretmek için öğrenenlerin ne düşündüğünü bilmeli ve buna göre öğretim tasarlanmalıdır.

2. *Öğrenenlerin alternatif kavramları kendi öğrenmelerini etkiler:* Alternatif kavramlar, bilimsel kavramlarla uyumlu değildir. Temel çerçeve teorilerin öğretimden etkilenebildiğini öneren Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektiflerinde, alternatif kavramlar dalgalanan değişimler gerektirir. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifleri ise, normatif kavramsal çerçeve ile daha verimli bağlantı için bireysel bileşenleri dikkate alarak revizyon ve düzeltme gerektiren kavramsal değişim önermişlerdir. Dolayısıyla, bu perspektif aşağıdan yukarıya bir yaklaşım yerine, yukarıdan aşağıya bir yaklaşım önerir.

3. *Güçlü naif bilgi değişime son derecede dirençlidir. Bu yüzden, kavramsal değişim zaman alan bir süreçtir:* Güçlü naif bilgi geleneksel öğretim stratejileri ile değişime son derece dayanıklıdır, çünkü gündelik deneyimlerden etkilenmektedir. Bir dizi çalışma, öğrenenlerin sağlam öğretime rağmen bazı alternatif kavramlarını hala koruduklarını rapor etmişlerdir.

Teori Nitelikli Bilgi Yapısı ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifleri arasında önemli benzerlikler varken, aynı zamanda çok önemli farklılıklar da vardır. Bu farklılıkları şöyle açıklanmaktadır (Clark, 2006; Özdemir & Clark, 2007):

1. *Naif bilginin yapısal özelliklerindeki farklılıklar:* Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinde, naif bilgi teori, şema veya çerçeve formlarında organize olmuştur. Bu teorinin kökleri Piaget'in ilk çalışmasından kaynaklanır ve ilk bilim insanlarının bilgi yapısı ile naif bilgi yapısı arasındaki benzerliklere dayanmaktadır. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinde ise, naif bilginin kapsayıcı bir yapı olmadan, büyük kavramsal ağlara bağlı ve daha büyük bir kavramsal ekoloji içinde yarı-bağımsız basit elemanları olan bir koleksiyon olduğu önerilmektedir. Dolayısıyla, bu bakış açısı, kişinin aynı anda birden fazla çelişkili fikri koruyabileceğini ve bilgisinin bağlama son derece duyarlı olduğunu ileri sürmektedir.

2. *Devrimsele karşı evrimsel değişim:* Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifleri, genellikle mevcut kavramların normatif kavramlar ile değiştirildiği veya terk edildiği devrimci bir değişim önermektedir. Bu bakış açısına göre, öğrenenler zaten başından itibaren kapsamlı ve iyi tanımlanmış teorik bir yapıya sahiptir. Öğrenenlerin mevcut kavramsal yapıları içinde yeni bilgi unsurlarını ekleme veya ilk teorileriyle bilimsel olanı değiştirmek amacıyla kendi kavramsal yapılarını normatif bilgi unsurlarıyla değiştirmeye ihtiyacı vardır. Değişim, birçok teorisyenin kabul ettiği gibi zaman alıcı ve uzun bir süreç olmasına rağmen, bütünsel

olarak tanımlanır. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinde ise, farklı aşamalar veya evreler olmadan daha evrimsel bir yörünge önerilmektedir. Öğrenme, aşamalı ilave, parça parça elemeler, eklemeler ve öğrencinin kavramsal ekolojisi içinde bir arada bulunabilir, çoklu çelişkili fikirlerin olduğu temel bilgi parçalarının organizasyonunu içerir. Bu perspektifte, evrimsel bir süreç yoluyla mevcut basit bilgi elemanlarını değiştirerek veya yeniden organize ederek veya yeni bilgi unsurlarını ekleyerek bilgiyi şekillendirme sürecini önerir.

3. *Öğrenenlerin kavramları açıklama şekli*: Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektiflerinde, öğrenenlerin kavramları açıklama şekli kapsamlı çerçeve teoriler veya ontolojik kategoriler vasıtasıyla kısıtlanmış zihinsel modellerin oluşturulmasını içerir. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinde ise, öğrenenlerin kavramları açıklama şekli bağlam tarafından güçlü olarak ipucu veren, öğrenenlerin kavramsal ekolojisi içindeki p-primleri ve diğer elemanları içerir.

4. *Tutarlılığa karşı tutarsızlık veya parçalanmışlık*: İki bakış açısı arasındaki en önemli fark, bir etki alanında öğrenenlerin açıklamalarının ve tahminlerinin tutarlı olması veya olmamasıdır. Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifine göre, temel varsayımlar ontolojik ve epistemolojik bağlantılar tarafından kısıtlı öğrencilerin açıklamaları ve naif teorilerinde gömülüdür. Bu nedenle, naif bir teori geniş etki alanlarını kapsayan çoklu bağlamlar karşısında tutarlı tahminler ve nedensel açıklamalar yapmaları için öğrenenlere rehberlik eder. Yani fikirler arasında çok fazla tutarlılık olmalıdır. Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifinde ise, öğrenenlerin bilgi yapıları bağlamsallığa duyarlıdır. Bir öğrenenin tahminleri veya açıklamaları, spesifik bağlamlar karşısında zaman içinde tutarlı olacaktır, ama bu tutarlılık kurucu unsurlar ve ipucu veren ilişkilerin bağlamsal duyarlılığı nedeniyle geniş etki alanları karşısında genişlemez. Bu nedenle, öğrenenlerin açıklamalarında bölgesel sistematiklikler olabilirken, Parça Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifi öğrenenlerin geniş etki alanında tutarlılık gösteremeyeceğini söyler.

Fen eğitiminde kavramsal değişim araştırmacıların hepsi, alternatif kavramları bilimsel kavramlarla etkili olarak değiştirmek hedefindedir. Bu iki perspektifteki araştırmacıların önemli konularda (örneğin, kavramsal boyut, yöntem, öğrencilerin yaşı ve bilimsel içerik alanları) fikirleri değişirken, bu tartışma çok görünür şekilde rekabete devam etmektedir. Bu iki bakış açısı arasındaki tartışma önemlidir, çünkü kavramsal değişim sürecinin nasıl olması gerektiği, doğru öğretim yöntemini bulabilmek için müfredat tasarlarken alan uzmanlarına rehberlik edecektir (Özdemir & Clark, 2007). Öğrencilerin anlayışı eğer teori gibiyse, çelişkili örnekler öğrencilere tanıtıldığı zaman öğrenen mevcut anlayışlarından memnun

olacaktır (Strike & Posner, 1982). Bu tür bir kavramsal çatışma, öğrenenin mevcut alternatif kavramlarını terk edeceğini, bilimsel olarak uygun alternatifleri kabul etme, görmezden gelme veya mevcut çerçeve içinde onları yeniden yorumlayabileceğini ileri sürer (Chinn & Brewer, 1993). Öte yandan, bir öğrenenin sezgisel bilgisinin doğası parçalı ise, öğretim doğru öğelerin uygun bağlamlarda devreye girmesine odaklanmalıdır. Yani bu yaklaşıma dayalı öğretim tasarımında, aynı olaylar için öğrenen farklı bağlamlarla karşı karşıya getirilmelidir (Özdemir & Clark, 2007).

2.3. Üstün Zekalı veya Özel Yetenekli Çocuklar

Zeka, elle tutulup gözle görülemeyen ama var olduğuna inanılan cisimsiz düşünsel bir güç olarak kabul edildiğinden dolayı, üstün zeka kavramı insanların zihinlerinde gizemli bir kavram olarak yer işgal etmektedir. Zeka, beynin bütün unsurlarının uyumlu, etkili ve verimli çalışmalarının davranış üzerinde gözlemlenen etkisine verilen soyut bir isimdir (Sak, 2010, s. 3). Terman (1925) zekayı “kavram oluşturma ve bunların önemini belirleyebilme yeteneği” olarak ele almıştır (Enç, 2005). Thorndike (1927) ise, zekayı doğuştan gelen veya kazanılan zihinsel çağrışımların nicel toplamı olarak tanımlamıştır (Sternberg, 2003). Binet ve Simon’a (1961) göre zeka, belirli bir amaca yönelmek ve amaca erişebilmek için direnme ve uyum sağlayabilme ve kendini eleştirebilme eğilimidir (Enç, 2005). Zekayı çok boyutlu değerlendiren Gardner’a (1993) göre zeka, bireyin bir veya birden fazla kültürde değer bulan bir ürün ortaya koyabilme kapasitesi, gerçek hayatta karşılaşılabileceği problemlere karşı etkili ve verimli çözümler üretebilme becerisi ve çözüme kavuşturulması gereken yeni veya karmaşık problemleri keşfetme yeteneğidir.

Üstün zekalı birey olağandan farklı bir bireydir. Olağandan farklı olma; genel olmayan, alışılmışın dışında olan yani çoğunluğa benzememe demektir. Tarih penceresinden bakıldığında, üstün zeka kavramını belirli sınırlar içerisine yerleştiren ve onu çoğunlukla rakamlarla betimlemeye çalışan konservatif tanımlardan, belirli sınırlar ve sınırlamalar olsa da üstün zeka kavramına daha geniş pencereden bakan ve üstün zekânın rakamlarla belirlenmesinin çok zor olduğuna inanan liberal tanımlara doğru bir evrim yaşandığı görülmektedir. Hatta 21. yüzyıla geldikçe zekâ tanımlarının daha da liberalleşerek, üstün zeka terimi yerine *üstün yetenek* teriminin kullanılmaya başlandığı göze çarpar (Sak, 2010, s. 3-5).

ABD Üstün Zekalı Çocuklar Ulusal Konseyi ise üstün yetenekli çocuğu; “bir ya da daha fazla alanda olağanüstü performans gösteren veya olağanüstü potansiyeli olan birey” olarak tanımlamaktadır (Sak, 2010, s. 6). Feldhusen’e göre üstün yeteneklilik; genel yetenekler, kişisel düşünce ve motivasyonun bir bileşkesidir (Doğan, 2007). Üstün zekanın tanımının ne olduğu konusunda henüz evrensel düzeyde bir fikir birliğine ulaşılmış değildir. Aslında, üstün zekanın psikolojik olduğu kadar sosyolojik bir kavram olmasından dolayı böyle bir fikir birliği aranılmasının gerekliliği tartışılmalıdır. Çünkü üstün zeka tanımının bireyden bireye, toplumdan topluma, zamandan zamana ve coğrafyadan coğrafyaya farklılık gösterdiği unutulmamalıdır (Sak, 2010, s. 6). Zekâ, insana ait bireysel farklılıklar açısından en önemli konulardan biridir. Eflatun’dan beri tartışılan ve üzerinde en çok spekülasyon yapılan bireysel farklılıklardandır.

Ziegler ve Raul (2000), üstünlüğün modern tarihi boyunca üç aşama geçirdiğini ileri sürmüştür: 1) Teolojik evre, 2) Metafiziksel evre ve 3) Bilimsel veya deneysel evre. İlk evre, üstünlüğü yüksek bir güç olarak tanımlar. Üstün zekalı bireyler doğaüstü varlıklar olarak kabul edilmiştir. İkinci evre, üstünlüğü bireysellik ile ilişkilendirir ve üstünlük veya yetenek kabiliyetle ilgilidir. Üçüncü evre ise, kontrol edilmiş deneysel yaklaşımla temsil edilir. 20. yüzyıldan itibaren üstünlük yaklaşımları bilimsel muhakemeden etkilenmiştir. Deneysel evrede, bilim insanları mükemmel başarıyı yakalamak için üstünlüğü ve yeteneği ölçmeye çalıştılar (Stoeger, 2009). Zeka konusundaki gerçek anlamdaki bilimsel çalışmalar Galton ile başlamış, Binet ve Simon’un ilk zeka ölçeğini geliştirmesi, Spearman’ın genel zeka kuramını ortaya atması ve Terman’ın üstün çocuklarla yaptığı boylamsal çalışmalarla devam etmiştir (Kuzgun, 2006; Sak, 2010; Stoeger, 2009).

Üstün zekalı ve *üstün yetenekli* kavramlarının birden fazla beceriyle ilişkili olduğu yıllar içinde ortaya çıkmıştır. Üstün zekalı ve üstün yetenekli kavramları sıklıkla birlikte kullanılmaktadır. Bazen ise *üstün veya yetenekli* olarak tek bir kavrammış gibi ele alındığı da görülmüştür. Bunlar iki ayrı kavram olarak düşünüldüğünde, *üstünlük* (İngilizce giftedness) daha çok zekayla ilişkilendirilir; *yetenek* ise müzik, resim ve spor gibi alanlardaki performansla ilgilidir (Anderson, 2000). Gagné (1996) de bu görüşe benzer şekilde, *üstünlük* kavramının daha çok zihinsel veya yaratıcı alanlarla; *yetenek* kavramının ise daha çok akademik, sanatsal, teknik, kişilerarası ilişkiler ve sportif alanlardaki başarıyla ilişkin olduğunu söylemektedir.

Ülkemizde 1991 yılında toplanan Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Konseyi, Üstün Yetenekli Çocuklar ve Eğitimleri Komisyon Raporunda, *üstün zekâ* ve *üstün özel yetenek* kavramlarını *üstün yetenek* başlığı altında toplamıştır (MEB, 1991). 2007 tarihli BİLSEM Yönergesinde üstün yetenekli çocuğu, “zeka, yaratıcılık, sanat, liderlik kapasitesi veya özel akademik alanlarda yaşıtlarına göre yüksek düzeyde performans gösterdiği uzmanlar tarafından belirlenen çocuk/öğrencileri ifade eder” olarak tanımlamıştır (MEB, 2007, madde 4, j). Ülkemizde artık üstün zekalı ve üstün yetenekli kavramları farklı olarak düşünülmemektedir (Ersoy & Avcı, 2000). Bu doğrultuda, üstün zeka ve yetenek kavramlarına ilişkin olarak üstün yetenek kavramı ve literatürde *üstün* kelimesi kullanılmasına rağmen, 2013 yılında Milli Eğitim Bakanlığı Özel Yetenekli Bireyler Strateji ve Uygulama Planında aynı kelimeye karşılık gelmek üzere *özel* kelimesinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yüzden, çalışmada *özel yetenek* terimi kullanılacaktır.

2.3.1. Özel Yetenekli Çocukların Özellikleri ve Gelişimleri

Özel yetenekli çocuklar sadece fiziksel özellikler açısından değil, bilişsel ve dil yetenekleri, ilgileri, öğrenme stilleri, motivasyon ve enerji düzeyleri, karakterleri, alışkanlıkları ve davranışları, özgeçmiş ve deneyimleri ve diğer zihinsel, fiziksel veya deneyimsel özellikleri açısından diğer çocuklardan ayrılırlar. Onlar ayrıca eğitimsel ihtiyaçları açısından da diğerlerinden ayrılır. Özel yetenekli öğrencilerin özelliklerini belirlemek önemlidir, çünkü onları anlamak veya tanımak ebeveynlere ve öğretmenlere yardım edecektir. Özel yetenekli çocuklarda gözlemlenen özellikler tüm çocuklarda belli ölçülerde gözlemlenebilen özelliklerdir. Özel yeteneğin bir göstergesi olabilmesi için bu özelliklerden birçoğunun ilgili yaş grubunun doğal olarak gösterdiği ölçülerin üzerinde bir düzeyde çocuklarda gözlenmesi gerekmektedir (Akarsu, 2001, 2004).

Şekil 2.8’de, özel yetenekli öğrencilerin genel karakteristikleri gösterilmektedir. Tabloda görülen özellikler, özel yetenekli bireyler üzerine yapılan çalışmalarda görülen yaygın özelliklere dayanarak derlenmiştir (Davis & Rimm, 2004).

ÖZEL YETENEKLİ ÇOCUKLARIN ÖZELLİKLERİ

POZİTİF ÖZELLİKLERİ

- Bebeklikte ve sonrasında olağan dışı ataklık
- Geniş hayal ve imgeleme gücü, yaratıcılık
- Uykuya daha az ihtiyaç duyma, enerjik olma
- Gelişimsel dönüm noktalarında daha hızlı ilerleme, erken ve olağanüstü dil gelişimi
- Keskin gözlem yapma
- Aşırı merak duyma, aşırı duyarlılık
- Güçlü bellek, güçlü iç kontrol
- Çoklu yetenekler (çoklu potansiyel)
- Yüksek kariyer hedefleri
- Erken ve hızlı öğrenme yeteneği
- Sosyal konularda farkındalık
- Yüksek konsantrasyon, motivasyon, uzun dikkat süresi, keskin gözlem,
- Bağımsız, yalnız çalışma
- Mantıklı, özet, kompleks, kavraması güçlü düşünme, büyük resmi görebilme
- Üst-düzey düşünme becerileri, etkili stratejileri kullanma, eleştirel düşünebilme
- Muazzam öz-farkındalık ve üst-biliş
- Üstün akıl yürütme ve problem çözme becerisi
- Öğrenmeyi sevmeye, meraklı sorular sorma
- Kitaplara aşırı ilgi duyma
- Üstün analitik yetenek, icatlar yapabilme
- Etkili, yüksek kapasiteli hafıza
- İlgi alanının oldukça geniş olması
- Gelişmiş mizah duygusu
- Aynı anda birkaç işi yapabilme
- Güçlü empati, duyarlılık, adalet duygusu, ahlaki düşünme ve zihinsel duyarlılık

NEGATİF ÖZELLİKLERİ

- Kararsız zihinsel gelişim
- Zihinsel farklılıkları nedeniyle kişilerarası ilişkilerde yaşadığı zorluklar
- İlgi duymadığı alanlarda başarısız olma
- Rahatsız edici yönlerde bazen uyumsuz olma
- Uç olabilen mükemmeliyetçilik
- Aşırı özeleştirme
- Kendinden şüphe etme, zayıf öz-farkındalık
- Değişken düş kırıklığı ve öfke depresyonu

Şekil 2.8. Özel yetenekli öğrencilerin genel karakteristikleri

Özel yetenekli çocukların özellikleri üzerine yapılmış çalışmalar araştırmacıları şu genel sonuçlara götürmüştür (Davis & Rimm, 2004; Enç, 2005; Sak, 2010):

- Özel yetenek işaretlerinin bazıları erken çocukluk yıllarında görülür, bazıları ise bu yıllarda ortaya çıkmayabilir.
- Özel yetenekli bireylerin bazıları erken çocukluk yıllarında üstün zeka işareti gösterirler, bazıları ise göstermez. Bu yüzden, üstün zeka göstermeyen çocukların öyle olmadıkları iddia edilmemelidir. Gerekli çevre koşullarını bulduklarında bu özelliklerini ortaya çıkarabilirler.
- Özel yetenekli çocuklar arasında farklı yetenek profillerine sahip olan deha çocuklar, savantlar (hem olağanüstü yeteneği olan hem de zihin engeli olan kişiler) ve Williams (genetik nedenleri olan nöro-gelişimsel bir bozukluk) çocukları da vardır.
- Özel yeteneğin gelişiminde kalıtım ve çevre birer bağımsız değişken olmaktan çok “ortaklar” olarak şekillendirici rol üstlenir. Bu ortaklık ise, zekanın gelişiminde katlayıcı etkilere neden olmaktadır.

2.3.2. Özel Yetenekli Çocukların Eğitimi

Eğitimin temel eğitim düzeyinde yaygınlaşması, ortalama çevresindeki öğrencilere göre öğretim programlarının düzenlenmesi sonucunu doğurmuştur. Böyle bir program özel yeteneği olan öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte değildir. Bu durum onları, öğrenme güçlerinin ancak küçük bir kısmını kullanarak başarılı olmaya alıştırmaktadır. Eğer böyle devam ederlerse, bu durum onların ileri öğrenim aşamalarında zorluğa düşmelerine ve kendilerini yetersiz hissetmelerine neden olabilir. Bu belirti, özel yetenekli bireyin her çeşit ortam içinde kendisini yetiştirip, başarısıyla sivrilebileceği varsayımını sarsacak niteliktedir. Gelişimleri için elverişli olmayan, hatta onu engelleyen çevreler içinde yetişen ülkelerin en önemli değeri olan bu çocukların ziyan olması tehlikesi bulunmaktadır (Enç, 2005, s. 24-25). Bundan dolayı, zeka ve yetenek düzeyinde normal insanlardan farklı olarak kabul edilen özel yetenekli bireylerin de, normal seviyenin altındaki bireyler gibi farklı öğrenme ortamlarına, yani özel eğitime ihtiyaç duydukları açıktır. Toplumun en değerli ve sınırlı kaynağı olan bu çocukların en iyi ve verimli şekilde yetişmelerinin çare ve tedbirlerinin araştırılıp bulunması geleceğe yatırımdır (Kontaş, 2009; Maryland, 1972; Metin & Dağlıoğlu, 2004; Renzulli, 1999).

Özel yetenekli bireylerin eğitiminin ülkemizdeki tarihsel serüveni Selçuklularda Nizamiye Medreseleriyle başlar ve Osmanlı İmparatorluğunda ise Enderun Mektepleri ile devam eder (Enç, 2005; TBMM, 2012). Enderun Okullarından sonra Cumhuriyet döneminde de ülkemizde farklı girişimler olmuştur. Bunlar şunlardır (Akarsu, 2001; Enç, 2005; MEB, 2013):

- 1416 sayılı ecnebi memleketlere gönderilecek talebeler hakkında kanun (1929),
- 5245 sayılı İdil Biret ve Suna Kan'ın yabancı memleketlere müzik tahsiline gönderilmesine dair kanun (1948),
- Yabancı dille öğretim yapan okullar (1955),
- 6660 sayılı güzel sanatlarda fevkalade istidat gösteren çocukların devlet tarafından yetiştirilmesi hakkında kanun (1956),
- Ankara Rehberlik ve Araştırma merkezinin öncülüğü ile bazı ilkokul ve ortaokullarda uygulanan özel yetenek sınıfları uygulaması (1960),
- Yüksek öğretim kredileri (1961),
- Devlet ortaokul ve lise parasız yatılılık sınavları (1963),
- Üniversite lisans ve lisans üstü bursları,
- Öğretmen okulları ve yüksek dereceli öteki meslek kurumlarına giriş sınavları,
- Fen Liseleri (1964),
- Anadolu Güzel Sanatlar ve Spor Liseleri (1973),
- Devlet konservatuvarında yoğun eğitime imkan sağlayan özel statü yönetmeliği (1976),
- Türk Eğitim Vakfı İnanç Türkeş Özel Lisesi (1993),
- Bilim ve Sanat Merkezleri (1995),
- Beyazıt Ford Otosan İlköğretim Okulu (2002),
- İstanbul Üniversitesi Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Özel Eğitim Bölümü Üstün Zekalılar Eğitimi Anabilim Dalı (2002),
- Sosyal Bilimler Liseleri (2003),
- Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Eğitim Vakfı,
- Tübitak Bursları,
- Anadolu Üniversitesi Üstün Yetenekliler Eğitim Programı (ÜYEP, 2007),
- Üstün yetenekliler eğitim araştırma ve uygulama merkezi (İnönü ve Karabük Üniversiteleri bünyesinde),
- Maltepe Üniversitesi Üstün Zekalılar Öğretmenliği Bölümü (2012).

2.3.2.1. Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM)

Ülkemizde özel yetenekli bireylere destek için yapılmış birçok uygulamanın içinde daha genele ulaşmak için Milli Eğitim Bakanlığı 1993 yılında, özel yetenekli çocukların eğitimiyle ilgili bir proje çalışması yürütmüştür. Bu çalışmanın sonucu olarak, özel yetenekli çocukların haftanın birkaç günü eğitim alacakları ve bu yolla, mevcut yeteneklerini geliştirebilecekleri eğitim merkezleri açılmıştır. Bu kurumlar Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) olarak kabul edilmiştir. Özel yetenekli öğrenciler için ülkemizde şu an uygulanmakta olan en kapsamlı eğitim modeli BİLSEM'dir. BİLSEM'ler, ülkemizde özel yetenekli öğrencilerin her yönden gelişmesini sağlamak amacıyla yasal mevzuatı olan sistemli eğitim merkezleri olarak, ilki 1995 yılında Ankara'da olmak üzere 6 pilot ilde kurulmuş özel eğitim kurumlarıdır (Dönmez, 2004). BİLSEM'ler temel eğitim ve ortaöğretim kurumlarına devam eden özel yetenekli çocukların örgün eğitim kurumlarındaki eğitimlerinin yanı sıra, yetenek alanlarına uygun destek eğitim almalarını sağlamak amacıyla Milli Eğitim Bakanlığına bağlı olarak açılan resmi kurumlardır (Tebliğler Dergisi, 2001).

BİLSEM'ler; ilköğretim ve ortaöğretim çağındaki öğrencilerin üstün yeteneklerini geliştirerek bilimsel düşünme ve davranışlarla estetik değerleri birleştiren, üretken, problem çözen bireyler haline gelmelerini sağlayan ve onlara gerçek yaşamda öğrenme fırsatları oluşturan kurumlardır (Akkanat, 2004). Ülkemizde halen 2016 yılı itibariyle 106 BİLSEM'de özel yetenekli öğrencilere eğitim verilmektedir. BİLSEM'lerdeki eğitim, öğrencilerin örgün eğitim kurumlarında aldıkları eğitime alternatif yapıda değildir. Öğrenciler örgün eğitimlerine akranlarıyla kendi okullarında devam ederken, örgün eğitimin dışında kalan zamanlarda da BİLSEM'e devam ederler. Merkezlerde öğrenciler uyum, destek eğitimi, bireysel yetenekleri fark ettirme, özel yetenekleri geliştirme ve proje üretimi programı gibi alanlarda eğitim programına alınırlar. Eğitim, öğrencilerin ilgi ve yetenekleri doğrultusunda daha çok modüler ve proje tabanlıdır.

2.3.3. Özel Yetenekli Çocukların Tanınması

Özel yetenekli öğrencileri tanılama; zeka, yaratıcılık ve başarı gibi bireysel özelliklere ilişkin bilgilerin toplandığı ve bu bilgiler doğrultusunda öğrencilerin zihinsel kapasiteleri veya potansiyelleri hakkında kararların alındığı bir süreçtir. Bu süreçte, bireyle ilgili toplanan bilgilerin detaylı, doğru ve güvenilir olması; bilgi toplama araçlarının çeşitliliği ve farklı disiplinlerden uzmanların tanılama sürecine katkıda bulunması tanılamamanın kalitesinin

göstergesidir. Özel yetenekli bireylerin tanınmasıyla ilgili ölçütler, ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Dünyada bazı ülkelerin özel yetenekli bireyleri tanımlarken kullandıkları yüzdelik dilimler ABD’de %2-10, Güney Kore’de %4, Körfez Ülkelerinde %10 oranlarındadır (Sak, 2010, s. 81). Özel yeteneklilik konusunda kabul edilen yüzdelik dilimlere göre (%2-3) ülkemizde TÜİK verilerine göre (2012), 3-18 yaş arasında 375.000 ila 562.000 (toplam 18.750.000 çocuk) arasında özel yetenekli çocuğun olduğu tahmin edilmektedir. Bu çocukların belirlenmesi ise zeka testleri ile yapılmaktadır.

Zeka testleri, temel zihinsel fonksiyonları ölçmek için geliştirilen ve çeşitli alt ölçeklerden oluşan test araçlarıdır. Zihinsel kapasiteyi ölçen zeka testlerinde ortalama zeka puanı (IQ) 100 olup, 130 ve üzerinde puan alan bireyler özel yetenekli bireyler olarak kabul edilir. Yaygın olarak kullanılan zeka testleri, bireysel ve grup zeka testleri olmak üzere iki grupta toplanarak incelenebilir. Zekanın ölçülmesinde en yaygın olarak kullanılan bireysel zeka testleri, Weschler Zeka Testi, Kaufman Brief Zeka Testi ve Standford-Binet Zeka Testi iken, Cattell Zeka Testi ise hem bireysel hem de grupla uygulanan bir testtir. (Sak, 2010, s. 98; Lake, 2017).

Weschler Zeka Testi (WNV), sözel olmayan bireysel zeka testidir ve 4 ile 21 yaş 11 ay arasındaki bireylere uygulanmaktadır. Testin değerlendirilmesi sonucunda, değerlendirilen bireylere ilişkin IQ puanı verilmektedir. Testin alt testleri; matrisler, nesne düzenleme, uzamsal test, kodlama, tanıma ve resim düzenlemedir. Kaufman Brief Zeka Testi ise, sözel olan ve sözel olmayan maddelerden oluşan bireysel zeka testidir. 4 ile 90 yaş arasındaki bireylere uygulanmaktadır. Test, bireylerin kristalize yetenek, hızlı düşünme, yeni problemleri çözebilme, sözel olmayan yetenek alanlarındaki zihinsel düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılan bir zeka testidir (MEB, 2013).

Weschler Çocuklar İçin Zeka Ölçeği-Gözden Geçirilmiş Formu (WISC-R) ve Standford-Binet Zeka Testlerinin yanı sıra Goodenough-Harris Adam Çizme Testi, Kaufman Brief Zeka Testi, Porteus Labirentleri Testi, Leiter Uluslar arası Performans Testi, Cattell Zeka Testi ve Kohs Küpleri Zeka Testi ülkemizde kullanılan zeka testleridir (MEB, 2013). Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen, Özel Eğitimin Güçlendirilmesi Projesi (ÖZEGEP) kapsamında bazı ölçme araçlarının kazandırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların ilk meyvesi olan Türkiye’nin ilk yerli zeka ölçeği ASİS’in tanıtımı 8 Aralık 2016 tarihinde yapılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı ve Anadolu Üniversitesi iş birliği ile geliştirilen ASİS zeka ölçeğinin, 2016-2017 eğitim-

öğretim döneminden itibaren 4-12 yaş arasındaki çocuklara uygulanması planlanmaktadır (<https://orgm.meb.gov.tr/www/turkiyenin-ilk-yerli-zek-olcegi-asis-tanitildi/icerik/813>).

Ülkemizde okul öncesi dönemde bulunan öğrencilerin tanılmaları, ailelerin veya okul öncesi öğretmenlerinin yönlendirmelerine dayalı olarak Rehberlik ve Araştırma Merkezlerine (RAM) başvuru yapıldığında standart zeka testleri aracılığı ile yapılmaktadır. Eğer öğrenci özel yetenekli olarak tanılarsa, mevcut kurumunda kaynaştırma eğitimine yönlendirilmektedir (MEB, 2013). Ülkemizde özel yeteneklilikle ilgili sistematik uygulamalar ise, ilkokul birinci sınıf düzeyinde başlamaktadır. İlkokul 1. sınıfta öğrenimlerine devam eden tüm öğrenciler bireyler önce grup testlerine, sonra da bireysel zeka testine alınarak 130 ve daha üstü zeka puanına sahip öğrencilerin BİLSEM'lere yönlendirilmesi suretiyle eğitime başlarlar. Ancak, bu testler müzik, resim gibi yetenekler hakkında bilgi vermediği için grup testlerine giren öğrencilerin belirlenen puan üzerinde alan öğrenciler (örneğin, 120 ve üstünden itibaren gibi) müzik ve resim kurullarının karşısında yetenek sınavlarına katılırlar. Yetenekli olduğu keşfedilen öğrenciler de BİLSEM'lere yönlendirilmek suretiyle seçildiği yetenek alanından olmak üzere eğitime başlarlar. Tanılama süreci ile ilgili işlemler Milli Eğitim Bakanlığınca yürütülmektedir. Türkiye'de resmi olarak tanılama işlemleri, illerde bulunan RAM'lar ile BİLSEM'lerin iş birliğiyle yapılmaktadır. BİLSEM'de tanılama ile ilgili işlemler illerde bulunan Merkez Tanılama Komisyonu tarafından yürütülmektedir.

2.4. İlgili Araştırmalar

2.4.1. Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlar ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde elektrik devreleri konusunda karşılaşılan alternatif kavramlarla ilgili yapılan araştırmalar sunulmuştur. Tablo 2.1'de yapılan çalışmalar; çalışmayı yapan araştırmacılara, çalışma grubuna, veri toplama araçlarına ve tespit edilen alternatif kavramlara göre özetlenerek listelenmiştir.

Tablo 2.1

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Cohen vd., (1982)	145 lise öğrencisi 21 fizik öğretmeni	10 çoktan seçmeli ve 4 açık uçlu sorudan oluşan alternatif kavram teşhis testi	• Potansiyel fark, akımın akmasının sonucudur, nedeni değildir. • $V=IR$ ilişkisini yanlış kurma • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Azalan akım modeli • Bölgesel düşünme • İç direnç konusunun anlaşılabilmesi
Chambers ve Andre (1997)	206 üniversite öğrencisi	Kavramsal değişim metinleri	• Güç çeken model • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Eşdeğer direnç önyargısı • Kısa devre önyargısı
Borges ve Gilbert (1999)	18 lise öğrencisi 10 teknik okul elektrik öğrencisi 10 stajyer 7 elektrik mühendisi 11 lise fizik öğretmeni	Tahmin-gözlem-açıklama içeren yarı yapılandırılmış görüşme	• Akan akım önyargısı • Azalan akım modeli • Tek kutup modeli • Güç çeken model • Akım ve enerjinin eşdeğer kullanılması • Çarpışan akımlar modeli • Hareketli elektrik yükleri önyargısı
Shepardson ve Moje (1999)	8 4. sınıf öğrencisi	-Yarı yapılandırılmış görüşme -Sınıf gözlem kayıtları	• Tek kutuplu model • Devreyi yanlış tamamlama

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Asami vd., (2000)	İngiltere'de yaşayan 10-11 yaşındaki 69 Japon öğrenci	Teşhis testi	• Tek kutup veya kaynak tüketici model • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Bilimsel model
Lee ve Law (2001)	12 lise öğrencisi	-Açık uçlu sorulardan oluşan test -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	• Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Eşdeğer direnç önyargısı • Elektronlar birbirleriyle çarpışır, daha sonra ölür ve kaybolur.
Engelhardt ve Beichner (2004)	Testin ilk versiyonu 1135 kişi (454 lise, 681 üniversite öğrencisi) Testin ikinci versiyonu 692 kişi (251 lise, 441 üniversite öğrencisi)	Çoktan seçmeli teşhis testi	• Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Azalan akım modeli • Kısa devre önyargısı • Bölgesel düşünme • Eşdeğer direnç önyargısı • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Sıralı muhakeme • Tek kutup • Paylaşılan akım • Devreyi tamamlayabilme • Elektrik alan sıfırdır

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Sencar ve Eryılmaz (2004)	1678 9.sınıf öğrencisi	Çoktan seçmeli teşhis testi	• Güç çeken model • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel ve sıralı düşünce • Kısa devre önyargısı • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı
Chiu ve Lin (2005)	107 4. sınıf öğrencisi	Kalem-ve-kağıt testi	• Tek kutup modeli • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Bilimsel model
Ateş ve Polat (2005)	76 fen bilgisi öğretmeni adayı üniversite öğrencisi	Uyarlama kavram testi	• Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel düşünme • Paylaşılan akım modeli • Devre elemanlarının iki uçluluğunu bilememe • Kısa devre önyargısı • Bir elektrik devre şemasının gerçek seklini belirleyememe
Çepni ve Keleş (2006)	100 ortaokul öğrencisi 50 lise öğrencisi 100 fen bilgisi öğretmeni adayı	Açık uçlu sorular	• Tek kutup veya kaynak tüketici model • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Bilimsel model

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Çıldır ve Şen (2006)	244 lise öğrencisi	Kavram haritası	• Azalan akım modeli • Akım, üreteç/emk kaynağında depo edilir. • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Akım, (-) yüke ters yönde hareket eder. • Akım, elektrik alan yaratır. • Akım miktarı değiştirilerek devrenin potansiyel farkı değiştirilir • Üreteç/emk kaynağından dirence akım geçer.
H.İ. Yıldırım vd., (2008)	1162 ortaokul öğrencisi	Çoktan seçmeli test	• Güç çeken model • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel düşünme • Sıralı muhakeme • Kısa devre önyargısı • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Eşdeğer direnç önyargısı
Afra vd., (2009)	12 9. sınıf öğrencisi	Çoktan seçmeli test	• Tek kutup modeli • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Sıralı muhakeme • Bölgesel düşünme • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Kısa devre önyargısı

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Peşman ve Eryılmaz (2010)	124 lise öğrencisi	Üç aşamalı alternatif kavram testi	• Güç çeken model • Çarpışan akım modeli • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • İlkel kural modeli • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel düşünme • Sıralı muhakeme • Kısa devre önyargısı • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Eşdeğer direnç önyargısı • Akımı suyun akışına benzetme
Jaakkola vd., (2011)	50 ortaokul öğrencisi	Konu bilgisi değerlendirme testi	• Güç çeken model • Çarpışan akım modeli • Akım tüketim modeli • Bilimsel model • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması
Karakuyu ve Tüysüz (2011)	66 lise öğrencisi	Çoktan seçmeli kavram testi	• İlkel kural • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel düşünme • Kısa devre önyargısı • Azalan akım modeli • Eşdeğer direnç önyargısı

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Sert Çıbık (2011)	80 fen bilgisi öğretmeni adayı üniversite öğrencisi	-Kavram testi -Kavram haritası tekniği -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	• Akım, üreteşte üretilir • Akım, vektörel bir nicelik • Potansiyel farkı, vektörel bir nicelik • Potansiyel farkının birimi joule'dür • Kondansatör, direncin bir ürünüdür • Kondansatörde elektrik enerjisi oluşur • Elektrik enerjisi elektrik alanını oluşturur • Elektrik enerjisi, vektörel bir nicelik • Elektrik alan pozitif ve negatif yüklerden oluşur • Gücün birimi joule'dür
Aykutlu ve Şen (2012)	97 lise öğrencisi	-Üç aşamalı alternatif kavram testi -Kavram haritası etkinlik formu -Elektrik kavramları benzetim formu	• Akım, üreteç/pil'de depo edilir. • Elektronlar, elektrik akımını taşırlar. • Elektrik akımı, elektrik iletir. • Direnç, elektrik akımına gösterilen engelleyici güçtür. • Direnç, elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvettir. • Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir. • Potansiyel fark, elektrik akımı sonucunda oluşur. • Potansiyel fark, bir kuvvettir/güçtür. • Potansiyel fark üreteç/ pil'de depo edilir. • Üreteç/pil, elektrik enerjisi depo eder • Üreteç/pil, elektriği ve gücü depo eder. • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Çarpışan akım modeli • Tek kutup modeli • Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
Demirezen ve Yağbasan (2013)	214 lise öğrencisi	Üç aşamalı alternatif kavram testi	• Tek kutuplu model • Paralel devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Çarpışan akım modeli • Akım-Potansiyel fark karıştırılması • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Kısa devre önyargısı • Bölgesel düşünme • Sıralı muhakeme • İç direnci bilememe
Taşlıdere (2013)	139 fen bilgisi öğretmeni adayı üniversite öğrencisi	Üç aşamalı alternatif kavram testi	• Güç çeken model • Azalan akım modeli • Paylaşılan akım modeli • Sıralı muhakeme • Çarpışan akım modeli • Kısa devre önyargısı • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Paralel devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • Bölgesel düşünme • Akımı suyun akışına benzetme

Tablo 2.1 (Tablo 2.1'in Devamı)

Elektrik Devreleri Konularında Karşılaşılan Alternatif Kavramlarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Tespit Edilen Alternatif Kavramlar ve Öğrenme Güçlükleri
B. Yıldırım (2017)	225 sınıf öğretmeni adayı üniversite öğrencisi	Kavram testi	• Tek Kutuplu Model • Çarpışan akım modeli • Azalan (Harcanan) akım modeli • Paylaşılan akım modeli • İlkel kural • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Bölgesel düşünme • Sıralı düşünme • Kısa devre önyargısı • Eşdeğer direnç önyargısı
Moodley ve Gaigher (2019)	9 öğretmen	Çoktan seçmeli test	• Tek kutuplu model • Azalan akım modeli • Çarpışan akım modeli • Paralel devrelerde eşdeğer direnç önyargısı • İlkel kural • Kısa devre önyargısı • Paylaşılan akım modeli • Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması • Sıralı düşünme

Tablo 2.1 incelendiğinde, yapılan araştırmaların farklı yaş gruplarını ve sınıf seviyelerini kapsadığı görülmektedir. Çalışma grubu olarak; ilkokul öğrencileri (Chiu & Lin, 2005; Shepardson & Moje, 1999), ortaokul öğrencileri (Asami vd., 2000; Çepni & Keleş, 2006; Jaakkola, Nurmi & Veermans, 2011; H. İ. Yıldırım, Yalçın & Şensoy, 2008), lise ve teknik okul öğrencileri (Afra, Osta & Zoubeir, 2009; Aykutlu & Şen, 2012; Borges & Gilbert, 1999; Cohen vd., 1982; Çepni & Keleş, 2006; Çıldır & Şen, 2006; Demirezen & Yağbasan, 2013; Engelhardt & Beichner, 2004; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Lee & Law, 2001; Peşman & Eryılmaz, 2010; Sencar & Eryılmaz, 2004), üniversite öğrencileri (Chambers & Andre, 1997; Engelhardt & Beichner, 2004), öğretmen adayları (Ateş & Polat, 2005; Çepni & Keleş, 2006; Sert Çıbık, 2011; Taşlıdere, 2013; B. Yıldırım, 2017), öğretmenler (Borges & Gilbert, 1999; Cohen vd., 1982; Moodley & Gaigher, 2019) ve elektrik mühendisleri (Borges & Gilbert, 1999) seçilmiştir.

Tablo incelendiğinde çalışmalarda veri toplama araçları olarak; çoktan seçmeli teşhis testleri (Afra vd., 2009; Engelhardt & Beichner, 2004; Karakuyu & Tüysüz, 2011; Moodley & Gaigher, 2019; Sencar & Eryılmaz, 2004; H. İ. Yıldırım vd., 2008), aşamalı testler (Aykutlu & Şen, 2012; Demirezen & Yağbasan, 2013; Peşman & Eryılmaz, 2010; Taşlıdere, 2013), açık uçlu testler (Çepni & Keleş, 2006; Lee & Law, 2001), karma teşhis testleri (Asami vd., 2000; Cohen vd., 1982), kavram testleri (Ateş & Polat, 2005; Jaakkola vd., 2011; Sert Çıbık, 2011; B. Yıldırım, 2017), benzetim formu (Aykutlu & Şen, 2012), yarı yapılanmış görüşmeler (Lee & Law, 2001; Sert Çıbık, 2011), Tahmin-Gözlem-Açıklama içeren yarı yapılanmış görüşmeler (Borges & Gilbert, 1999; Shepardson & Moje, 1999), kavram haritaları (Aykutlu & Şen, 2012; Çıldır & Şen, 2006; Sert Çıbık, 2011), sınıf gözlem kayıtları (Shepardson & Moje, 1999), kalem-ve-kağıt testleri (Chiu & Lin, 2005) ve kavramsal değişim metinlerinin (Chambers & Andre, 1997) kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 2.1'e göre yapılan araştırmaların sonuçları incelendiğinde, her sınıf ve yaş düzeyinde elektrik devreleri konusu ile ilgili birçok alternatif kavramın tespit edildiği görülmektedir. Araştırmalarda tespit edilen en yaygın alternatif kavramların şunlar olduğu görülmüştür: Tek kutuplu model; Güç çeken model; Çarpışan akım modeli; Azalan akım modeli; İlkel kural; Paylaşılan akım modeli; Sıralı muhakeme; Bölgesel düşünme; Güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması; Kısa devre önyargısı; Paralel devrelerde eşdeğer direnç önyargısı; Eşdeğer direnç önyargısı; Akımı suyun akışına benzetme.

2.4.2. Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

İlgili alan yazın tarandığında farklı kavramsal değişim yaklaşımlarıyla yapılmış çalışmaların oldukça fazla yer tuttuğu görülmektedir. Bu bölümde kavramsal değişim yaklaşımlarıyla ilgili yapılan araştırmalar sunulmuştur. Tablo 2.2’de çalışmayı yapan araştırmacılara, araştırmanın amacına, kullanılan ölçme araçlarına, çalışma grubuna ve rapor edilen araştırmaların sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo incelendiğinde, yapılan çalışmaların Teori Nitelikli Bilgi Yapısı perspektifini destekleyen (Chi vd., 2012; Dreyfus, Gupta & Redish, 2015; Ioannides & Vosniadou, 2002; Lee & Law, 2001; Özalp & Kahveci, 2011; Samarapungavan, Vosniadou & Brewer, 1996; Slotta vd., 1995; Slotta & Chi, 2006; Şen & Yılmaz, 2012; Potvin, Sauriol & Riopel, 2015; Vosniadou & Brewer, 1992; Zohar & Aharon-Kravetsky, 2005), Parça Nitelikli Bilgi Yapısı bakış açısını destekleyen (Apaydın, 2014; Dega vd., 2013; diSessa, 2004; diSessa, Elby & Hammer, 2001; diSessa, Gillespie & Esterly, 2004; diSessa & Sherin, 1998; Özdemir & Clark, 2009; Izsak, 2005; Özdemir, 2013; Parnafes, 2012; Stamovlasis, Papageorgiou & Tsitsipis, 2013; Straatemeier, vanderMaas & Jansen, 2008; Thaden-Koch, 2003; Wittmann, 2002), tutarlılığa (teori gibi bilgi) karşı parçalanma tartışmalarına ışık tutmaya çalışan (Apaydın, 2014; Dega vd., 2013; diSessa vd. 2004; Özdemir & Clark, 2009; Levirini & diSessa, 2008; Stamovlasis vd., 2013; Straatemeier vd., 2008; Wagner, 2006; Yaman, 2013) ve öğrencilerin kavramlarındaki değişimlerini epistemolojik, ontolojik ve sosyal/duygusal bakış açılarından inceleyen (Venville & Treagust, 1998) araştırmalar olduğu görülmektedir.

Tablo 2.2

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Vosniadou ve Brewer (1992)	Dünyanın şekli konusunda ilkokul öğrencilerinin ilk bilgileri ve dünyanın bir küre olduğu gibi kültürel olarak kabul edilen bilgilere maruz kaldıkça öğrencilerin kavramsal bilgilerinin gelişimi incelenmiştir.	-20 1.sınıf öğrencisi -20 3.sınıf öğrencisi -20 5.sınıf öğrencisi	Dünyanın şekli hakkında 15 soruluk anket formu	Çocuklarda dünyanın beş alternatif zihinsel modeli tespit edilmiştir. Bu modellerin, çocukların gündelik deneyimlerden türetilmiş ve genel olarak cansız fiziksel nesneler hakkındaki inançlarıyla tutarlı ön varsayımlar tarafından kısıtlandığı için, bazı modellerde başlangıç zihinsel modellerini korudukları sonucuna ulaşılmıştır.
Slotta vd. (1995)	Fizikte acemi ve uzman olan öğrencilerin ısı, ışık ve elektrik akımı konularını içeren kavramsal fizik problemlerini nasıl çözdükleri araştırılmıştır.	Acemiler: fizik geçmişleri olmayan 9 9.sınıf öğrencisi Uzmanlar: 2 yüksek lisans, 2 doktora fizik öğrencisi	Bir doğru yanıt ve üç alternatif kavram içeren şıklardan oluşan çoktan seçmeli sorulardan oluşan teşhis testi	Acemilerin fizik kavramlarını materyal-madde olarak kavramsallaştırmaya güçlü eğilimli oldukları sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, çalışma Chi'nin teorisini doğrular nitelikte bulgulara ulaşmıştır.
Samarapungavan vd., (1996)	Vosniadou ve Brewer (1992, 1994)'ın Amerikan çocuklarının dünyanın şeklindeki zihinsel modelleri ve gündüz-gece döngüsü (1994) ile ilgili yaptıkları araştırmalar, Hintli çocuklara uygulanarak kültürler arası karşılaştırma yapılmıştır.	38 ilkokul öğrencisi (19 1.sınıf, 19 3.sınıf)	Sözel cevaplar, kil modeller ve strafor modellerle açıklamalarını isteyen yapılandırılmış bir astronomi anketi	Hintli çocukların da bilimsel olandan çok farklı olan ilk kozmolojik modellerini Amerikalı çocuklar gibi korumaya devam ettikleri ortaya çıkmıştır. Araştırma, Vosniadou ve Brewer'ın (1992, 1994) sonuçlarını doğrulamıştır.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Venville ve Treagust (1998)	Bir genetik kursu sırasında öğrencilerin gen kavramlarındaki değişimlerini epistemolojik, ontolojik ve sosyal/duygusal bakış açılarını içeren kavramsal değişimin çok boyutlu çerçevesini kullanarak incelemiştir.	-Ön öğretimsel çalışma: 83 10.sınıf öğrencisi -Son öğretimsel çalışma: 79 10.sınıf öğrencisi	-Yarı yapılandırılmış görüşme -Ders esnasındaki gözlemlerin ses ve görüntü kayıtları	Araştırmada: Öğrencilerin genlerle ilgili ontolojik kavramlarının, geliştiği; Sosyal/duygusal açıdan bakıldığında, öğrencilerin genetik dersine ve sınıf içi aktivitelere zevkle katılmalarına rağmen, genellikle genetiğin mikroskobik açıklayıcı mekanizmalarına ilgisiz oldukları; Epistemolojik açıdan ise, anlaşılır, makul ya da verimli olarak öğrencilerin ontolojik kavramlarını sınıflandırmanın mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
-diSessa ve Sherin (1998) -diSessa vd., (2001)	J'nin kuvvet kavramında sergilediği koordinasyon sınıfı karakteristikleri incelenmiştir.	1 1. sınıf fizik lisans öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	J'nin bağlama-bağlı olarak, bazı durumlarda bazı stratejileri kullanırken, diğer durumlarda farklı stratejileri kullandığı; dolayısıyla bilgisinin parçalanmış olduğu ve kuvvet kavramını geliştirebilmesi için yer değiştirmeye ihtiyacı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Lee ve Law (2001)	Temel elektrik kavramlarında kavramsal değişimi teşvik eden bir öğretim stratejisi geliştirme noktasında, Chi vd.nin (1994) ontolojik sınıflandırma çalışmalarının etkisi araştırılmıştır.	12 lise öğrencisi	-Açık uçlu sorulardan oluşan test -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Dört çalışmanın sonucunda, elektrik devrelerinde etkili öğretim için kavramların öğrencilere sınırlamaya dayalı kategoride verilmesi gerektiği ve en önemli sınırlama olarak gerilim kavramına odaklanmanın öğretime yardımcı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Wittmann (2002)	Dalga fiziğinde acemilerin kavramsal açıklamaları, diSessa'nın koordinasyon sınıfı teorisi ile analiz edilmiştir.	450 ila 837 fizik lisans öğrencisi	-Notsuz kısa sınavlar -Yazılı sınavlar -Özel olarak tasarlanmış teşhis testleri -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Koordinasyon sınıfı modelinin araştırma verilerini düzenlemede son derece yararlı olmasına rağmen, modelin problemleri yönleri de tartışılmıştır.
Ioannides ve Vosniadou (2002)	Vosniadou ve Brewer (1992, 1994; Vosniadou, 1994) tarafından geliştirilen bir metodoloji ile kuvvetin anlamlandırılmasında gelişimsel değişimler araştırılmıştır.	-15 anaokulu öğrencisi -30 4.sınıf öğrencisi -30 6.sınıf öğrencisi -30 9.sınıf öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	Araştırmada, öğrencilerin bir kuvvet uygulanması gereken durumları yorumlamalarında tutarlı olduklarını ve farklı kuvvet anlamlarını üretmede bu yorumların yaşa bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, öğretimlerin sonucunda, öğrencilerin bazı kuvvet kavramlarında çeşitli sentetik kuvvet modelleri yarattıkları tespit edilmiştir.
Thaden-Koch (2003)	Öğrencilerin farklı yörüngelerde hareket konusunda yargılarını incelemek amacıyla koordinasyon sınıfı yapısının faydasını araştırmıştır.	646 üniversite öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	Çalışma ile belirli bağlamda rol oynayan okuma stratejilerin önemli rolleri vurgulanmıştır. Koordinasyon sınıfı teorisi uygulanan önceki araştırmalar, kavramsal değişimde nedensel ağırlığın rolünü vurgularken, bu araştırma spesifik bir bağlam sunmuştur.
diSessa vd., (2004)	Araştırmacılar kuvvet kavramında Ioannides & Vosniadou (2002)'nin çalışması üzerinden, tutarlılığa karşı parçalanma tartışmalarına ışık tutmaya çalışmışlardır.	-9 anaokulu öğrencisi -9 ilkokul öğrencisi -6 ortaokul öğrencisi -6 lise öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	Ioannides ve Vosniadou'nun tutarlılık görüşünün aksine araştırmacılar, bağlamsallık ve spesifikasyon nedeniyle bireylerin fikirlerinin parçalanmış olduğu sonucuna varmıştır.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
diSessa (2004)	diSessa, Wagner'ın (2003) çalışmasına katılan M'nin verileri üzerinde koordinasyon sınıfı teorisinin kavramlarının ne kadar gerçekleşip gerçekleşmediğini değerlendirmiştir.	1 üniversite öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	diSessa'nın değerlendirmelerine göre M, koordinasyon sınıfı teorisinde yayılmayı aşamalı olarak gerçekleştirmiştir; bazı vakalarda kavramlarda doğru yer değiştirme yapabilmektedir; onda değişmezliğin tamamlayıcı fenomeni birkaç kez gözlenmiştir; transferin bazı türlerini başarabilmiştir.
Izsak (2005)	Bu vaka çalışmasında, tam sayı çarpımı, çarpma ve ayrık diziler arasındaki bağlantıların hesaplanması konularında Parça Nitelikli Bilgi bakış açısının temel bileşenleri uygulanmıştır.	2 5.sınıf öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	Çalışmada, Parça Nitelikli Bilgi perspektifindeki önemli bileşenlerinin her bilgi alanında kullanılabileceği; yeni görevleri çözmek için öğrencilerin geçmiş deneyimleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları açıkça tanımlamanın, başarılı öğretim tasarlamının merkezi olabileceği sonucuna varılmıştır.
Zohar ve Aharon-Kravetsky (2005)	Bilişsel çatışmanın ve doğrudan öğretimin farklı akademik düzeylerde bulunan öğrencilere etkileri incelenmiştir.	121 9.sınıf öğrencisi	-Yarı yapılandırılmış görüşme -Yazılı kalıcılık testi	Araştırmada, öğretim metodu ve öğrenci başarı düzeyi arasında etkileşim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Slota ve Chi (2006)	Chi (2005)'nin teorisine dayalı olarak, fizik eğitimi öncesinde öğrencilerin uygun ontolojileri öğrendiği bilgisayar tabanlı bir modül geliştirerek elektrik konusunda kavramsal değişimi araştırmışlardır.	24 üniversite öğrencisi	Çoktan seçmeli alternatif kavram teşhis testi	Çalışmada, ortaya çıkan süreç ontolojisi ile ilgili ön eğitim, problem çözme ve açıklama ile geleneksel olarak zor bir konunun öğrenilmesinde önemli gelişmeler elde etmişlerdir.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Wagner (2006)	Matematikte çok sayıda yasa üzerinde yapılan bu vaka çalışmasında, soyut ve bağlamdan bağımsız bilgi yapılarının inşası ve uygulanmasında kaynağını belirten bilgi aktarımı açıklamalarına bir alternatif sunmaktadır.	1 üniversite öğrencisi M	Yarı yapılandırılmış görüşme	Bu çalışma, eklediği üç değer açısından koordinasyon sınıfı çalışmalarına katkıda bulunur: 1) Fizikten farklı bir alandaki kavramlarda koordinasyon sınıfı teorisi üzerinde çalışılmıştır. 2) Bu çalışma, koordinasyon sınıfı teorisi ile transfer arasında bağlantının olduğu ilk çalışmadır. 3) Koordinasyon sınıfı perspektifinin incelendiği öğrenme süreçlerini gösteren ilk girişimlerden biri olan bu çalışmada, katılımcıların görüşmeler esnasında ilgili kavramların anlayışında dikkate değer ilerleme gösterdikleri görülmüştür.
Levrini ve diSessa (2008)	Farklı bağlamsal durumlarda uygun zaman (proper time) konusunda öğrencilerin zorlandıkları noktaları araştırmışlardır.	12 lise öğrencisi ve onların öğretmenleri (T1 ve T2)	T1'in yönettiği 90 dakikalık bir uygun zaman egzersizi tartışması video kaydı	Sonuç olarak; 1) İyi biçimlendirilmiş bir koordinasyon sınıfının geliştirilmesinde çoklu bağlam kullanmanın önemini vurguladılar. 2) Öğretimde tanımları kullanmanın kavram projeksiyonlarını artırdığını gözlemlemişlerdir.
Straatemeier vd., (2008)	Çocukların dünya hakkındaki naif bilgilerinin standart bilimsel teoriyi öğrenmeden önce tutarlı mı (yani teori nitelikli) veya parçalanmış mı olduğu sorusu araştırılmıştır.	1.çalışma: 328 2.çalışma: 381 İlkokul öğrencisi	Açık uçlu sorular, görüşmeler ve sıralama testi içeren bir kağıt-kalem testi	Bulgular, Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından formüle edilen sonuçları desteklememiştir. Bunun yerine, çocukların naif bilgisinin parçalı olduğu görüşü desteklenmiştir. Ayrıca sonuçlar, çocukların büyüdükçe dünyayla ilgili bilgilerinin daha tutarlı hale geldiğini göstermiştir.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Özdemir ve Clark (2009)	Disessa, Gillespie ve Esterly (2004) ve Ioannides & Vosniadou (2002)'nin çalışmalarından elde edilen analitik yöntemleri üçüncü bir ülkede uygulayarak, bu öğrencilerin bilgi yapısındaki tutarlılıkları incelemiştir.	-8 okul öncesi -8 ilkokul -8 ortaokul -8 lise öğrencileri	Yarı yapılandırılmış görüşme	Araştırmada öğrencilerin kodlama şemalarının diSessa'nın, şemalarına daha yakın oldukları bulunmuştur. Bu nedenle araştırma bilgi yapısının tutarlılığı yerine parçalanmış temel bakış açılarını desteklemektedir.
Özalp ve Kahveci (2011)	Araştırmada, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili alternatif kavramlarının açığa çıkarılması ve bu alternatif kavramların ontolojiye dayanarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.	6-11 arası sınıflarda 696 öğrenci	Chi'nin teorisine göre hazırlanmış İki aşamalı alternatif kavram teşhis testi	Şu sonuçlara ulaşılmıştır: 1) Açığa çıkarılan alternatif kavramlar madde ve süreç ontolojik kategorisinde bulunmaktadır; 2) En fazla alternatif kavramın mikroskopik tanecik kategorisi ile madde kategorisinin alt kategorileri arasında var olduğu gözlenmiştir; 3) Süreç kategorisinde ise, en fazla alternatif kavram fiziksel olay-kimyasal olay kategorileri arasında görülmüştür. Ayrıca, bazı alternatif kavramların ortaöğretim öğrencilerinde, ilköğretim öğrencilerine göre daha fazla olduğu bulunmuştur.
Chi vd., (2012)	Araştırmada, alternatif kavramların neden bu kadar yaygın, sağlam ve eğitime dirençli olduğu, bunların nasıl üstesinden gelineceğine ve bunları neyin oluşturduğuna dair bir hipotez sunmak amaçlanmıştır. Ayrıca, Chi'nin teorisinin yeni bir yönü olan Doğrudan-Nedensel Şema özelliği tanıtılmıştır.	28 8.sınıf öğrencisi 13 9.sınıf öğrencisi	-Çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular bulunan test -McDougal Littell Yaşam Bilgisi metni	Çalışma, Doğrudan-Nedensel Şemayı öğretmenin, yayılma sürecinin öğrenilmesinde artışa yol açtığını tespit etmiştir. Ayrıca, her bir Şema türünün ayrıntılı bir karakteristiğini, yapılan öğretimsel müdahale, elde edilen başarılar ve çalışmadan öğrendikleri de sunulmuştur.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Parnafes (2012)	Öğrencilerin görsel olayları kullanarak bilimsel olayların açıklamalarında kurguladıkları ve geliştirdikleri süreçlerin Bilgi Parçalarına dayalı teorik bir modeli sunulmaktadır.	14 ortaokul öğrencisi 2 5.sınıf öğrenci	Yarı yapılandırılmış görüşme	Araştırma Parça Nitelikli Bilgi modelini destekler sonuçlara ulaşmıştır. Modele göre, öğrencilerin gelişen anlayışında süreklilik ve sezgisel bilgi kaynaklarının üretken doğası gözlenmiştir.
Şen ve Yılmaz (2012)	Üniversite öğrencilerinin erime ve çözünme konusunda sahip oldukları alternatif kavramlarını ortaya çıkarmak ve bu alternatif kavramları ontolojik kategoriler temelinde incelemek amaçlanmıştır.	Biyoloji bölümünde Temel Kimya dersini alan 25 üniversite öğrencisi	-Beş açık uçlu soru -Bilimsel Düşünme Yetenekleri Testi	Öğrencilerin madde kategorisinin alt kategorisi olan mikroskobik tanecik ile makroskobik madde kategorileri arasında yaptıkları yanlış kategorileştirmeler sonucu alternatif kavramlara sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca süreç kategorisinin bir alt kategorisinde yer alan olay kategorisinde bulunan erime ve çözünme kategorilerinin de, öğrenciler tarafından birbiriyle karıştırıldığı belirlenmiştir.
Özdemir, (2013)	Öğrenciler tarafından moment konusunda transfer edilen naif bilginin doğasını ve sınıf tartışmaları esnasında öğrencilerin bilgi sistemleri üzerinde süreçlerin değişimini anlamak amaçlanmıştır. Farklı bağlamlarda öğrencilerin başarı ve başarısızlıkları da gözlenmiştir.	Orta ve uzman düzeyinde 10 lisans fizik öğrencisi	-Yazılı yanıtlar -Problem çözme oturumunda kaydedilen sınıf verileri	Öğrencilerin p-primlerinin bazı spesifik bağlamlar üzerinde iyi çalıştığını, bazılarında ise çalışmadığı görülmüştür. Bu yüzden, p-primlerin alternatif kavram olarak etiketlenmemesi gerektiği vurgulanmıştır. Koordinasyon sınıfının teorik yapılarının, farklı bağlamlarda moment kavramının aktarılmasında öğrencilerin zorluklarını ve bilgi sistemlerinde değişim süreçlerini anlamak için anlamlı sonuçlar oluşturduğu gözlenmiştir. Çalışma değişimin uyarıcısının, öğrencilerin kendi bilgi yapılarının arkasındaki nedensel mekanizmaları arama olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Dega vd. (2013)	Bilişsel çatışma ve bilişsel karmaşa yaklaşımlarına dayalı olarak tasarlanan öğretimle, öğrencilerin elektriksel potansiyel ve enerji ile elektromanyetik indüksiyon konularına ait kavramlarında oluşan kavramsal değişimi araştırmışlardır.	45 Fizik Lisans öğrencisi	Uyarlanmış elektrik ve manyetizma tanı testi	Araştırmada, elektrik ve manyetizma konusunun kavramsal alanlarında kavramsal değişimi sağlamada, etkileşimli simülasyonlar ile gerçekleştirilen bilişsel karmaşa yaklaşımının, bilişsel çatışmadan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Yaman (2013)	Bilişsel bağ kurma ve bilişsel çelişki yaklaşımlarının ve cinsiyetin öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamaları, öz yeterlik seviyeleri ve epistemolojik inanışları üzerindeki etkileri araştırılmıştır.	206 9. sınıf öğrencisi	-Kuvvet kavramı envanter testi -Fizik bilimi için epistemolojik inançlar değerlendirmesi -Öz yeterlilik ölçeği	Araştırmada, bilişsel bağ kurma ile bilişsel çelişki yaklaşımı arasında kuvvet ve hareket başarılarında ve araştırmada bakılan kız ve erkek öğrenciler arasında kavramsal anlamalar, öz yeterlik seviyeleri ve epistemolojik inanışlar üzerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca, çalışmadaki öğretim metotları ve cinsiyet arasında bağımlı değişkenler üzerinde anlamlı bir etkileşim görülmemiştir.
Stamovlasis vd., (2013)	Teori ve Parça Nitelikli Bilgi Yapısı bakış açıları arasındaki tartışmaya, üçüncü bir bakış açısı getirmek; oluşturulan kavramların istikrarının, araştırmacıların veri yorumundan da etkilenebildiği ve farklı koşullar altında değiştiği incelenmiştir.	329 9.sınıf öğrencisi	Çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşan kağıt-ve-kalem testi	Araştırma, katılımcıların alan yazında bildirilen zihinsel modelleri, tutarlı zihinsel modeller olarak tutacağı hipotezini desteklememiştir. Sonuçlar Parça Nitelikli Bilgi Yapısını doğrular nitelikte çıkmıştır.

Tablo 2.2 (Tablo 2.2'nin Devamı)

Kavramsal Değişim Yaklaşımlarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Apaydın (2014)	Ortaokul öğrencilerinin kaldırma kuvveti kavramına yönelik bilgi yapılarının hangi kavramsal değişim teorisiyle örtüştüğünü ve bilgi yapılarının neler olduğunu belirlemek amaçlanmıştır.	8 ortaokul öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme	Sonuç olarak, araştırmanın bulguları, öğrencilerin bilgi yapılarının Parça Nitelikli Bilgi Yapısı teorisine uyumlu olduğunu destekler niteliktedir.
Dreyfus vd., (2015)	Fauconnier ve Turner'ın kavramsal harmanlama çerçevesini kullanarak, uzman ve acemilerin enerji hakkında madde ve yer ontolojilerini tutarlı bir zihinsel modelde başarılı bir şekilde harmanlayabildiklerini göstermek amaçlanmıştır.	1 üniversite öğrencisi	-Sınıf video kayıtları -Yarı yapılandırılmış görüşme	Analiz, katılımcıların madde ve yer ontolojilerini tek bir harmanlanmış zihinsel alana harmanladığına dair kanıt sağlamıştır. Sonuçlar, fizyolojideki ontolojileri sadece sabit olarak değil aynı zamanda soyut ve zor kavramların güçlü kavramsal modellerini oluşturmak için dinamik bir araç olarak görmenin değerini desteklemiştir.
Potvin vd., (2015)	Araştırmada, bilişsel çatışma yaklaşımı öğrencilere yeni bilimsel bilgiler sunulmadan önce mi, yoksa sonra mı kullanılmalı sorusuna üç farklı öğretim koşulunun etkilerine bakılarak cevap aranmıştır.	558 ortaokul öğrencisi	Çoktan seçmeli test	Çalışmada, bilişsel çatışmaların kavramsal değişimler üretmeyi amaçlayan öğretimlerinin yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak, mutlaka öğretimden önce bilişsel çatışma yaratılmasının gerektiği bildirilmiştir.

Tablo 2.2’de görüldüğü gibi araştırmalarda veri toplama aracı olarak; çoğunlukla klinik görüşme şeklinde gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler (Apaydın, 2014; diSessa, 2004; diSessa vd., 2004; diSessa & Sherin, 1998; diSessa vd., 2001; Dreyfus vd., 2015; Özdemir & Clark, 2009; Ioannides & Vosniadou, 2002; Izsak, 2005; Lee & Law, 2001; Parnafes, 2012; Samarapungavan vd., 1996; Thaden-Koch, 2003; Venville & Treagust, 1998; Vosniadou & Brewer, 1992; Wagner, 2006; Wittmann, 2002; Zohar & Aharon-Kravetsky, 2005), çoktan seçmeli alternatif kavram teşhis testleri (Potvin vd., 2015; Slotta vd., 1995; Slotta & Chi, 2006; Wittmann, 2002), çeşitli ölçme araçlarının birleşiminden oluşan kağıt-kalem testleri (Chi vd., 2012; Dreyfus vd., 2015; Stamovlasis vd., 2013; Straatemeier vd., 2008), ders gözlem kayıtları (Levrini & diSessa, 2008; Özdemir, 2013; Venville & Treagust, 1998), açık uçlu sorulardan oluşan testler (Lee & Law, 2001; Şen & Yılmaz, 2012; Wittmann, 2002; Zohar & Aharon-Kravetsky, 2005), notsuz kısa sınavlar (Wittmann, 2002), özel olarak tasarlanmış teşhis testleri (Wittmann, 2002), iki aşamalı alternatif kavram teşhis testi (Özalp & Kahveci, 2011), McDougal Littell Yaşam Bilgisi metni (Chi vd., 2012), bilimsel düşünme yetenekleri testi (Şen & Yılmaz, 2012), tanı testi (Dega vd., 2013), envanter testi (Yaman, 2013), fizik bilimi için epistemolojik inançlar değerlendirmesi (Yaman, 2013) ve öz yeterlilik ölçeği (Yaman, 2013) kullanılmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi her yaş ve sınıf düzeyinden öğrencilerle çalışmalar gerçekleştirilmiştir: anaokulu, ilkokul ve ortaokul öğrencileri (Apaydın, 2014; Chi vd., 2012; diSessa vd., 2004; Özdemir & Clark, 2009; Ioannides & Vosniadou, 2002; Izsak, 2005; Özalp & Kahveci, 2011; Parnafes, 2012; Potvin vd., 2015; Samarapungavan vd., 1996; Straatemeier vd., 2008; Vosniadou & Brewer, 1992), lise öğrencileri (Chi vd., 2012; diSessa vd., 2004; Özdemir & Clark, 2009; Ioannides & Vosniadou, 2002; Lee & Law, 2001; Levrini & diSessa, 2008; Özalp & Kahveci, 2011; Slotta vd., 1995; Stamovlasis vd., 2013; Venville & Treagust, 1998; Yaman, 2013; Zohar & Aharon-Kravetsky, 2005), lisans ve üstü üniversite öğrencileri (Dega vd., 2013; diSessa, 2004; diSessa & Sherin, 1998; diSessa vd., 2001; Dreyfus vd., 2015; Özdemir, 2013; Slotta vd., 1995; Slotta & Chi, 2006; Şen & Yılmaz, 2012; Thaden-Koch, 2003; Wagner, 2006; Wittmann, 2002) ve öğretmenler (Levrini & diSessa, 2008).

2.4.5. Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişime Yönelik Çalışmalar

Bu bölümde özel yetenekli öğrencilerde kavramsal değişimle ilgili yapılan araştırmalar sunulmuştur. İlgili alan yazın tarandığında özel yetenekli öğrencilerde kavramsal değişim çalışmalarının oldukça az yer tuttuğu görülmektedir. Tablo 2.3'te yapılan çalışmalar; çalışmayı yapan araştırmacılara, araştırmanın amacına, kullanılan ölçme araçlarına, çalışma grubuna ve rapor edilen araştırma sonuçları özetlenerek listelenmiştir.

Tablo 2.3 incelendiğinde, yapılan çalışmaların özel yetenekli öğrencilerin bazı fen konularında kavramsal yapılarının (Cho, Chung, Kim, Park & Park, 2011; Doğan, 2007; Lake, 2017; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010) veya zihinsel yapılarının (Çakır, 2011) belirlenmesine yönelik ve fen kavramlarında kavramsal değişimin gerçekleşmesine yönelik öğretimlerin (Cho vd., 2011; Lake, 2017; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010) sonuçlarını incelediği görülmektedir. Çalışmalardan elde edilen bulgularda, özel yetenekli öğrencilerinde diğer öğrenciler gibi alternatif kavramlara sahip olduğu (Cho vd., 2011; Çakır, 2011; Doğan, 2007; Lake, 2017; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010); Özel yetenekli öğrencilerde genel olarak yaş ilerledikçe kavram gelişiminin düzenli bir şekilde arttığı (Doğan, 2007) ve uygulanan öğretimsel etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde pozitif etkili olduğu (Cho vd., 2011; Lake, 2017; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010) sonuçlarına ulaşılmıştır.

Tablo 2.3'te görüldüğü gibi genelde ilkokul (Cho vd., 2011) ve ortaokul (Çakır, 2011; Doğan, 2007; Lake, 2017; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010) öğrencileriyle çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak; yarı yapılandırılmış görüşmeler (Cho vd., 2011; Çakır, 2011; Doğan, 2007; Lee & Kim, 2007; Son & Kim, 2010; Vural, 2010), anketler (Cho vd., 2011; Son & Kim, 2010), üç bölümden oluşan testler (Doğan, 2007; Vural, 2010), açık uçlu sorulardan oluşan testler (Lee & Kim, 2007), öğrenci çalışma sayfaları (Lee & Kim, 2007), canlandırmalar (Son & Kim, 2010), TGA yöntemi (Çakır, 2011), kavram haritası (Çakır, 2011; Lake, 2017), tutum ölçeği (Lake, 2017), ders gözlem kayıtları (Lake, 2017; Vural, 2010), iki (Lake, 2017) ve üç aşamalı alternatif kavram teşhis testleri (Çakır, 2011) kullanılmıştır.

Tablo 2.3

Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişimle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Doğan (2007)	Buharlaşıma, yoğunlaşma ve kaynama kavramlarının ilköğretimin farklı seviyelerinde öğrenim gören öğrenciler ve özel yetenekli olarak belirlenen öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerinin ve alternatif kavramlarının belirlenmesi ve birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır.	-23 5.sınıf 43 6.sınıf 38 7. sınıf öğrencisi ile -37 5.sınıf 26 6.sınıf 14 7. sınıf özel yetenekli öğrenci	-Üç bölümden oluşan bir test -18 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler	Genel olarak, her üç öğrenim seviyesindeki öğrencilerin alternatif kavramlarının olduğu ve 5. sınıf seviyesindeki öğrencilerin bu kavramları anlamada diğer seviyelerdeki öğrencilere oranla daha iyi bir durumda oldukları belirlenmiştir. Özel yetenekli öğrencilerde genel olarak yaş ilerledikçe kavram gelişiminin düzenli bir şekilde arttığı görülmüştür.
Lee & Kim (2007)	Araştırmada, öğrencilerin enzim reaksiyonunu deneyimledikten sonra, bu kavramla ilgili kavramsal değişimi araştırmak; sistematik analogilerin öğrencilerin kavramsal anlayışını arttırmadaki rolünü keşfetmek; öğrencilerin kavramsal anlayışındaki ontolojik özellikleri açıklamak amaçlanmıştır.	Özel yetenekli 8.sınıf öğrencileri	-Açık uçlu sorulardan oluşan test -Öğrenci çalışma sayfaları - Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Öğretimden sonra: Enzimin işlevi, yapısı ve mekanizması hakkında bilimsel düşüncelere yer veren öğrenci sayısının arttığı; Reaksiyon mekanizmalarında olay-benzeri işlemlerin ontolojik özelliklerini anlamaktan daha ziyade denge süreçlerinin ontolojik özelliklerini anlamada daha fazla öğrencinin başarısız olduğu; Sistematik analogilerin, öğrencilerin enzim reaksiyonundaki kavramsal değişimlerini arttırmaya katkıda bulunduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Tablo 2.3 (Tablo 2.3'ün Devamı)

Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişimle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Son & Kim (2010)	Bilimde özel yetenekli öğrencilerin, ayın sadece bir tarafının görünür olmasının nedeni hakkında alternatif kavramlarını sınıflandırmak ve bu kavramları bilimsel olarak düzeltmek için bir öğretim modülü geliştirmek amaçlanmıştır.	15 özel yetenekli 5. ve 6. sınıf öğrencisi	-Anketler -Yarı yapılandırılmış görüşmeler -Canlandırmalar	Çalışma yeniden yapılanmaların bir araya getirilmesi eğitiminin, keşif malzemelerinin geliştirilmesi ve aşamalarla keşif faaliyetlerinin Dünya ve Ay'ın hareketi hakkındaki alternatif kavramları etkili bir şekilde düzelttiği sonucuna ulaşmıştır.
Vural (2010)	Erime, donma, buharlaşma, kaynama ve yoğunlaşma kavramlarıyla ilgili özel yetenekli öğrencilerin alternatif kavramlarının belirlenmesi ve 5E modeline uygun geliştirilen etkinliklerin bu konudaki alternatif kavramlar üzerine etkisi araştırılmıştır.	Bir BİLSEM'e kayıtlı 6. Sınıf düzeyinde 23 özel yetenekli öğrenci	-Üç bölümden oluşan bir test -Yarı yapılandırılmış görüşmeler -Sınıf içi informal gözlemler	Araştırma sonucunda özel yetenekli öğrencilerin de bu kavramlarla ilgili olarak alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilirken, hazırlanan etkinliklerin öğrencilerdeki bazı alternatif kavramlarının giderilmesine etkisinin olduğu ve bazılarının giderilmesinde etkili olmadığı görülmüştür.
Cho vd., (2011)	Astronomik animasyon modülünün, öğrencilerin yıldız hareketleri kavramlarıyla ilgili kavramsal değişimleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.	4 özel yetenekli ilkokul öğrencisi	-Anketler -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Yıldızlarla ilgili alternatif kavramları olan dört öğrencinin tümünün, bu konuyla ilgili alternatif kavramlarını doğru bilimsel kavramlara değiştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2.3 (Tablo 2.3'ün Devamı)

Özel Yetenekli Öğrencilerde Kavramsal Değişimle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Araştırmacılar	Araştırmanın Amacı	Çalışma Grubu	Veri Toplama Araçları	Elde Edilen Sonuç
Çakır (2011)	Özel yetenekli öğrencilerin elektrik konusundaki “iletkenlik ve yalıtkanlık” kavramlarını anlama düzeyleri ve bu kavramları öğrenirken oluşturdukları zihinsel modellerin belirlenmesi amaçlanmıştır.	Bir BİLSEM’e kayıtlı 10 özel yetenekli ortaokul öğrencisi	-Üç aşamalı alternatif kavram teşhis testi -TGA yöntemi -Kavram haritalama yöntemi -Yarı yapılandırılmış görüşmeler	Özel yetenekli öğrencilerin katılara göre sıvı iletken ve yalıtkanlarla ilgili zihinsel model oluşturmada zorlandıkları; Zihinsel modellerinin bulanık değil net olduğu; Kavramsal modellerle genelde uyumlu olduğu için geçerliliğinin yüksek ve değişime açık olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bu öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerle, doğru tahmin yaptıkları ve yaptıkları tahminlerini gözlemleriyle destekledikten sonra da daha iyi zihinsel modeller oluşturdıkları tespit edilmiştir.
Lake (2017)	Özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda, kavramsal değişim ve olumlu tutum değişimi sağlamada en etkili olan öğretme ve öğrenme stratejileri belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmada, iki ayrı üç aşamalı öğrenme döngüsünün etkinliğini araştırılmıştır: Lawson (1995) tarafından geliştirilen tanımlayıcı öğrenme döngüsü (DLC) ve varsayımsal çıkarımsal öğrenme döngüsü (HDLC).	51 özel yetenekli 6. sınıf öğrencisi	-Kavram haritaları -İki aşamalı alternatif kavram teşhis testi -Tutum ölçeği -Ders gözlem notları	Araştırmada, hem DLC'nin hem de HDLC'nin, öğrencilerin temel elektronik kavramlarını anlamalarında istatistiksel olarak önemli gelişmeler sağladığı bulunmuştur. Ancak, iki öğrenme döngüsü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Ayrıca, bilimsel araştırmalara ve her iki öğrenme döngüsü için fen derslerinden yararlanmaya yönelik tutumda bir değişim olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, evren ve örnekleme, veri toplama aracı ve analizine, öğretim uygulamalarına ve verilerin analizi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Araştırmanın birinci amacı, özel yetenekli öğrencilere destek eğitimi veren BİLSEM’lerde özel yetenekleri geliştirici program kapsamında destek eğitime devam eden 7. sınıf düzeyindeki özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları belirlemektir. Araştırmanın ikinci amacı ise, kavramsal değişimin gerçekleşmesiyle ilgili iki farklı yaklaşımdan Chi ve arkadaşlarının “Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi (OKDE) (G1)” ve diSessa ve arkadaşlarının “Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi (BBKE) (G2)” yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamalarının özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkilerini ortaya koymaktır. Araştırmanın ilk amacını gerçekleştirebilmek amacıyla tarama modeli, ikinci amacını gerçekleştirebilmek içinse ön test-son test eşleştirilmiş iki gruplu seçkisiz deneysel desen kullanılmıştır.

Tarama araştırmaları, bir grubun mevcut özelliklerini belirlemek için verilerin toplanmasını amaçlayan çalışmalardır. Bu araştırmalarda genellikle araştırmacılar, görüşlerin veya özelliklerin neden kaynaklandığından daha çok, örneklemdaki bireyler açısından nasıl dağıldığıyla ilgilenirler (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012; Fraenkel & Wallen, 2006). Deneysel araştırmalar ise, araştırmacının kontrolü altında, değişkenler arasında oluşturulan neden sonuç ilişkisini test etmeye yönelik çalışmalardır.

Deneysel desenler içinde ön test-son test iki gruplu desen, tekrarlı ölçümleri (ön test-son test) ve farklı kategorideki katılımcıları (deney-kontrol veya deney-deney grupları) gösteren bir desen olarak tanımlanmaktadır (Fraenkel & Wallen, 2006). Bu desen içinde eşleştirilmiş seçkisiz desen ise, denek gruplarının denk olma olasılığını arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bunun için daha önceden yapılmış konuyla ilgili araştırmaların sonuçları, kuramlar, uzman görüşleri ya da araştırmacı deneyimleri esas alınarak kararlaştırılan belirli değişkenler üzerinde denek çiftleri oluşturulur. Bu çiftler oluşturulurken ön-test puanları da kullanılabilir. Daha sonra bu çiftlerdeki denekler seçkisiz olarak deney gruplarına yerleştirilir. Denekler mekanik eşleştirme ve istatistiksel eşleştirme olarak iki şekilde eşleştirilebilir. Mekanik eşleştirme, belirli değişkenler üzerinde birbirine benzer özellikteki kişilerden çiftler oluşturma sürecidir. Tüm örneklem eşleştirildikten sonra, katılımcıların gerçekten eş olup olmadıkları incelenir. İstatistiksel eşleştirmede ise, eşleştirmede kullanılacak değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki korelasyona bakılarak denekler için tahmini bir değer elde edilir ve bu değer üzerinden eşleştirme yapılır (Büyüköztürk vd., 2012; Ferguson & Takane, 1989; Kirk, 1995). Bu araştırmanın gruplarında eşleştirme sağlamak için ön-test puanları kullanılmıştır. Ön-test puanları esas alınarak, aynı alternatif kavramlara sahip olma durumuna göre çiftler oluşturulmuş ve bu denekler seçkisiz olarak deney gruplarına atanmıştır. Tüm örneklem eşleştirildikten sonra ise, deneklerin gerçekten eş olup olmadığı BEDAKT'in ön-test puanlarına bakılarak incelenmiştir. Araştırma sürecinde kullanılacak ön test-son test eşleştirilmiş iki gruplu seçkisiz desen modeli Tablo 3.1'de özetlenmiştir. M_R sembolü katılımcıların eşleştirilmiş ve gruplara seçkisiz atandığını göstermektedir.

Tablo 3.1

Araştırmada Kullanılan Ön Test-Son Test Eşleştirilmiş İki Gruplu Seçkisiz Deneysel Desen Modeli

Gruplar		Ön Test	Deneysel İşlem	Son Test
G ₁	M_R	BEDAKT	OKDE	BEDAKT
G ₂	M_R	BEDAKT	BBKE	BEDAKT

G₁: Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitiminin Yapıldığı Grup
G₂: Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitiminin Yapıldığı Grup
BEDAKT: Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testi
OKDE: Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi
BBKE: Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi

3.2. Araştırmanın Çalışma Evreni ve Örneklemi

Çalışmanın iki temel amacı için iki ayrı hedef kitlesi bulunmaktadır ve her iki kitlede araştırmaya katılan öğrenciler BİLSEM’lerde öğrenim görmektedirler. BİLSEM’ler örgün eğitim kurumlarına devam eden ve genel zihinsel yetenek, görsel sanatlar veya müzik yeteneği alanlarında özel yetenekli olarak tanılanan öğrencilere, kendi potansiyellerini anlamaları, kendilerine ve topluma katkıda bulunabilmeleri amacıyla destek eğitim sunan programlardır. Türkiyede hali hazırda 81 ilde 161 merkezde hizmet veren özel eğitim kurumlarıdır ve sınavla öğrenci almaktadırlar.

BİLSEM’lere öğrenci seçimi, Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü denetiminde ulusal düzeyde gerçekleştirilen iki aşamalı bir sınav süreciyle sağlanmaktadır. Sınav sürecinden önce 1, 2 ve 3. sınıfa devam edip genel zihinsel, görsel sanatlar ve müzik yetenek alanlarında akranlarından ileri düzeyde farklılık gösterdiği düşünülen öğrencilerin örgün eğitim kurumlarındaki sınıf öğretmenleri tarafından yetenek alanlarına göre aday gösterilmesiyle öğrenci seçim süreci başlamaktadır. Aday gösterilen öğrenciler, grup tarama sınavına katılırlar. Grup tarama sınav sonuçları açıklandıktan sonra, yetenek alanlarına göre belirlenen ve belirli puan barajını geçen öğrenciler yine yetenek alanlarına göre bireysel değerlendirmeye alınırlar. Bireysel değerlendirmeler genel zihinsel, görsel sanatlar ve müzik yetenek alanlarında ayrı ayrı yapılmaktadır. Genel zihinsel yetenek alanında bireysel değerlendirmeye hak kazanan öğrencilere sınıf düzeylerine göre belirlenen zekâ ölçekleri uygulanır. Bireysel değerlendirme aşamasında Bakanlık tarafından belirlenen puan barajını geçen öğrenciler BİLSEM’lere yerleşmeye hak kazanırlar.

BİLSEM’i kazanan öğrenciler ortaöğrenimlerini tamamlayana kadar BİLSEM’lerden yararlanabilirler. Öğrenciler BİLSEM’e örgün eğitime devam ettiği okulun harici zamanlarda kendilerine özel hazırlanan programa göre devam etmektedirler ve bu programa devam zorunlulukları vardır. Genel zihinsel yetenek alanında BİLSEM’lere yerleşen öğrenciler 5 program basamağından oluşan ve yıllara bölünen bir eğitimi tamamlayarak merkezden mezun olurlar. Bu eğitim basamakları şunlardır: uyum programı, destek eğitimi programı, bireysel yetenekleri fark ettirici program, özel yetenekleri geliştirme programı, proje yönetimi programı. Bu araştırmanın her iki amacı için çalışmalara katılan katılımcılar özel yetenekleri geliştirme programında BİLSEM’de eğitimlerine devam eden öğrencilerden oluşmaktadır.

Türkiye genelindeki 161 BİLSEM’den 8 tanesi Ankara ilinde bulunmaktadır. Ancak, araştırmanın gerçekleştirildiği süreçte (2014-2016) Türkiye genelinde 106, Ankara ilinde ise sadece 2 BİLSEM (BİLSEM I ve BİLSEM II) bulunmaktadır. Araştırmanın evreni Türkiye genelindeki bu 106 BİLSEM’iken, erişilebilir evreni Ankara ilinde bulunan bu iki BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden öğrencilerdir. Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye’deki veya Ankara’daki BİLSEM’lerdeki öğrencilerin sayılarının paylaşımı değişik nedenlerden dolayı uygun görülmediği için bu çalışmanın örnekleminin erişilebilir evrene oranı konusunda bir veri paylaşılammaktadır.

Araştırma Ankara ilinde bulunan bu iki BİLSEM’de, 2014-2016 Eğitim-Öğretim yılları arasında, özel yetenekleri geliştirici program kapsamında eğitimine devam eden 7. ve 8. sınıf seviyesindeki özel yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Bütün uygulamalar araştırma için seçilen elektrik devreleri konusunun öğreniminden sonra gerçekleştirilmiştir. Elektrik devreleri konusu, araştırmanın gerçekleştirildiği süreçte örgün eğitim kurumlarında eğitim-öğretim yılının sonuna doğru öğretilmesinden dolayı çalışmada 7. sınıfı tamamlamak üzere olan öğrenciler veya 8. sınıfın başlangıcında olan öğrenciler seçilmiştir.

Araştırmanın ilk amacını gerçekleştirebilmek için dört aşamalı bir teşhis testi (BEDAKT) geliştirilmiş ve bu testi geliştirebilmek için üç ayrı örneklem grubu kullanılmıştır. Bunlar; ilk görüşmelerin yapıldığı, taslak testin gerçekleştirildiği ve geliştirilen testin uygulandığı gruplardır. İlk olarak testin geliştirilme aşamasında testin çeldiricilerini oluşturmak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin gerçekleştirildiği örneklem, 2014-2015 eğitim-öğretim yılının güz döneminde Ankara ilinde bulunan BİLSEM I’de elektrik devreleri konusunu devam ettiği örgün eğitim kurumunda öğrenmiş 8. sınıf seviyesindeki araştırmaya gönüllü olarak katılan 11 (6 kız-5erkek) özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. Görüşmeler için bireylerin seçiminde, kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Araştırmaya katılan gönüllü öğrencilerin isimlerinin gizliliğini sağlamak amacıyla, verilerin kodlanması ve raporlaştırılması aşamasında öğrencilere gerçek isimlerinden farklı kodlar verilmiştir. Tablo 3.2, görüşmelere katılan öğrencilerle ilgili demografik bilgileri özetlemektedir.

Tablo 3.2

Test Geliştirme Sürecinde Görüşmelere Katılan Özel Yetenekli Öğrencilerin Demografik Bilgileri

Öğrenci Adı	Sınıf düzeyi	Yaşı	Cinsiyeti	Örgün Eğitime Devam Ettiği Okuldaki Fen Notu
Ö1	8	13	K	5
Ö2	8	13	K	5
Ö3	8	13	K	5
Ö4	8	13	K	5
Ö5	8	13	K	5
Ö6	8	13	K	5
Ö7	8	13	E	5
Ö8	8	13	E	5
Ö9	8	13	E	5
Ö10	8	13	E	5
Ö11	8	13	E	5

Test geliştirmenin ikinci aşamasında, görüşme verilerinin analizi ile taslak test oluşturulmuş ve uygulanmıştır. Taslak testin uygulandığı örneklem grubu, 2014-2015 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde Ankara ilinde bulunan BİLSEM I’de elektrik devreleri konusunu devam ettiği örgün eğitim kurumunda öğrenmiş 7. sınıf seviyesindeki araştırmaya gönüllü olarak katılan 25 (9 kız- 16 erkek) özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. Görüşmelere katılan öğrenciler taslak testin uygulamasına dahil edilmemiştir. Taslak testin uygulanmasında, kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır.

Test geliştirmenin son aşamasında, taslak testin analizinin ardından son hali verilen dört aşamalı testin (BEDAKT) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen testin uygulandığı örneklem grubu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde Ankara ilinde bulunan iki BİLSEM de elektrik konusunu devam ettiği örgün eğitim kurumunda öğrenmiş 7. sınıf seviyesindeki araştırmaya gönüllü olarak katılan 164 (50 kız-114 erkek) özel yetenekli öğrenciden oluşmaktadır. Testin son halinin BİLSEM I ve BİLSEM II de uygulaması araştırmacı tarafından gerçekleştirmiştir. Testin son halinin uygulaması, taslak testin uygulamasından bir sene sonra uygulandığından dolayı her iki uygulama da BİLSEM I’den çalışmaya katılan öğrenciler birbirinden farklıdır. Testin uygulanmasında, amaçlı ve kolay ulaşılabilir durum örneklemesinin bir birleşimi kullanılmıştır. Tablo 3.3, testin geliştirilmesine katkıda bulunan öğrencilerle ilgili demografik bilgileri özetlemektedir.

Tablo 3.3

Test Geliştirme Sürecinde Dört Aşamalı Elektrik Alternatif Kavramlar Testinin Ana Çalışmasına Katılan Özel Yetenekli Öğrencilerin Demografik Bilgileri.

BİLSEM	Sınıf Düzeyi	Örneklem		
		Kız	Erkek	Toplam
BİLSEM I	7. sınıf	13	24	37
BİLSEM II	7. sınıf	37	90	127
TOPLAM		50	114	164
%		30,4	69,6	100

Araştırmanın ikinci amacını gerçekleştirebilmek için örneklem grubu, 2015-2016 akademik yılının yaz döneminde Ankara ilinde bulunan BİLSEM I' de özel yetenekleri geliştirici program kapsamında destek eğitimine devam eden 7. sınıf düzeyindeki öğrencilerden oluşmaktadır. Bu örneklem grubu ile araştırmanın ikinci amacında hedeflenen öğretim uygulamalarının (OKDE ve BBKE) etkilerini belirleyebilmek amacıyla çalışılmıştır. Öğretim uygulamalarının gerçekleştirileceği BİLSEM'deki öğrencilere öncelikle yazın yapılacak eğitimin duyurusu yapılmıştır. Duyuru sonucunda 27 öğrenci gönüllü olarak çalışmalara katılmak istemiştir. Bu gruptaki öğrenciler aynı zamanda test geliştirme çalışmalarında testin son halinin uygulandığı çalışmaya katılan öğrencilerdir. Bu öğrencilerin verileri daha sonra öğretim uygulamaları öncesi ön-test olarak kabul edilmiştir. Çalışmaya gönüllü olarak katılan bu 27 öğrenciden 9 tanesiyle (OKDE için 4 ve BBKE için 5 öğrenci olmak üzere) gerçek uygulama yapılmadan önce geliştirilen materyallerin uygulamasında bir sıkıntı olup olmadığını ortaya koymak amacıyla gruplarla birer hafta süren bir pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmalarda elde edilen dönütler bir uzman ile değerlendirilerek etkinliklere son hali verilmiştir.

Ana çalışmaların gerçekleştirileceği deney grupları oluşturulurken, bir önceki kısımda açıklandığı gibi kalan 18 öğrencinin BEDAKT'tan elde edilen ön-test sonuçları kullanılmış ve gruplarda benzer alternatif kavramlara sahip olan öğrencilerin bulunması amaçlanarak birbirine benzer iki deney grubuna (G1 ve G2) ayrılmıştır. Grupların birbirlerini etkilememeleri için her bir grup ayrı haftalarda öğretime katılmıştır. İlk olarak OKDE yaklaşımının uygulaması yapılmış daha sonra ise BBKE yaklaşımına dayalı etkinliklerin asıl uygulaması gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da uygulamalar ve son test uygulaması bir hafta içinde tamamlanmıştır. BEDAKT'ın son-test olarak uygulaması gruplarda 30 dakikada tamamlanmıştır. Her bir grup kendisi için geliştirilen etkinliklere katılarak öğretme-öğrenme

sürecini tamamlamıştır. Araştırmaya katılan öğrencilere ait demografik bilgiler Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4

Çalışma İçin Seçilen Öğrencilerin Demografik Özellikleri

Değişken		G1		G2		Toplam	
		N	%	N	%	N	%
Cinsiyet	Kız	5	55	4	45	9	50
	Erkek	4	45	5	55	9	50
	Toplam	9	50	9	50	18	100

G1: OKDE yaklaşımına dayalı öğretimin yapıldığı grup

G2: BBKE yaklaşımına dayalı öğretimin yapıldığı grup

Tablo 3.4 incelendiğinde Grup 1’in 5 kız ve 4 erkek öğrenciden; Grup 2’nin ise 4 kız ve 5 erkek öğrenciden oluştuğu görülmektedir. Her iki grupta da eşit sayıda öğrenci çalışmaya katılmıştır. Araştırmaya katılan gönüllü öğrencilerin isimlerinin gizliliğini sağlamak amacıyla, verilerin kodlanması ve raporlaştırılması aşamasında öğrencilere gerçek isimlerinden farklı kodlar verilmiştir. OKDE yaklaşımına dayalı öğretim yapılan grupta yer alan öğrenciler “O” harfi ile BBKE yaklaşımına dayalı öğretim yapılan grupta yer alan öğrenciler ise “B” harfi ile kodlanmıştır ve gerçek isimleri alfabetik sıraya göre hangi sırada yer alıyorsa, ona göre de numaralar eklenmiştir.

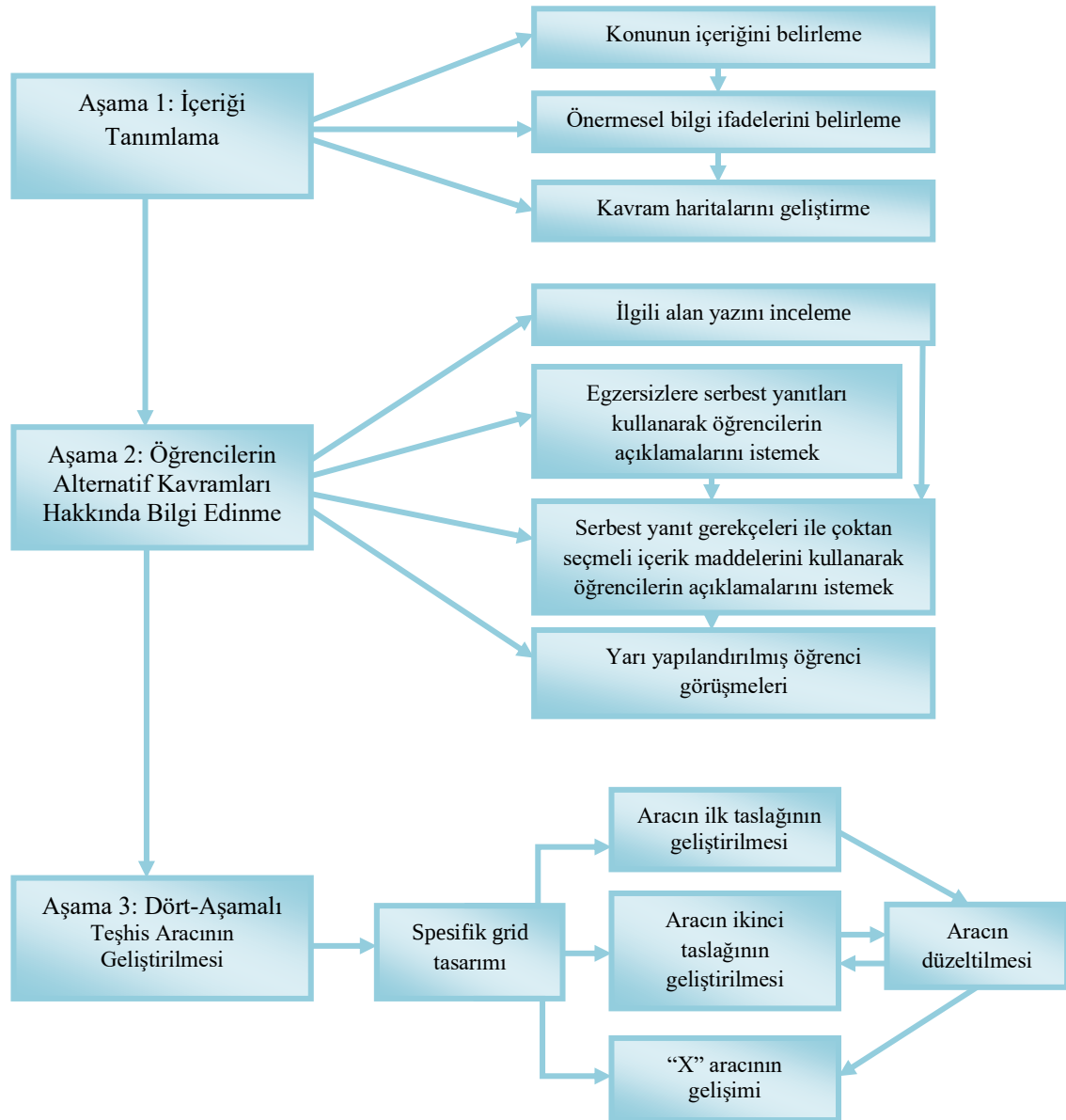
3.3. Araştırmanın Veri Toplama Aracı

Araştırmanın veri toplama aracını bu çalışma için araştırmacı tarafından geliştirilen dört aşamalı formatta hazırlanan Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testi (BEDAKT) oluşturmaktadır (EK 3). Bu bölümde, bu aracın geliştirilmesi, özellikleri, analizleri, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları detaylı olarak açıklanmıştır.

3.3.1. Dört Aşamalı Basit Elektrik Devreleri Alternatif Kavramlar Testinin Geliştirilmesi (BEDAKT)

Araştırmacılar, geleneksel çoktan seçmeli testlerin öğrencilerin alternatif kavramlarını belirlemedeki sınırlılıklarını göz önünde bulundurarak iki, üç veya dört aşamalı testleri kullanmışlardır. Alternatif kavramları değerlendirmede aşamalı teşhis testleri geliştirmek için, araştırmacılar çoğunlukla Şekil 3.1’de gösterilen Treagust (1988)’un geliştirdiği yöntemden esinlenmişlerdir (Chandrasegaran vd., 2007).

Dört aşamalı teşhis aracının tasarımı için çalışmada, Treagust ve önceki araştırmacılar tarafından kullanılan yöntem bazı değişikliklerle takip edilmiştir (Caleon & Subramaniam, 2010a; Habiddin & Page, 2019; Haslam & Treagust, 1987; Kaltakçı, 2012; Kıray & Şimşek, 2020; Kutluay, 2005; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005; Wang, 2004). Bu aşamalar Şekil 3.1’de görüldüğü gibi; Çalışmanın içerik alanını belirleme, öğrencilerin alternatif kavramlarını belirleme ve ilk iki aşamanın sonuçlarını kullanarak dört aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi ve geçerliğinin sağlanması şeklindedir.



Şekil 3.1. Dört aşamalı teşhis testinin geliştirilme aşamaları

Çalışmanın içerik alanını belirlerken öncelikle ders kitapları ve öğretim kılavuzları incelenmiştir. Ardından da alan yazın taraması yapılarak elektrikle ilgili içerik alanı ve hedef

alternatif kavramlar tanımlanmıştır. Bu tarama sonucu mevcut elektrik kavramları ile ilgili bulgular, birçok öğrencinin karşılaştıkları elektrik olgularını anlamak için çeşitli kavramsal modeller benimsediğini ortaya koymuştur (Shipstone, 1985). Hatta bu kavramsal modellerin bir ülkeyle veya bir eğitim sistemiyle sınırlı olmadığı, farklı eğitim sistemlerine sahip çeşitli ülkelerde de yaygın olduğu bulunmuştur (Shipstone vd., 1988). Sonuç olarak, elektrik konusuyla ilgili alan yazında 10-14 yaş aralığındaki ortaokul öğrencilerinde belirlenmiş olan (Cosgrove & Osborne, 1985; Engelhardt & Beichner, 2004; Lee & Law, 2001; Osborne & Freyberg, 1985; Peşman & Eryılmaz, 2010; Sencar & Eryılmaz, 2004; Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985), elektrik devreleri konusunda en fazla görülen alternatif kavramlardan 7'si seçilmiştir. Bunlar: tek kutuplu model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli, ilkel kural modeli ve sıralı muhakeme modeli alternatif kavramlarıdır.

Öğrencilerin alternatif kavramlarını belirleme aşaması için ilk olarak alan yazın taranarak bu konuda yapılmış önceki çalışmalar göz önüne alınarak yarı yapılandırılmış görüşme soruları oluşturulmuştur (Aykutlu ve Şen, 2012; Cosgrove & Osborne, 1985; Engelhardt & Beichner, 2004; Güneş, Yürük & Ateş, 2016; Lee & Law, 2001; Osborne & Freyberg, 1985; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Sencar & Eryılmaz, 2004; Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985; Tsai, Chen, Chou & Lain, 2007). Görüşme soruları 9 bölümden oluşmaktadır. Her bir bölümün alt sonda soruları bulunmaktadır (bkz. EK 1). Görüşme soruları, alan yazına, hedeflere, alternatif kavramlara ve ortaokul öğrencilerinin düzeyine uygunluğa göre hazırlandıktan sonra iki fen bilgisi eğitimi alanındaki öğretim görevlisine, bir fizik öğretmenine ve bir fen bilgisi öğretmenine analiz ettirilerek kapsam geçerliği sağlanmıştır (bkz. EK 2). Onlardan gelen dönüşlere göre görüşme sorularıyla önce pilot görüşmeler, farklı özel yetenekli öğrencilerle çalışmadan önce gerçekleştirilmiş ve soruların görünüş geçerliği de test edilmiştir. Görüşmeler 2014-2015 akademik yılının güz döneminde Ankara ilinde bulunan bir BİLSEM'e devam eden ve konuyu kendi okullarında daha önceden görmüş 11 özel yetenekli öğrenci (8. sınıf) ile gerçekleştirilmiştir. Her bir görüşme oturumunda katılımcıların izniyle ses kaydı yapılmıştır. Yapılan görüşmelerin transkripti yapılmış ve ardından analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, dört aşamalı testin seçeneklerini oluşturmak için kullanılmıştır.

Dört aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi ve geçerliği aşamasında öncelikle testin çeldiricileri oluşturulmuştur. Testin çeldiricileri araştırmacının öğretim deneyimlerine,

araştırma alan yazınına (Lee & Law, 2001; Osborne & Freyberg, 1985; Peşman, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010; Shipstone, 1985) ve görüşme sorularına verilen öğrenci yanıtlarından elde edilen bulguların analizine dayalı olarak hazırlanmıştır (Chandrasegaran vd., 2007). Testin her bir maddesi dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, çoktan seçmeli olup kavramsal bir soru şeklindedir ve elektrik konusunda öğrencilerin bilgilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır. Bu aşamada test maddesi 3 veya 4 yanıttan oluşmaktadır. Seçenekler muhtemel alternatif kavramlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. İkinci aşama, öğrencinin birinci aşamada vermiş olduğu cevaptan emin olup olmadığını sorgulamaktadır. Üçüncü aşamada, öğrencilerin ilk sorudaki yanıtları seçme nedenlerini açıklamaktadır. Bu aşamada seçeneklerden biri doğru cevap, diğerleri ise alternatif kavramlar içeren seçeneklerdir. Ayrıca, katılımcıların kendi istediği yanıtı yazabilmesi için bu aşamada bir de boş seçenek ilave edilmiştir (Treagust, 1995). Dördüncü aşamada ise yeniden, öğrencinin üçüncü aşamada vermiş olduğu cevaptan emin olup olmadığı sorulmaktadır (Wang, 2004; Kızılcık & Güneş, 2011; Kaltakçı, 2012). Öğrencilerin görüşme verileri her iki aşamanın ayrıcılığını etkilerken, içerik ve alan yazın ilk soruyu etkilemiştir. Bu verilere dayanarak, 12 çoktan seçmeli madde geliştirilmiştir. Maddelerin içerik ve görünüş geçerliği, bir fen eğitimi alan uzmanına analiz ettirilmiştir.

Geliştirilen test pilot olarak 7. sınıf düzeyinde bir BİLSEM' de özel yetenekleri geliştirici program kapsamında eğitimlerine devam eden 25 özel yetenekli öğrenciye 2014-2015 akademik yılının bahar döneminde araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Öğrencilerin farklı zaman dilimlerinde BİLSEM'e devam etmelerinden dolayı tüm uygulamalar üç hafta içinde gerçekleştirilebilmiştir. Her bir testin uygulaması yaklaşık olarak 30 dakika sürmüştür. Uygulamalar esnasında ve sonrasında katılımcılardan testle ilgili görüş ve önerilerini paylaşımları istenmiştir. Bu görüş ve öneriler sonrasında küçük yazım hataları ya da bazı maddelerin öğelerinin mantıksal sıralanışı gibi gerekli değişiklikler yapılmıştır. Pilot uygulamanın sonuçları analiz edilmiştir ve sonuçlar BEDAKT'ı geliştirmek için kullanılmıştır. Sonuçların analizi ve bu sonuçlar üzerine alan uzmanlarının görüşleri ile iyi çalışmayan 3 madde testten tamamen çıkarılmıştır. Testin analizi sonucunda bu üç sorunun hedeflenen alternatif kavramları istenilen düzeyde ölçmediği görülmüştür.

Görünüş ve içerik geçerliği için test üç uzmana verilmiştir. Uzmanlardan biri ODTÜ Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü'nde Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalında, ikisi ise Gazi Üniversitesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim

Dalında  retim görevlisi olarak görev yapmaktadır. Uzmanların tümüne BEDAKT için Uzman Görüş Formu (EK 4) ve testin son şekli verilmiştir. Onların  nerilerine göre, soru köklerinin ve test  eldiricilerinin düzeltmeleri yapılı tır. Dilbilgisi kurallarını ve testin dilini kontrol etmek için bir lise Türkçe  retmenine verilerek gerekli düzeltmeler yapılı tır. Sonunda BEDAKT'ın son hali 9 maddeden oluşmaktadır (EK 3).

BEDAKT'ın son hali geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında Ankara ilinde bulunan B LSEM'lerde eğitimlerine devam eden 7. sınıf düzeyindeki 164 öğrenciye 2015-2016 eğitim-üretim yılının bahar döneminde konuyu örgün eğitime devam ettiği okullarında öğrenmelerinin ardından bir ay sonra uygulanmıştır. Ankara ilindeki uygulamalar gerekli izinler alındıktan sonra araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların tamamı bir buçuk ay sürmüş ve her bir uygulama yaklaşık 30 dakikalık bir zaman diliminde tamamlanmıştır. Çalışmada kullanılan 36 maddeye 164 öğrencinin cevabı SPSS programı kullanılarak analiz edilmiştir.

3.3.2. BEDAKT'ın Geçerlik ve Güvenirlik Analizi

3.3.2.1. Geçerlik Analizi

Fraenkel ve Wallen (2006) geçerliği, bir ölçümden elde edilen verileri desteklemek için gerekli kanıtları toplama ve bu kanıtların resmedilme işlemi olarak tanımlamışlardır (s.151). Bir diğer ifadeyle geçerlik, testin bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru  l  t  n  gösteren bir kestirim yöntemidir (Büyüköztürk, 2011). Bir  l me aracının geçerliği, aracın neyi  l  t   ve bu işi ne kadar iyi yapt  nı belirleme işlemidir (Anastasi & Urbina, 1997; Tavşancıl, 2010). Bu belirlemeyi yaparken de tek bir geçerlikten değil, geçerlik türlerinden söz edilebilir. Geçerlik farklı yazarlar tarafından farklı türlere ayrılmıştır. Genel olarak bu türler, kapsam (içeriğe dayalı), ölçüt ve yapı geçerliği olmak üzere üç başlık altında toplanabilir (Baykul, 2010; Büyüköztürk, 2011; Fraenkel & Wallen, 2006). Kapsam Geçerliliği, testi oluşturan maddelerin ölçülmek istenen özelliği ne derece kapsad  ının bir göstergesidir. Kapsam geçerliliği için testlerde uzman görüşlerine başvurulabilir. Ölçüt geçerliği, araç kullanılarak elde edilen puanlar ile bir veya daha fazla başka araç veya ölçüm kullanılarak elde edilen puanlar arasındaki ilişkiyi belirtir. Yapı Geçerliliği, testle ölçülmek istenen yapının o testle ortaya konulma derecesidir. Yapı

geçerliliği için faktör analizleri veya pratik ölçütlerle korelasyon ölçümleri yapılabilir. Testin kullanıcısı, bu geçerlik türlerinden hangisini veya hangilerini arayacağına, test puanlarının kullanılış amacına göre önceden karar vermelidir (Baykul, 2010; Fraenkel & Wallen, 2006). Araştırmada BEDAKT'ın geçerliği için ilk olarak test maddeleri, içeriğe ilişkin geçerlik kanıtları elde etmek amacıyla, testin gelişiminin her aşamasında uzmanlar tarafından içerik ve format açısından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İkinci olarak, öğrencilerin ilk, muhakeme ve güven aşamalarındaki puanları arasındaki korelasyon, yapı geçerliğini belirlemek için ayrı ayrı ve kombinasyonlar halinde araştırılmış ve bu kısım 4. bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir. Çataloğlu (2002)'na göre geçerli bir testte, soruyu anlayabilen öğrenciler o soruyu doğru veya yanlış cevaplama durumlarını değerlendirebilirler. Bu nedenle, yüksek puanlara sahip öğrencilerin, testte okuduklarını anladıkları için kendi cevaplarının doğruluğundan daha emin olacakları beklenmektedir (Kaltakçı, 2012). Bu amaçla, birinci aşamalar ile ikinci aşamalar, üçüncü aşamalar ile dördüncü aşamalar, birinci ve üçüncü aşamalar ile ikinci ve dördüncü aşamalar arasındaki öğrenci puanları, SPSS.24 programı kullanılarak analiz edilmiş ve hesaplanan Pearson korelasyonları (r), Cohen'in (1988, Pallant, 2011'de belirtildiği gibi, s.134) önerdiği kılavuza göre yorumlanmıştır:

$r = 0,10$ ila $r = 0,29$ Küçük

$r = 0,30$ ila $r = 0,49$ Orta

$r = 0,50$ ila $r = 1,0$ Büyük

Üçüncü olarak, test puanları normal dağılım gösterdiğinden, yapı geçerliğine kanıt olması için açımlayıcı faktör analizi yapılmış ve 4. bölümde detaylı bir şekilde verilmiştir. Faktör analizi, test maddeleri arasındaki korelasyonlara dayanan istatistiksel bir tekniktir. Testlerin oluşturulması ve doğrulanması sürecinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Faktör analizinde, tüm maddelerin arasındaki korelasyonlar, aynı fikri ölçen maddelerin gruplarını (faktörler olarak adlandırılır) seçmek için analiz edilir. Faktör analizini gerçekleştirmek için SPSS.24 programı kullanılmıştır. Bununla birlikte, faktör analizi yapılmadan önce Pallant (2011) tarafından önerilen yerine getirilmesi gereken şartlar karşılanmıştır: İdeal örneklem büyüklüğü (>150), değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusallığı, aykırı değerlerin kontrolü ve korelasyon matrisinin faktörlenebilirliği. Faktör analizi için, korelasyon matrisinin $r=0,30$ veya daha fazla korelasyona sahip olması gerekir. Barlett'in küresellik testi, korelasyon matrisinin bir kimlik matrisi olup olmadığını test eder, belirtilen alfa düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmalıdır ($p < 0,05$). Örneklem yeterliliğinin bir ölçütü olan Kaiser-Meyer-

Oklin (KMO) değeri, korelasyon matrisinin faktör edilebilirliğini destekleyen 0,60 değerini aşmalıdır. Faktörlenebilirlik için 0,50 veya daha yüksek bir KMO değeri de kabul edilebilir. Faktör desenini ortaya koymak amacıyla faktörleştirme yöntemi olarak temel bileşenler analizi, döndürme yöntemi olarak da dik döndürme yöntemlerinden maksimum değişkenlik (varimax) seçilmiştir. Ortaya çıkan faktörler, açıklanan toplam varyans tablosu ve yamaç birikinti grafiği de incelenerek, toplam varyansa yaptıkları katkının önemi çerçevesinde değerlendirilmiştir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012; Kutluay, 2005).

Son olarak, kapsama ilişkin kanıtlar elde etmek için testteki yanlış pozitiflerin, yanlış negatiflerin ve bilgi eksikliklerinin oranları hesaplanmıştır. Geçerliğe iyi bir kanıt elde etmek için bir ölçme aracındaki yanlış negatiflerin, yanlış pozitiflerin ve bilgi eksikliklerinin oranları %10'dan az olmalıdır. Ağırlıklı olarak geçerlik, testin gerçekte amaçladığını ölçüp ölçmediği ile ilgilendiği için, bilgi eksikliğinin oranları da tahmin edilmeli ve yanlış pozitiflere ve yanlış negatiflere ek olarak öğrencilerin puanlarından ayrıştırılmalıdır (Hestenes & Halloun, 1995). Teste ait analizler araştırmanın birinci problemi çerçevesinde bulgular kısmında sunulacaktır.

3.3.2.2. Güvenirlik Analizi

Güvenirlik, test puanlarının tutarlılığına ve ölçümlerin hatadan kaçınma derecesine işaret eder. Araçların seçiminde veya değerlendirilmesinde amaç, hatanın mümkün olduğunca kontrol edildiğine dair kanıt aramaktır. Farklı güvenilirlik tahmin türleri vardır, ancak bu çalışmada, test puanlarının iç tutarlılığı, Cronbach Alpha katsayısını hesaplayarak tahmin edilmiştir. Bu katsayı madde homojenliğinin ve madde kalitesinin bir göstergesidir (Crocker & Algina, 1986).

Fraenkel ve Wallen (2006)'e göre, güvenilirlik katsayılarını değerlendirmek için bazı ölçütler vardır: Birçok başarı testi için güvenilirlik katsayıları genellikle 0,90 veya daha üstüdür; Birçok sınıf başarı testi için ise güvenilirlik katsayıları 0,70 veya üzeridir. Araştırma amaçları için temel kural, güvenirliliğin 0,70 veya daha yüksek olmasıdır. Bununla birlikte, alternatif kavram testlerinde, başarı testlerinden farklı olarak güvenilirlik katsayıları daha düşük çıkmaktadır ve 0,60 ve üzeri güvenilirlik katsayısı genellikle iyi kabul edilebilmektedir (Eryılmaz, 2010). Çalışmada güvenilirlik katsayısını hesaplamak için SPSS.24 programı kullanılmıştır. Bu çalışmada geliştirilen test hem alternatif kavramları belirlemek hem de

öğrencilerin bilimsel bilgi düzeylerini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu nedenle, test puanları için iki farklı güvenilirlik hesaplaması yapılmıştır: bilimsel bilginin (doğru puanlarının) güvenilirliği ve alternatif kavramların (alternatif kavram puanlarının) güvenilirliği.

3.3.2.3. Madde Analizi

Crocker ve Algina (1986)'ya göre test oluşturmada genel amaç, amaçlanan kullanımlar için gerekli derecede güvenilirlik ve geçerlik puanı verecek minimum uzunluk testi elde etmektir. Yeni bir test oluştururken ya da mevcut testi kısaltırken, final madde kümesi genellikle madde analizi denilen bir süreçle tanımlanır. Bu çalışmada SPSS.24 programını kullanarak madde analizi yapılmıştır. Madde analizi için ilk olarak *betimsel istatistikler* yapılmıştır. Bunun için: merkezi eğilim, dağılım şekli ve değişkenliğin ölçümü belirlenmiştir. Dağılım şekli için histogramlar çizilmiş ve çarpıklık ve basıklık değerleri elde edilmiştir. Bu ölçümler puan dağılımlarının normal olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Merkezi eğilim, ortalama, medyan ve mod aracılığıyla belirlenmiştir. Puanların ne kadar yaygın olduğunun belirlenmesi için standart sapma hesaplanmıştır. Araştırmanın test bölümündeki en önemli tanımlayıcı istatistik, frekans dağılımlarıdır. Her bir alternatif kavrama sahip olan öğrenci sayısı, frekanslar ve yüzdelerle hesaplanmış ve tablolarla gösterilmiştir.

Madde analizinde ikinci olarak *madde zorlukları* belirlenmiştir. Madde zorluğu (p) temelde bir maddeye doğru cevap veren katılımcıların oranını ifade etmektedir. Hemen hemen tüm test puanı parametreleri madde zorluğundan etkilenir (Crocker & Algina, 1986). Zorluk indeksi denilen bir indeks ile ölçülür ve bu indeks, maddenin ne kadar zor olduğunu gösterir (Haladayna, 1997). Normla ilgili puanın yorumlaması için, madde zorlukları tipik olarak 0,60 ile 0,80 arasında değişmektedir. Toplam test puanı varyansı, madde zorluğu 0,50 olduğunda maksimize edilir. Ancak, ölçüt referanslı test geliştiricileri için, yaygın bir amacı ölçen her bir madde kümesi için ortalama veya orta dereceli zorluk seviyesini belirlemek daha mantıklıdır. Bununla birlikte, aynı amaca dayalı olarak diğerlerine göre çok kolay veya zor olan tek bir madde, teknik kusurlar, kasıtsız ipuçları, yanlış anahtarlama veya konu içeriğinden bağımsız olarak zorluğu etkileyebilecek belirsizlikler için incelenmelidir (Crocker & Algina, 1986).

Son olarak, madde analizi için maddelerin ayırt ediciliğine bakılmıştır. Madde ayırt ediciliğinde amaç, yüksek puanlı katılımcıların doğru cevaplama ihtimalinin yüksek olduğu ve düşük puanlı katılımcıların doğru cevap verme olasılığının düşük olduğu maddeleri belirlemektir (Crocker & Algina, 1986). Ayırt edicilik indeksi (D) olarak adlandırılan bir parametre, ayrılmış puanlı maddeler için kullanılabilir. Bir test maddesinin performansının 0 ile 1 arasında puan aldığını gösteren Point Biserial Correlation (ppbis), toplam test puanındaki performansla ilişkilidir ve maddeler için bir diğer ayırt edicilik indeksidir. Madde analiz verilerine dayalı maddelerin seçilmesinin, kriter referanslı testler için norm referanslı testlere göre daha uygun olmayabileceğini belirtmek önemlidir, çünkü ilgilenen alanın temsiliyeti istatistiksel kriterlerde bu tür madde seçimi ile azaltılabilir (Crocker & Algina, 1986). Yine bu bölüme ait analizler bir sonraki bölümde sunulacaktır.

3.3.3. BEDAKT Verilerinin Analizi

Bu çalışmada, BEDAKT'nın cevap anahtarı (bkz. EK 5), BEDAKT'nın alternatif kavram seçenekleri tablosu (bkz. EK 6) ve ham veriler (bkz. EK 7) kullanılarak her bir katılımcının doğru puanları, alternatif kavram puanları, güven puanları, yanlış pozitif (false pozitif) puanları, yanlış negatif (false negatif) puanları, bilgi eksikliği puanları ve alan yazından alınan alternatif kavram VE, VEYA, TOPLAM puanları elde edilmiştir. Ham veriler, satırlarda katılımcılar ve sütunlarda maddeler olacak şekilde Microsoft (MS) Excel programına girilmiş ve veriler analiz için 0 ve 1 haline getirilmiştir. Doğru puanları, alternatif kavram puanları, güven puanları, yanlış pozitif puanları, yanlış negatif puanları, bilgi eksikliği puanları ve alternatif kavram VE, VEYA, TOPLAM puanları için ayrı ayrı Excel dosyaları oluşturulmuştur. Bu sayede doğru puanlar, alternatif kavram puanları ve güven puanları olmak üzere üç ayrı puan türü ortaya çıkmıştır. Doğru puanlar, EK 5'teki cevap anahtarını kullanarak BEDAKT'daki her bir maddeye katılımcıların verdiği doğru cevaplarla hesaplanmıştır. Alternatif kavram puanları, EK 6'da verilen alternatif kavram seçeneklerini kullanarak BEDAKT'daki her bir maddeye katılımcıların verdiği alternatif kavram cevaplarıyla hesaplanmıştır. Güven puanları ise, BEDAKT'daki ikinci ve dördüncü aşamalarda güven derecelendirmelerine dayalı olarak hesaplanmıştır. Ayrıca alternatif kavram puanları için VE, VEYA ve TOPLAM puanları, MS Excel programının AND, OR, SUM işlevlerini kullanarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmanın ölçme aracından elde edilen verilerden elde edilebilecek puan türleri ve açıklamaları aşağıdaki gibidir. Bu

kısımlar hazırlanırken Peşman (2005) ve Kaltakçı (2012)'nın çalışmalarındaki puanlama yöntemleri esas alınmıştır.

3.3.3.1. BEDAKT'daki Doğru Puanlar

Doğru-1: Bu puan, her bir bireyin BEDAKT'daki her maddenin yalnızca ilk aşamasındaki cevaplarını kullanarak elde edilmiştir. Her bir katılımcının, maddelerin birinci aşamaları için doğru cevapları 1 olarak diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin sadece birinci aşamasına verdiği doğru cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin yalnızca birinci aşamasına verdiği doğru yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin birinci aşaması için doğru yanıtların yüzdesini (birinci aşamanın zorluk seviyesi) göstermektedir. Bu puanın nasıl üretildiği şekil 3.2'de görülmektedir. Şekil 3.2'deki veriler araştırmanın orijinal verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Öğrenciler	DOĞRU CEVAPLAR (SADECE İLK AŞAMALAR)									
	MADDE 1	MADDE 2	MADDE 3	MADDE 4	MADDE 5	MADDE 6	MADDE 7	MADDE 8	MADDE 9	Doğru-1
1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	4
2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	6
3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3
4	1	0	0	1	0	0	1	1	0	4
5	1	1	0	0	0	0	1	1	0	4
162	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
163	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
164	1	1	0	1	1	0	1	1	0	6
TOPLAM	176	157	49	136	74	41	160	175	90	
YÜZDE (%)	99	88	27	76	41	23	89	99	51	

Şekil 3.2. BEDAKT'daki sadece ilk aşamalara göre Doğru-1'in gösterimi.

Doğru-2: Bu puan, her bir bireyin BEDAKT'daki her bir maddenin yalnızca üçüncü aşamasına verdikleri doğru cevapları dikkate alınarak elde edilmiştir. Her bir katılımcının, maddelerin üçüncü aşamaları için doğru cevapları 1 olarak, diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin sadece üçüncü aşamasına verdiği doğru cevaplara dayanan toplam puanı

vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin yalnızca üçüncü aşamalarına verdiği doğru yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin yalnızca üçüncü aşamaları için doğru yanıtların yüzdesini (üçüncü aşamanın zorluk seviyesi) göstermektedir.

Doğru-3: Bu puan, BEDAKT'daki her bir maddenin birinci ve üçüncü aşamaları için her bir katılımcının cevaplarını kullanarak elde edilmiştir. Bir katılımcının birinci ve üçüncü aşamalara verdiği cevapların her ikisi de doğru olduğu zaman 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin birinci ve üçüncü aşamalarına verdiği doğru cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin birinci ve üçüncü aşamalarına verdiği doğru yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin birinci ve üçüncü aşamaları için doğru yanıtların yüzdesini (iki aşamalı testin zorluk seviyesi) göstermektedir.

Doğru-4: Bu puan, her bir katılımcının BEDAKT'daki maddelerin tüm dört aşamasına verdikleri yanıtlar kullanılarak elde edilmiştir. Maddelerin birinci ve üçüncü aşamasında doğru cevap belirten ve her maddenin ikinci ve dördüncü aşamasına cevabı *Eminim* olan her bir katılımcının seçimi 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin tüm dört aşamalarına verdiği doğru cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin tüm dört aşamalarına verdiği doğru yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin tüm dört aşamaları için doğru yanıtların yüzdesini (dört aşamalı testin zorluk seviyesi) göstermektedir.

3.3.3.2. BEDAKT'daki Alternatif Kavram Puanları

Alternatif-1: Bu puan, EK 6'daki alternatif kavram seçimleri için katılımcıların BEDAKT'daki ilk aşamalara verdiği alternatif kavramlı yanıtlara göre elde edilmiştir. Testin her maddesinin birinci aşamasında alternatif kavram belirten bir seçeneği işaretleyen katılımcının seçimi 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu

toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin sadece birinci aşamasına verdiği alternatif kavramlı cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin yalnızca birinci aşamasına verdiği alternatif kavramlı yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin birinci aşaması için alternatif kavramlı yanıtların yüzdesini (birinci aşamanın zorluk seviyesi) göstermektedir.

Alternatif-2: Bu puan, EK 6'daki alternatif kavram seçimleri için katılımcıların BEDAKT'daki üçüncü aşamalara verdiği alternatif kavramlı yanıtlara göre elde edilmiştir. Testin her maddesinin üçüncü aşamasında alternatif kavram belirten bir seçeneği işaretleyen katılımcının seçimi 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin sadece üçüncü aşamasına verdiği alternatif kavramlı cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin yalnızca üçüncü aşamalarına verdiği alternatif kavramlı yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin yalnızca üçüncü aşamaları için alternatif kavramlı yanıtların yüzdesini (üçüncü aşamanın zorluk seviyesi) göstermektedir.

Alternatif-3: Bu puan, EK 6'daki alternatif kavram seçimleri için katılımcıların BEDAKT'daki her bir maddenin ilk ve üçüncü aşamalarına verdiği alternatif kavramlı yanıtlara göre elde edilmiştir. Her maddedeki birinci ve üçüncü aşamada alternatif kavram belirten bir katılımcının seçimi 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel'de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin birinci ve üçüncü aşamalarına verdiği alternatif kavramlı cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin birinci ve üçüncü aşamalarına verdiği alternatif kavramlı yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin birinci ve üçüncü aşamaları için alternatif kavramlı yanıtların yüzdesini (iki aşamalı testin zorluk seviyesi) göstermektedir.

Alternatif-4: Bu puan, EK 6'daki alternatif kavram seçimleri için katılımcıların BEDAKT'daki tüm dört aşamalara verdikleri alternatif kavramlı yanıtlara göre elde edilmiştir. Maddelerin birinci ve üçüncü aşamasında alternatif kavram belirten ve her maddenin ikinci ve dördüncü aşamasına cevabı *Eminim* olan her bir katılımcının seçimi 1

olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Excel’de her bir sütunu toplamak, katılımcıların 9 sorudan oluşan testin her bir maddesinin tüm dört aşamalarına verdiği alternatif kavramlı cevaplara dayanan toplam puanı vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 9 maddenin tüm dört aşamalarına verdiği alternatif kavramlı yanıtların toplamından aldığı puanı göstermektedir. Her bir maddeye ait sütundaki toplam puanı toplam öğrenci sayısına bölmek, her bir maddenin tüm dört aşamaları için alternatif kavramlı yanıtların yüzdesini (dört aşamalı testin zorluk seviyesi) göstermektedir.

3.3.3.3 BEDAKT’deki VE, VEYA ve TOPLAM Puanları

Bu çalışmada VE, VEYA, TOPLAM fonksiyonları diye adlandırılan ve alan yazında yaygın kullanılan (Kaltakçı, 2012) bir kodlama kullanılmıştır. VE, VEYA ve TOPLAM puanları, katılımcıların alternatif kavram puanları için yalnızca birinci aşamalar, birinci ve üçüncü aşamalar ve tüm dört aşamaların ayrı ayrı değerlendirilebilmesi için hesaplanmıştır. Bu puanlar hesaplanırken test maddeleri, araştırmada seçilen 7 alternatif kavrama göre gruplandırılarak değerlendirilmiştir. Tablo 3.5 bu hesaplanan puanları ve basitleştirmek için kullanılan kısaltmaları göstermektedir.

Tablo 3.5

Alternatif Kavram Puanları için VE, VEYA ve TOPLAM Puanlarının Hesaplanması

		VE	VEYA	TOPLAM
Alternatif İlk Aşama Alternatif Puanları		VE-A1	VEYA-A1	TOPLAM-A1
Kavram İlk ve Üçüncü Aşama Alternatif Puanları		VE-A2	VEYA-A2	TOPLAM-A2
Puanları Tüm Dört Aşamalar Alternatif Puanları		VE-A3	VEYA-A3	TOPLAM-A3

VE, VEYA ve TOPLAM puanlarının genel tanımları aşağıdaki gibidir:

VE Puanı: Bu puan, her bir bireyin BEDAKT maddelerine verdikleri alternatif kavram belirten seçimleri kullanılarak elde edilmiştir. Katılımcılar, 7 alternatif kavrama göre gruplandırılmış maddelerin hepsinde önceden tanımlanmış alternatif kavram seçeneklerini seçmişlerse 1 olarak diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır. Örneğin, Şekil 3.3’de gösterildiği gibi “Tek Kutuplu Model” alternatif kavramı BEDAKT’te iki madde (Madde 1 ve Madde 5) ile değerlendirilmiştir. VE puanına göre katılımcının bu iki maddenin her ikisinde de alternatif kavramı temsil eden seçenekleri seçmesi, “Tek Kutuplu Model” alternatif kavramına sahip olduğunun kanıtı olarak kabul edilmiştir. Excel’de 7 alternatif kavramın her birine yönelik sütunları toplamak, katılımcıların her bir alternatif kavrama karşılık gelen VE

puanlarına dayanan toplam puanlarını vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 7 alternatif kavrama sahip olma durumunu gösteren VE puanlarını temsil etmektedir. Üç ayrı VE puanı hesaplanmıştır. Bunlar BEDAKT’ın sadece birinci aşamaları için VE-A1, birinci ve üçüncü aşamaları için VE-A2, tüm dört aşamaları için VE-A3 puanlarıdır. Bu puanlardan biri olan VE-A1 puanının nasıl üretildiği Şekil 3.3’de görülmektedir. Şekil 3.3’deki veriler araştırmanın orijinal verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

	A1		A2	A3				A4	A5			A6			A7
Öğr	1.1	5.1	5.1	2.1	4.1	7.1	8.1	4.1	4.1	3.1	6.1	3.1	6.1	9.1	9.1
1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
162	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
163	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
164	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

A1: Tek Kutuplu Model; A2: Çarpışan Akımlar Modeli; A3: İlk Kural; A4: Azalan Akım Modeli; A5: Paylaşılan Akım Modeli; A6: Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli; A7: Sıralı Muhakeme Modeli.

Sadece İlk Alternatif Kavram VE Puanları (VE-A1)								
Öğrenci	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Toplam
1	0	1	0	1	0	1	1	4
2	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	1	0	0	0	0	1	2
162	0	1	0	0	0	0	0	1
163	0	1	0	0	0	0	0	1
164	0	1	0	0	0	1	1	3
TOPLAM	1	108	0	15	2	6	80	
%	0,5	60	0	8	1	3	44	
Sadece İlk Alternatif Kavram VEYA Puanları (VEYA-A1)								
Öğrenci	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Toplam
1	1	1	1	1	1	1	1	7
2	1	1	0	0	1	1	0	4
3	1	1	0	0	1	1	1	5
162	1	1	0	0	1	1	0	4
163	1	1	0	0	1	1	0	4
164	1	1	0	0	1	1	1	5
TOPLAM	109	108	42	15	110	6	80	
%	61	60	23	8	61	3	44	
Sadece İlk Alternatif Kavram TOPLAM Puanları (TOPLAM-A1)								
Öğrenci	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Toplam
1	0,5	1	0,25	1	0,66	1	1	4,41
2	0,5	1	0	0	0,66	0,66	0	2,16
3	0,5	1	0	0	0,66	0,66	1	3,49
162	0,5	1	0	0	0,66	0,66	0	0,66
163	0,5	1	0	0	0,66	0,66	0	0,66
164	0,5	1	0	0	0,66	1	1	1,66
TOPLAM	55	108	14	15	53,48	75,63	80	
%	31	60	7	8	30	3	44	

Şekil 3.3. VE-A1, VEYA-A1 ve TOPLAM-A1 puanlarının nasıl üretildiğinin bir örneği.

VEYA Puanı: Bu puan, her bir bireyin BEDAKT maddelerine verdikleri alternatif kavram belirten seçimleri kullanılarak elde edilmiştir. Katılımcılar, 7 alternatif kavrama göre gruplandırılmış maddelerin *en azından birinde* önceden tanımlanmış alternatif kavram seçeneklerini seçmişlerse 1 olarak diğerleri ise 0 olarak kodlanmıştır. “Tek Kutuplu Model” örneğinden yola çıkarak VEYA puanına göre, katılımcının bu iki maddenin (Madde 1 ve 5) sadece bir tanesinde bile alternatif kavramlı seçenekleri seçmesi, “Tek Kutuplu Model” alternatif kavramına sahip olduğunun kanıtı olarak kabul edilmiştir. Excel’de 7 alternatif kavramın her birine yönelik sütunları toplamak, katılımcıların her bir alternatif kavrama karşılık gelen VEYA puanlarına dayanan toplam puanlarını vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 7 alternatif kavrama göre durumunu gösteren VEYA puanlarının durumunu göstermektedir. Üç ayrı VEYA puanı hesaplanmıştır. Bunlar BEDAKT’in sadece birinci aşamaları için VEYA-A1, birinci ve üçüncü aşamaları için VEYA-A2, tüm dört aşamaları için VEYA-A3 puanlarıdır. Bu puanlardan biri olan VEYA-A1 puanının nasıl üretildiği Şekil 3.3’de görülmektedir.

TOPLAM Puanı: Bu puan, her bir bireyin BEDAKT maddelerine verdikleri alternatif kavram belirten seçimlerinin ortalaması kullanılarak elde edilmiştir. Katılımcıların 7 alternatif kavrama göre gruplandırılmış maddelerde önceden tanımlanmış alternatif kavram seçimlerinin ortalaması alınarak hedef alternatif kavrama dair puanı hesaplanmıştır. Örneğin, katılımcı testin “Tek Kutuplu Model”i ölçen iki maddenin (Madde 1 ve 5) her ikisinde de alternatif kavramı temsil eden cevap seçeneğini seçmişse 1 olarak, yalnızca birinde seçmişse 0,5 olarak, eğer ikisinde de seçmemişse 0 olarak kodlanmıştır. Böyle bir hesaplama ile 7 alternatif kavram arasında bir eşitleme sağlanmaya çalışılmıştır. Bütün alternatif kavramlar eşit sayıda maddeyle değerlendirilmediğinden, TOPLAM puanı araştırmada ölçülen alternatif kavramlar arasında bir denklik oluşturmuştur. Örneğin, BEDAKT’te A1 alternatif kavramı 2 madde ile değerlendirilirken, A3 alternatif kavramı 4 maddeyle değerlendirilmiştir. Görüldüğü gibi bu iki alternatif kavram eşi sayıda soru ile ölçülmemiştir. TOPLAM puanına göre bir öğrenci A1 alternatif kavramı için 2 madde de yanlış cevap vermişse ‘1’ puan, A3 alternatif kavramı için 4 madde de yanlış cevap vermişse ‘1’ puan almıştır. Excel’de 7 alternatif kavramın her birine yönelik sütunları toplamak, katılımcıların her bir alternatif kavrama karşılık gelen TOPLAM puanlarına karşılık gelen puanları vermektedir, satırları toplamak ise her bir katılımcının testteki 7 alternatif kavrama göre durumunu gösteren TOPLAM puanlarını göstermektedir. Üç ayrı TOPLAM puanı

hesaplanmıştır. Bunlar BEDAKT’ın sadece birinci aşamaları için TOPLAM-A1, birinci ve üçüncü aşamaları için TOPLAM-A2, tüm dört aşamaları için TOPLAM-A3 puanlarıdır. Bu puanlardan biri olan TOPLAM-A1 puanının nasıl üretildiği Şekil 3.3’de görülmektedir.

3.3.3.4. Güven Puanları

Güven-1: Bu puan, her bir katılımcının yalnızca ikinci aşamaya verdiği yanıtlardan elde edilmiştir. Yanıt olarak *Eminimi* seçen öğrenciler için 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Sütunları toplamak, öğrencilerin ilk güven puanlarını vermiştir.

Güven-2: Bu puan, her bir katılımcının yalnızca dördüncü aşamaya verdiği yanıtı elde edilmiştir. Yanıt olarak *Eminimi* seçen öğrenciler için 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Sütunları toplamak, öğrencilerin "ikinci güven puanlarını" vermiştir.

Güven-3: Bu puan, her bir katılımcının ikinci ve dördüncü aşamalara verdiği yanıtlar kullanılarak elde edilmiştir. Hem ikinci hem de dördüncü aşamalar için yanıt olarak *Eminimi* seçen öğrenciler için 1 olarak, aksi halde 0 olarak kodlanmıştır. Sütunları toplamak, öğrencilerin güven puanlarını vermiştir.

3.3.4. BEDAKT Verilerinin Madde Analizi

BEDAKT’taki verilerin istatistiksel analizi için Microsoft (MS) Excel ve SPSS.24 programı kullanılmıştır. Öncelikle, veriler aykırı değerler ve etkili veri noktaları için taranmıştır. Ayrıca, kayıp verilerin analizi ile daha ileri analiz için verilerin hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, test puanlarının geçerlik ve güvenirlik analizi ile devam edilmiştir. Son olarak, test puanları için madde analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.6, bu çalışmadaki BEDAKT puanlarının hesaplamalarını, hesaplamaların amacı ile birlikte özetlemektedir. Testin tüm aşamaları için nelerin hesaplanıp, nelerin hesaplanmadığı tabloda verilmektedir.

Tablo 3.6

BEDAKT için Araştırma Sorularının Adres Gösterdiği Hesaplamalar

Dört Aşamalı Testin Hesaplamaları	Sadece 1. Aşama	1. ve 3. Aşamalar	Tüm Dört Aşamalar	Hesaplamanın Amacı
Yanlış Pozitif ve Yanlış Negatif Oranları	X	X	√	Geçerlik
Bilgi Eksikliği Oranları	X	X	√	Geçerlik
Güven ile Korelasyon	X	X	√	Geçerlik
Alternatif Kavram Puanlarının Faktör Analizleri	X	X	√	Geçerlik
Ayırıcılık İndeksi	√	√	√	Geçerlik
Zorluk İndeksi	√	√	√	Güvenirlilik
Cronbach Alfa Güvenirliliği	X	X	√	Güvenirlilik
Doğru Cevapların Yüzdeleri	X	X	√	Tanımlama
Alternatif Kavramların Yüzdeleri	X	X	√	Tanımlama

Not: √ hesaplanabilir istatistikleri temsil eder; X hesaplanmayan veya hesaplanamayan istatistikleri temsil eder

3.4. Araştırma Sürecinde Yapılan Öğretim Uygulamaları

Araştırmanın hazırlık (uygulama öncesi) ve uygulama süreçlerinde yapılan çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

3.4.1. Hazırlık Süreci

Araştırmada deneysel işlemlerin ve test uygulamalarının yapılmasından dolayı araştırmaya başlamadan önce Eğitim Bilimleri Enstitüsü aracılığı ile Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. İzin belgesi EK 11'de sunulmuştur. İzin süreci öncesinde araştırmada kullanılacak veri toplama aracı ve uygulanacak öğretim planları hazır hale getirilmiştir. Ölçme aracının özellikleriyle alakalı bilgi ilgili başlıklarda verilmiştir.

Uygulamaya başlamadan önce öğretim uygulamalarının gerçekleştirileceği BİLSEM'de yöneticiler, öğretmenler ve velilerle görüşmeler yapılmıştır. Uygulama yaz ayında yapıldığından dolayı öncelikle gönüllü katılımı sağlamak için okul idaresinin izniyle duyuru yapılmıştır ve 7. sınıf düzeyindeki tüm okul öğrencilerinin velileriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Olumlu dönüt veren öğrenciler (27 öğrenci) ön-test puanlarına göre eşleştirilmiş dört gruba (iki pilot-iki ana grup) ayrılmıştır.

Araştırmada iki farklı kavramsal değişim yaklaşımına dayalı geliştirilen öğretimler uygulanmıştır: Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi (OKDE) ve Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi (BBKE). Bu bölümde tasarlanan öğretimler, Chi ve takipçileri (Chi, 1992, 2005,

2008; Chi vd., 1994; Chi & Hausmann, 2003; Chi & Roscoe, 2002; Chi & Slotta, 1993; Chi vd., 2012; Lee & Law, 2001; Slotta vd., 1995) ile diSessa ve takipçileri (diSessa, 1988, 1993, 2002, 2004, 2008; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Hammer & Elby, 2003; Levirini & diSessa, 2008; Özdemir & Clark, 2007, 2009; Özdemir, 2006; Özdemir, 2013; Parnafes, 2005; Wittman, 2002) tarafından tanımlanan ilkelere göre tasarlanmıştır. Çalışmada gruplarda yapılan öğretim uygulamalarının birer örneği, ders planı formatında EK 9 ve EK 10'da verilmiştir. Her bir grup için öğretim uygulamalarının önce pilot çalışmalar yapılmıştır. Pilot çalışmaların ardından belirlenen eksiklikler giderilmiş ve uygulamada karşılaşılabilecek muhtemel sorunlar için önlemler alınarak ders planlarına son halleri verilmiştir. Ancak, etkinliklere son hali verilirken bu alanda tam olarak bu konularda alan uzmanlarına ulaşılamamıştır. Bu durum bulgular, sonuçlar ve öneriler rapor edilirken dikkate alınmıştır. Pilot ve gerçek uygulamalar toplam 4 hafta sürmüştür. Pilot çalışmanın ardından gerçek uygulamaya geçilmiştir.

3.4.2. Pilot Çalışmayla İlgili Detaylı Bilgi

Seçilen kavramsal değişim yaklaşımlarına dayalı olarak hazırlanan öğretimin etkinliklerinin ve öğretimde kullanılacak tüm materyallerin esas uygulamasından önce pilot uygulaması yapılmıştır. Pilot uygulama, Ankara ilinde bulunan bir BİLSEM'de (BİLSEM I) öğrenimlerine devam eden 7. sınıfı tamamlamış 9 özel yetenekli öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama 2015-2016 eğitim-öğretim yılı yaz döneminde öğrencilerin gönüllü katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılacak dokuz öğrencinin 5'i OKDE yaklaşımına dayalı öğretim için, 4'ü ise BBKE yaklaşımına dayalı öğretim için seçilmiştir. İki farklı yaklaşıma göre geliştirilen öğretim materyalleri doktorasını tamamlamış bir fizik öğretmenince gerçekleştirilmiştir. Ancak, öğretimi yapılacak iki kavramsal değişim yaklaşımının hedefleriyle ilgili yeterli deneyimi olmadığı için öğretmenin pilot çalışmada yetiştirilmesi sağlanmıştır. Bu yüzden araştırmacı pilot çalışmada hem gözlemci hem de uygulayıcı rolünde olmuştur. Ana çalışmada ise araştırmacı sadece gözlemci konumunda olmuştur.

Uzman görüşünden sonra son hali verilen farklı yaklaşımlar kullanılarak geliştirilen öğretim materyallerin pilot uygulaması her iki grupta üç günde tamamlanmıştır. İlk olarak OKDE yaklaşımına dayalı pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın sonuçlarına göre

içerikte kullanılan bazı etkinlikler yeniden revize edilmiştir. İlk uygulamadan bir hafta sonra diğer gruba BBKE yaklaşımına dayalı pilot öğretim gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın sonuçlarına göre buradaki etkinlikler de yeniden revize edilmiştir. Pilot uygulamalardan sonra BEDAKT bu gruptaki öğrencilere son-test olarak tekrar uygulanmıştır. Pilot çalışma ve ana çalışma esnasında çekilmiş fotoğraflardan bazı örnekler EK 12’de verilmiştir.

3.4.3. OKDE Yaklaşımına Dayalı Öğretim Yapılan Grupta Yürütülen Uygulama Süreci

OKDE yaklaşımına dayalı öğretim uygulamaları geliştirilirken Chi ve arkadaşlarının çalışmalarını ve Lee ve Law (2001)’ın Chi ve arkadaşlarının yaklaşımlarını esas alarak geliştirdiği materyallerden yararlanılmıştır. Chi ve arkadaşları ilk çalışmalarında (Chi, 1992, Chi vd., 1994; Chi & Slotta, 1993; Slotta vd., 1995) ontolojik kategori değişimini ayrıntılı olarak anlatmıştır. Sonraki çalışmalarında ise kavramsal değişimin nasıl olacağı ile ilgili ontoloji eğitimini açıklayan teorik çalışmalara veya ampirik bulgulara yer vermiştir (Chi & Roscoe, 2002; Chi, 2008; Chi vd., 2012). Bu çalışmadaki öğretim uygulamaları geliştirilirken yukarıda bahsedilen çalışmalar esas alınarak öncelikle teorik bir yol haritası çıkarılmış, daha sonra da bu yol haritasına dayalı öğretim planı hazırlanmıştır. Şekil 3.4’te bu öğretim uygulamalarının akışının bir örneği görülmektedir. “Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi (OKDE)” olarak isimlendirme araştırmacı ve alan uzmanları tarafından alan yazından esinlenerek yapılmıştır. OKDE metodu, dört aşamadan oluşmaktadır: farkına vardırma aşaması, kategori oluşturma aşaması, uygun sınırlamaya yönlendirme aşaması ve kategorize etme aşaması. Bu aşamalar ve alt aşamaları Tablo 3.7’de özetlenmiştir.

Tablo 3.7

Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi’nin (OKDE) Aşamaları

ONTOLOJİK KATEGORİ DEĞİŞTİRME EĞİTİMİ (OKDE)
1. Aşama: Farkına Vardırma Aşaması
Alt Aşama 1: Alternatif kavramın aktivasyonu ve fark etme
2. Aşama: Kategori Oluşturma Aşaması
Alt Aşama 1: Teorik bilginin sunulması
Alt Aşama 2: Yanal kategoriye inşa etme
3. Aşama: Uygun Sınırlamaya Yönlendirme Aşaması
Alt Aşama 1: Sınırlama
4. Aşama: Kategorize Etme Aşaması
Alt aşama 1: Sonuç ve toparlama
Alt Aşama 2: Kategorize etme ve genişletme

İlk aşama, *farkına vardırma aşamasıdır*. Bu aşamada, alternatif kavramın aktivasyonu ile hatalı inançlarını fark ettirmek amaçlanmaktadır. BBKE yönteminin aksine bu yöntemde öğrenciler, öncelikle alternatif kavramlarının farkında olmalıdır. Bunun için öğretim, öğrencilerin alternatif kavramlarını ortaya çıkaracak günlük yaşamdan bir olay ile başlar. Yapılan gösteri esnasında sorulan sorunun amacı, öğrencilerin soruya verdikleri cevabın aslında öyle olmadığını ortaya koymak ve sahip oldukları ön bilgilerin gösteride sorulan soruya verilen bilimsel cevap ile çeliştiğini göstermektir. Bu aşamada öğrenciler, mevcut kavramsal mekanizmalarının çalışmadığının farkına varırlar. Onlar düşüncelerinin çok işe yaramadığını, çok da mantıklı olmadığını ve verimli bir fikir olmadığını görürler. Gelecekleri nokta: “Ben bu kavramla ilgili yanlış düşünüyormuşum” olmalıdır.

İkinci aşama, *kategori oluşturma aşamasıdır*. Bu aşamanın amacı, teorik bilginin sunulması ile yanal kategoriyi inşa etmektir. Öğrenciler kavramı zihinlerinde ontolojik olarak ayrı bir yere koyuyor olabilir veya anlatılan kavramı yerleştirebileceği bir kategoriye hiç sahip olmayabilir. Bu yüzden öncelikle öğrencilerin zihinlerinde yeni bir ontolojik alan açılmalıdır. Bu alan hedef kavramla değil de tamamen günlük hayattan örnekler kullanılarak ve kavramlar hakkında teorik bilgi sunularak açılabilir. Öğrenciler başarılı olarak böyle yanal bir kategoriyi inşa edebilirse, kategori içinde yeni öğretimi asimile etmeye başlayabilirler. Teorinin üçüncü aşaması, *uygun sınırlamaya yönlendirme aşamasıdır*. Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için öğrenciler, bu aşamada doğru sınırlandırmaya yönlendirilmelidir. Bunu sağlamak için, akıma karşı gerilime odaklanacak çalışmalar yaptırılır.

Öğretimde son aşama, *kategorize etme aşamasıdır*. Bu aşamada sonuç ve toparlama ile kategorize etme ve genişletme evreleri bulunur. Bu aşamada, genel bir değerlendirmenin ardından, hedef kavramların Sınırlamaya Dayalı Etkileşimler yanal kategorisi altında kategorize edilip edilmediği kontrol edilir. Alternatif kavramlar, yanlış ontolojik kategoriye atanan kavramlardır. Kavramsal değişim, yanlış ontolojik kategoride bulunan kavramın doğru kategoriye kaydırılması işlemidir. Kategorizasyon (kategorize etme), önemli bir öğrenme mekanizmasıdır. Öğrenciler bu öğretimle hedef kavramı yerleştirdikleri yanlış ontolojik kategoriden, doğru ontolojik kategoriye kaydırırlar. Bu yaklaşımı temel alarak geliştirilen etkinlikler ile öğretim uygulaması için ayrıntılı şablon EK 9’da sunulmaktadır.

3.4.4. BBKE Yaklaşımına Dayalı Öğretim Yapılan Grupta Yürütülen Uygulama Süreci

BBKE'ye dayalı öğretim etkinlikleri geliştirilirken, diSessa ve takipçileri tarafından yapılmış çalışmalar (diSessa, 1988, 1993, 2002, 2004, 2008; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Hammer & Elby, 2003; Levirini & diSessa, 2008; Özdemir & Clark, 2007, 2009; Özdemir, 2006; Özdemir, 2013; Parnafes, 2005; Wittman, 2002; Yaman, 2013) temel alınmıştır. Öğretim etkinlikleri planlanırken bir önceki yaklaşımda olduğu gibi yine öncelikle teorik bir yol haritası çıkarılmış, daha sonra da bu yol haritasına dayalı öğretim planı hazırlanmıştır. Şekil 3.5'te bu öğretim uygulamalarının akışının bir örneği görülmektedir. “Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi (BBKE)” şeklindeki isimlendirme araştırmacı ve alan uzmanları tarafından alan yazından esinlenerek yapılmıştır. BBKE, dört aşamadan oluşmaktadır: kavramın anlaşılma aşaması, ilişkilerin kurulma aşaması, farklı bağlamlar aşaması ve transfer aşaması. Bu aşamalar ve alt aşamaları Tablo 3.8'de özetlenmiştir.

İlk aşama, *kavramın anlaşılma aşamasıdır*. Bu aşama üç adımda gerçekleşir: üretken p-primleri aktive etme (günlük düşünce yapısının farkındalığının geliştirilmesi), kavramları okuyabilme. Üretken p-primlerinin kullanılabilmesi için öğrencilerin ön bilgileri üzerine kavramları yeniden inşa etmekle öğretim başlar. Bu aşamanın esas amacı, öğrencilerin üretken kaynaklarıyla bağlantı kurmak ve derse dikkati arttırmaktır. Öğrenciler veya insanların günlük yaşamdan olguları daha kolay anlamaları nedeniyle günlük yaşamla bağlantılı sorular sormak, öğrenecekleriyle ilgili onlara bilişsel bir köprü kurma fırsatını verir (Hammer & Elby, 2003).

Tablo 3.8

Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi'nin (BBKE) Aşamaları

BİLİŞSEL BAĞLANTI KURMA EĞİTİMİ (BBKE)
1. Aşama: Kavramın Anlaşılma Aşaması
Alt Aşama 1: Üretken P-Primlerin Aktivasyonu ve Birleştirme
Alt Aşama 2: Kavramları Okuyabilme
2. Aşama: İlişkilerin Kurulma Aşaması
Alt Aşama 1: Nedensel ağ kurma
3. Aşama: Farklı Bağlamlar Aşaması
Alt Aşama 1: Görme
4. Aşama: Sonuç ve Toparlama Aşaması
Alt Aşama 1: Yer Değiştirme ve Yeniden Organize Etme

İkinci aşama, *ilişkilerin kurulma aşamasıdır*. Bu aşamada, nedensel ağ kurma çalışmaları yapılır. Bu aşamanın amacı, ilk aşamada anlaşılması sağlanan temel kavramlar arasında öğrencilerin doğru ilişkileri kurmalarını sağlamaktır.

Teorinin üçüncü aşaması, *farklı bağlamlar aşamasıdır*. Bu aşamanın amacı, görme aşamasıdır. Kavramı aktif olarak kullanabilmek için yeterli kavramsal kaynaklara sahip olunmasını sağlamak amacıyla bu aşamada, kavram hakkında doğru kavram yansımaları çoğaltılmaya çalışılır. Sonrasında ise, farklı koşullar karşısında her zaman aynı bilgiyi belirleyebilmeleri için öğrencilerin karşısına farklı bağlamlar çıkarılarak, öğrencinin alışkın olduğu bağlamlarda kullandığı ve işe yarayan kaynaklarını başka bağlamlarda kullanmaları esas alınır. Bu aşama hedef konuda zorlu alternatif kavramların iyileşme ihtimalinin yüksek olduğu aşamadır. Görme aşamasında, öğrencinin farklı koşullar karşısında her zaman aynı bilgiyi belirleyebilmesi hedeflenir. Bu uygulamanın diğerlerinden farkı öğrencinin alışkın olduğu bağlamlarda kullandığı ve işe yarayan kaynakları başka bağlamlarda da kullanıp kullanamayacağını göstermesi açısından önemlidir.

Bu yaklaşımda son aşama, *sonuç ve toparlama aşamasıdır*. Bu aşamanın alt aşaması: *yer değiştirme ve yeniden organize etme* aşamasıdır. Bu aşamada genel bir değerlendirmenin ardından, bireylerin bir bağlamda edindiği bilgi ve becerileri diğer bağlamlarda kullanıp kullanamadıkları belirlenir. Öğrenciler farklı bağlamlar karşısında kavramları tanır, her durumda aynı bilgiyi belirler ve ilişkilerini doğru şekilde kurar. Kavramsal kaynaklarını kullanarak öğrenci kavramı her durumda kullanabilecek hale gelir. Bu aşama, diğer üç aşamayı kapsayan bir evredir. Yer değiştirme, her aşamada gerçekleşebileceği için kontrol edilerek ilerlenmelidir. Bu son aşamada süreç yeniden kontrol edilir. Eğer öğrenci süreci başaramıyorsa tamamlanır, eğer tamamlayamamışsa nerde eksik varsa (okuma, nedensel ağ, birleştirme, görme) o aşamaya o öğrenci için tekrar geri dönülür. Bu yaklaşımı temel alarak geliştirilen etkinlikler ile öğretim uygulaması için ayrıntılı şablon EK 10'da sunulmaktadır.

3.4.5. Uygulama Öncesi ve Sonrası Verilerinin Analizi

Çalışma gruplarının BEDAKT'tan elde edilen ortak verilere dayalı ön ve son puanları, SPSS.24 yazılım programı yardımı ile analiz edilmiştir. Araştırmada toplanan veriler araştırmanın amacına uygun olarak çalışma gruplarının örneklem durumları da dikkate alınarak betimsel analiz teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Tez çalışmasının bu bölümünde araştırmanın iki temel amacına yönelik alt problemler ile ilgili verilerin analiz ve bulgularına yer verilmiştir. İlk olarak birinci ve ikinci alt problemlerde ifade edilen, araştırmanın ilk amacı olan “BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları” belirlemeye yönelik bulgular ortaya konacaktır. Ardından araştırmanın üçüncü alt problemde “kavramsal değişimin nasıl gerçekleştiğini farklı şekilde açıklayan iki görüşten Chi ve arkadaşlarının ‘Ontolojik Kategori Değiştirme Eğitimi’ (OKDE) ile diSessa ve arkadaşlarının ‘Bilişsel Bağlantı Kurma Eğitimi’ (BBKE) yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamalarının BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkilerini ortaya koymak” olan araştırmanın ikinci amacına dair bulgular açıklanmaktadır.

4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum

Çalışmanın birinci alt problemde “BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusuyla ilgili kavramsal anlama düzeylerini belirlemek için hazırlanan BEDAKT;

- a) Geçerli bir ölçme aracı mıdır?
- b) Güvenilir bir ölçme aracı mıdır?”

Sorularına cevap aranmıştır. Bunun için öncelikle, verileri daha ayrıntılı analize hazırlamak amacıyla yapılan ilk analiz, ardından da BEDAKT puanlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sunulmuştur.

4.1.1. İlk Analiz

Herhangi bir istatistiksel analize başlamadan önce, öğrencilerin BEDAKT'a verdikleri yanıtlar esas analiz için hazırlanmıştır. Bunun için herhangi bir anormal verinin çalışmaya dahil olmasını engellemek amacıyla öncelikle veri temizlemesi yapılmıştır. Veri temizleme, temel olarak bir veri kümesindeki hataların tespit edilmesi ve düzeltilmesidir. Olası hatalar, SPSS çıktılarından tanımlayıcı istatistiklere ve aykırı özelliklere bakılarak kontrol edilmiştir. Veriler arasında hiçbir hata veya aykırılık bulunamamış ve katılımcılardan elde edilen verilerin tamamı kullanılmıştır.

Analize hazırlık aşamasında ikinci olarak, testteki boş şıklar düzenlenmiştir. BEDAKT'daki her bir maddenin olan birinci aşamadaki verdikleri cevabı neden seçtiklerine ait açıklama içeren üçüncü aşamalarına, katılımcıların verilen şıklardan farklı herhangi bir cevap yazabilmeleri için boş şıklar eklenmiştir. BEDAKT'daki maddelerde boş alternatifleri seçen kişiler, ham veri (bkz. EK 7) dosyasından tanımlanmış ve her biri tarafından yazılan ifadeler ayrıntılı olarak analiz edilmiştir (bkz. EK 8). Tablo 4.1, analiz edilen boş alternatif şıklardan, örnekleri ile ortaya çıkan kodlama kategorilerini ve frekanslarını göstermektedir. Katılımcılar tarafından yazılan tüm ifadeler, bu üç kategoriden birine kodlanmıştır. Bu kategoriler: Benzerli Şık (BŞ), Yeni Seçenek (YS) ve Bilmiyorum (B)'dur.

Tablo 4.1

Boş Şıklara Verilen Cevapların Kodlama Kategorilerinin Tanımlanması

Kod İsmi	Kod	Kod Tanımlaması	Örnek	f (%)
Benzerli Şık	BŞ	Testin var olan çeldiricilerine benzer olduğu için onlarla aynı şıkka kaydedilebilecek ifadeler.	<i>"Her ikisinde de bir pil olduğu için eşittir."</i> (K3, Madde 7.3) Karar: Mevcut alternatif "c" içinde yeniden kodlandı.	89 (92)
Yeni Seçenek	YS	Testin yanlış veya doğru seçeneklerinden tamamen farklı yeni ve makul beyanlar.	<i>"Eşit olamazlar bu yüzden azalır ilerledikçe."</i> (K57, Madde 7.3)	7 (7)
Bilmiyorum	B	Boş şıklara yazılan "bilmiyorum" beyanları.	<i>"Cevaptan emin değilim ama yine de cevabın bu olduğunu düşünüyorum"</i> (K6, Madde 7.3)	1 (1)
Toplam				97 (100)

K#: Katılımcı numarası

Tablo 4.2, her bir madde için boş şıkları dolduran katılımcıların sayısını, her bir kodlama kategorisi için ayrıntılı olarak vermektedir.

Tablo 4.2

Maddelerin Üçüncü Aşamalarındaki Boş Şıkları Dolduran Katılımcıların Sayısı

Madde	BŞ	YS	B	Toplam
1.3	4	1	-	5
2.3	1	-	-	1
3.3	15	4	-	19
4.3	3	-	-	3
5.3	27	-	-	27
6.3	19	-	-	19
7.3	5	1	1	7
8.3	7	-	-	7
9.3	8	1	-	9
Toplam	89	7	1	97
%	92	7	1	100
Averaj %*	5,6	0,4	0,06	6,1

$$\text{Averaj \%} = \frac{\text{Boş şıkları dolduranların toplam sayısı} \times 100}{\text{Katılımcıların sayısı} \times \text{Muhakeme aşamalarında boş şıkların toplam sayısı}}$$

*Averaj %, testin üçüncü aşamalarındaki boş şıklara katılımcıların doldurdıkları boş alternatiflerin yüzdesidir.

Tablo 4.2'ye göre, katılımcıların ortalama %6,1'i maddelerin boş alternatifini doldurmuştur. Ayrıntılı analizde, boş alternatifleri dolduranların %92'si mevcut alternatiflerden biri (Benzerli Şık-BŞ) ile aynı anlama sahip ifadeler yazmıştır. Katılımcıların %7'si tamamen yeni ve makul testin çeldiricilerinden farklı beyanlar yazmışlardır. Bu ifadelerin ilgili maddeye yeni bir alternatif olarak eklenip eklenmeyeceklerine karar verilmiştir. Katılımcıların %1'i "Bilmiyorum" şeklinde cevap yazmışlardır. Katılımcıların %1'i boş alternatifi seçenek olarak seçmiş, ancak gerekçesini bilmediklerini belirtmişlerdir. Bu kategorilerin her ikisinde yer alan katılımcılar maddeyi okumuş olarak kabul edilmiş, ancak cevapları geçersiz sayılmıştır. Sonuç olarak, boş alternatiflerin toplam %99'u BEDAKT'ın mevcut alternatiflerden bir veya daha fazlasına yeniden kodlanmıştır.

4.1.2. BEDAKT Geçerli Bir Ölçme Aracı mıdır?

Bir test puanının geçerliği, bazı nitel ve nicel tekniklerle oluşturulabilir. Nitel bir teknik olarak, bu araştırmanın içerik doğrulama süreci (Bölüm 3'te açıklanan) uzman görüşleri ile sağlanmıştır. Kısaca içerik doğrulamasında, içerik alanında çalışan bağımsız uzmanlar BEDAKT'daki maddelerin ilgi alanını yeterince örnekleyip örnekmediğini değerlendirmişlerdir. Her adımda uzmanların geribildirimlerine bağlı olarak, test puanlarının

içerik geçerliğini artırmak için testte gerekli düzenlemeler yapılmıştır. İstatistiksel olarak test puanlarının geçerliğini sağlamak içinse, araştırmada üç nicel teknik kullanılmıştır:

- 1) Öğrencilerin doğru cevap puanları ile güven puanları arasındaki korelasyonların araştırılması,
- 2) Testin alternatif kavram puanları için faktör analizlerini yapılması;
- 3) Testteki yanlış pozitiflerin (false positive), yanlış negatiflerin (false negative) ve bilgi eksikliklerinin yüzdelерinin hesaplanması.

4.1.2.1. Doğru Puanları ve Güven Puanları Arasındaki Korelasyonlar

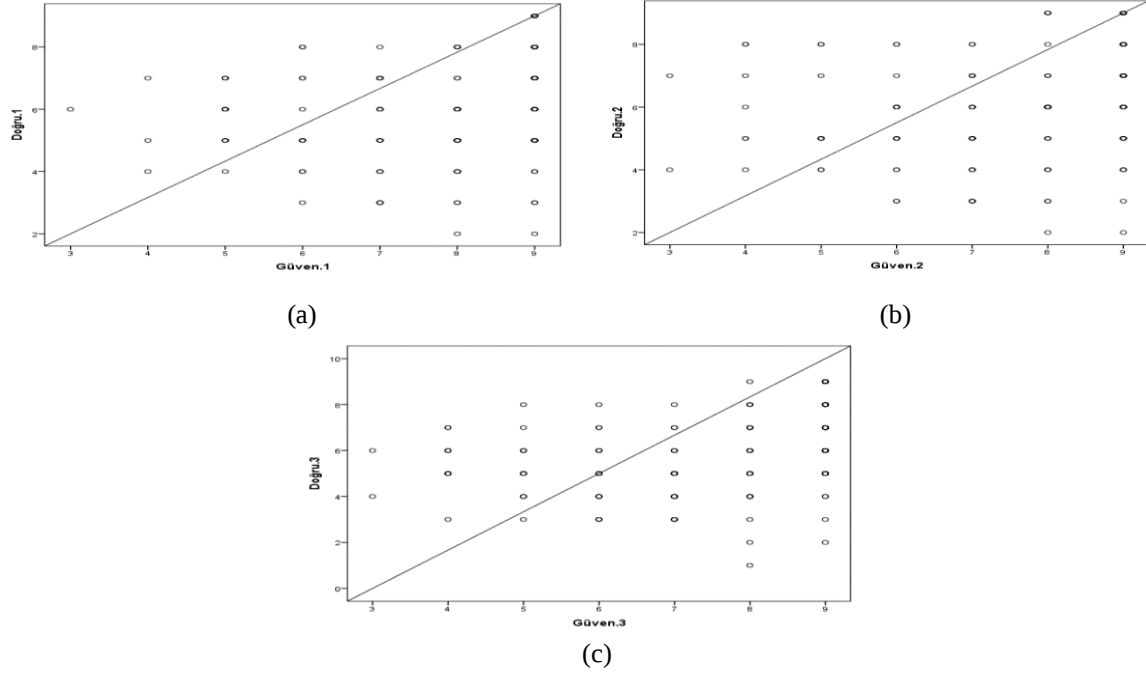
Aşamalı testlerde soru aşamaları ile güven aşamaları arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlenmek önemlidir. Çünkü güçlü pozitif ilişki için, puanları yüksek olan öğrencilerin sınavdaki cevaplarından daha emin olmaları beklenirken, düşük puanlara sahip öğrencilerin ise kendilerine olan güvenlerinin daha az olması beklenir (Çataloğlu, 2002). Dört aşamalı testlerde güven dereceleri, ilk aşama ve üçüncü aşamalar için ayrı ayrı belirlenmeye çalışıldığından dolayı yapı geçerliğine kanıt elde etmek amacıyla üç farklı korelasyonun hesaplanması önerilmektedir (Kaltakçı, 2012). Bunlar şunlardır:

1. Birinci aşamalar (sadece ilk aşamanın doğru puanı: doğru-1) ile ikinci aşamalar (ilk güven puanı: güven-1) arasındaki korelasyon;
2. Üçüncü aşamalar (sadece üçüncü aşamanın doğru puanı: doğru-2) ile dördüncü aşamalar (ikinci güven puanı: güven-2) arasındaki korelasyon;
3. Birinci ve üçüncü aşamalar (birinci ve üçüncü aşamaların doğru puanı: doğru-3) ile ikinci ve dördüncü aşamalar (her iki güven puanı: güven-3) arasındaki korelasyon.

Korelasyon analizini uygulamadan önce varsayımların lineerliğinin ve eş değişkenliğinin kontrolünü sağlamak amacıyla Şekil 4.1’de görüldüğü gibi bu üç farklı durumdaki değişkenin (Doğru-1 puanları ile Güven-1 puanlarının; Doğru-2 puanları ile Güven-2 puanlarının; Doğru-3 puanları ile Güven-3 puanlarının) dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Ayrıca, dağılım grafiklerinin kontrolü, değişkenler arasındaki ilişkinin niteliğine dair bir fikir verebildiği için de gerçekleştirilmiştir (Pallant, 2011, s.129).

Şekil 4.1.’de görülen dağılım grafiklerindeki artış eğilimi, değişkenler arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, üç dağılım grafiğinde de veri noktalarının yayıldığı görülmektedir. Bu, değişkenler arasında küçük bir korelasyon olduğunun

göstergesidir. Ayrıca, değişkenler arasında ana küme noktaları boyunca eğrisel bir çizgi belirgin olduğu için bu değişken çiftleri için Pearson çarpım momenti korelasyonlarının hesaplanması uygun olacaktır (Pallant, 2011, s.131). Tablo 4.3, bu üç kombinasyonun tamamı için hesaplanan Pearson çarpım momenti korelasyon değerlerini göstermektedir.



Şekil 4.1. a) Doğru-1 puanları ile Güven-1 puanlarının dağılım grafikleri; b) Doğru-2 puanları ile Güven-2 puanlarının dağılım grafikleri; c) Doğru-3 puanları ile Güven-3 puanlarının dağılım grafikleri.

Tablo 4.3

Testin Aşamalarının Doğru Puanları ile Güven Puanları Arasındaki Korelasyonlar

Sadece İlk Aşamaların Doğru Puanları (Doğru-1)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	İlk Güven Puanları (Güven-1)
		0,261* 0,001 164
Sadece Üçüncü Aşamaların Doğru Puanları (Doğru-2)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	İkinci Güven Puanları (Güven-2)
		0,288* 0,000 164
Birinci ve Üçüncü Aşamaların Doğru Puanları (Doğru-3)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	Her İki Güven Puanları (Güven-3)
		0,361* 0,000 164

*Korelasyonlar, 0,01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed)

Tablo 4.3'ün incelenmesinden Doğru-1 puanları ile Güven-1 puanları ($r=0,261$), Doğru-2 puanları ile Güven-2 puanları ($r=0,288$) arasında düşük düzeyde pozitif ve anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. Değişkenlerden Doğru-3 puanları ile Güven-3 puanları ($r=0,361$)

arasında ise orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu üç korelasyon verilerine göre, puanları yüksek olan öğrencilerin bu üç durum için düşük puanlara sahip öğrencilere göre daha fazla güven duydukları anlamına gelmektedir.

4.1.2.2. Testin Alternatif Kavram Puanlarının Faktör Analizi Sonuçları

Geliştirilen testin ölçmeyi hedeflediği kavramları ölçmesi durumunda, önceden belirlenmiş ilgili maddelerin kabul edilebilir bazı faktörlere neden olacağı beklenmektedir. Bu çalışmada testin alt boyutlardan oluşup oluşmadığını araştırmak için alternatif kavram puanları üzerinde açımlayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Açımlayıcı faktör analizini uygulamadan önce, örneklem büyüklüğünün faktörleştirmeye uygunluğunu test etmek için test maddelerinin tüm dört aşamaları dikkate alınarak Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerlerine bakılmıştır. Faktör analizine devam edebilmek için KMO değerinin 0,50'den yüksek çıkması beklenir ve bu değer 0,50'den düşük olması halinde faktör analizine devam edilemeyeceği yorumu yapılır (Çokluk vd., 2012). Analiz sonucunda faktör analizi için alternatif kavram puanlarının KMO değerlerinin yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, faktör analizine devam edilmemesine karar verilmiştir.

4.1.2.3. Yanlış Pozitifler, Yanlış Negatifler ve Bilgi Eksikliklerinin Oranları

Hestenes ve Halloun (1995), bir test puanının içerik geçerliğine dair kanıt elde etmek için yanlış pozitiflerin (false positive) ve yanlış negatiflerin (false negative) olasılığının hesaplanması gerektiğini önermiştir. Araştırmacılara göre, içerik geçerliği oluşturmak için yanlış pozitifler ve yanlış negatiflerin oranları en aza indirilmelidir. Araştırmacılar, yanlış cevap ile doğru muhakeme (yanlış negatif) ve yanlış muhakeme ile doğru cevap (yanlış pozitif) oranlarını belirlemek için görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte, ölçme aracını yapan tüm katılımcılarla görüşme yapmak çok fazla zaman ve çaba gerektirmektedir. Öte yandan, güven aşamalarından dolayı çok aşamalı testler, öğrencilerin teste verdikleri yanıtlarıyla bu oranları hesaplamada araştırmacılara büyük avantajlar sağlamaktadır (Kaltakçı, 2012). Yanlış pozitiflerin ve yanlış negatiflerin hesaplanmasının yanı sıra, Hasan vd. (1999) alternatif kavramlardan bilgi eksikliğini ayırt etmenin farklı eğitim uygulamalarında ihtiyaç duyulması nedeniyle önemli olduğunu vurgulamışlardır. BEDAKT'ın amacı, bilgi eksikliklerini değil, katılımcıların alternatif kavramlarını

değerlendirmek olduğu için, bilgi eksikliği oranını belirlemek, test puanlarının içerik geçerliği için kanıt elde etmede önem kazanmaktadır. BEDAKT'taki yanlış pozitiflerin, yanlış negatiflerin ve bilgi eksikliklerinin oranları MS Excel programını kullanılarak hesaplanmıştır.

Bilgi eksikliği, öğrenciler tarafından dört aşamalı testin birinci ve üçüncü aşamalarına verilen cevaplara ait güven seviyelerini soran ikinci ve dördüncü aşamalara dayalı olarak hesaplanmaktadır. Öğrenciler herhangi bir veya her iki aşamadaki cevaplarından emin değilse, o zaman gerekli bilgiye sahip olmadığı kabul edilir. Her bir maddenin bilgi eksikliği oranlarını bulmak için, dört aşamanın hepsinin doğru yanıt oranları, her bir madde için birinci ve üçüncü aşamaların doğru yanıt oranlarından çıkarılmıştır. Tablo 4.4, BEDAKT'taki bilgi eksikliğine ilişkin karar tablosunu sunmaktadır.

Tablo 4.4

BEDAKT'taki Bilgi Eksikliği için Karar Tablosu

1. Aşamaya güven	3. Aşamaya güven	Bilgi eksikliği için araştırmacının kararı
Eminim	Eminim	Bilgi eksikliği yok
Eminim	Emin değilim	Bilgi eksikliği
Emin değilim	Eminim	Bilgi eksikliği
Emin değilim	Emin değilim	Bilgi eksikliği

Yanlış negatiflerin ve yanlış pozitiflerin oranlarını hesaplamak için bilgi eksikliği olmayan cevaplar kullanılmıştır. Yanıtlayıcı ikinci ve dördüncü aşamada *Eminim* cevabını vermişse ve BEDAKT'ın birinci aşamasında seçilen doğru bir cevaba üçüncü aşamasında yanlış muhakeme yapmışsa, bu yanlış pozitif olarak kabul edilmiştir. Buna dayalı olarak hesaplama yapılırken, yanlış pozitif işareti “1” olarak kodlanmıştır. Yanıtlayıcı ikinci ve dördüncü aşamada “Eminim” cevabını vermişse ve BEDAKT'ın birinci aşamasında seçilen yanlış cevaba üçüncü aşamada doğru muhakeme yapmışsa, bu yanlış negatif olarak kabul edilmiştir. Buna dayalı olarak hesaplama yapılırken yanlış negatif işareti “1” olarak kodlanmıştır. Tablo 4.5, bir katılımcının testin hem ikinci hem de dördüncü aşamalarında emin olduğunun (yani, bilgi eksikliği olmadığı zaman) BEDAKT'taki birinci ve üçüncü aşama kombinasyonlarının sonuçlarını özetlemektedir. Bununla birlikte, Madde 2'nin birinci ve üçüncü aşamalarında bazı doğru-yanlış seçimleri yanlış pozitiflerin yerine alternatif kavramlara karşılık gelir. Dolayısıyla, bu seçim yanlış pozitif hesaplamalarından çıkarılmıştır. Bu maddenin birinci aşaması için “c” doğru bir yanıt olsa da öğrencinin bu

özel durum için doğru-yanlış seçimi yanlış pozitif olarak değil, alternatif kavram olarak etiketlenmiştir.

Tablo 4.5

*Bir Katılımcının Testin Hem İkinci Hem de Dördüncü Aşamalarında Emin Olduğunda BEDAKT Üzerindeki Birinci ve Üçüncü Aşama Kombinasyonlarına Dayalı Karar Tablosu**

		Üçüncü Aşamaların Sonuçları	
		Doğru	Yanlış
İlk Aşamaların Sonuçları	Doğru	Bilimsel Bilgi	Çoğunlukla yanlış pozitif Nadiren alternatif kavram
	Yanlış	Yanlış negatif	Çoğunlukla alternatif kavram Nadiren hata

* Tablo Eryılmaz (2010)'dan uyarlanmıştır (Kaltakçı (2012)'de belirtildiği gibi).

Tüm katılımcılar için bu yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerini toplamak, her bir madde için ortalama olarak yanlış pozitiflerin ve yanlış negatiflerin toplam sayısını vermektedir. Örneklem büyüklüğü (164) dikkate alınarak, her bir madde için ortalama olarak yanlış pozitif ve yanlış negatiflerin oranları hesaplanmıştır. Yanlış pozitiflerin, yanlış negatiflerin ve bilgi eksikliğinin yüzdeleri için yapılan analiz sonuçları Tablo 4.6'da görülmektedir.

Tablo 4.6

BEDAKT'teki Doğru Puanlarının Yanlış Pozitif, Yanlış Negatif ve Bilgi Eksikliği Yüzdeleri

	Maddeler (%)									M	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Yanlış Pozitif	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	4,2	0,6	0,7
Yanlış Negatif	0	0	7,3	2,4	0	6,1	0,6	0,6	0,6	2	1,4
Bilgi Eksikliği	1,2	0	3,6	1,8	1,8	7,3	10,3	0	7,3	3,7	2,5

Tablo 4.6'da da görüldüğü gibi, yanlış pozitiflerin ortalama oranı %0,6, yanlış negatiflerin oranı %2 olarak hesaplanmıştır. Hem yanlış pozitif hem de yanlış negatiflerin ortalama oranları %10'un altındadır ve bu Hestenes ve Halloun (1995) tarafından tavsiye edilen sınırlar içindedir. Her bir madde için yanlış pozitiflerin ve yanlış negatiflerin yüzdeleri kontrol edildiğinde hiçbirisi çok yüksek değildir. Dolayısıyla, yanlış pozitiflerin ve yanlış negatiflerin düşük yüzdeleri, BEDAKT test puanlarının içerik geçerliği için iyi bir kanıt niteliğindedir. Buna ek olarak, bilgi eksikliğinin ortalama oranı %3,7 olarak bulunmuştur. Peşman ve Eryılmaz (2010) tarafından belirtildiği üzere, alternatif kavram testlerinin niteliği ve verilen öğretimlerin eksikliklerine bağlı olarak, bilgi eksikliğinin eğer varsa yüksek oranı makul kabul edilebilir. Bilgi eksikliğinin oranı bu çalışma için o kadar yüksek değildir. Tabloda görüldüğü gibi sadece 7 numaralı madde, %10'un çok az üzerinde bilgi eksikliğine

sahiptir. Bu öge için bilgi eksikliği oranının yüksekliği şöyle açıklanabilir: 7 numaralı madde paralel kollardaki akımı sorgulamaktadır. Görüşmeler sırasında katılımcıların çoğunun paralel devreleri ve özelliklerini çok tanımadıkları görülmüştür; Madde 7’de görülen bu durum, ortaokul düzeyinde yapılan elektrikle ilgili eğitimlerin eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir.

4.1.3. BEDAKT Güvenilir Bir Ölçme Aracı Mıdır?

Araştırmada cronbach alfa katsayısı (α), test puanlarının iç tutarlılığının bir ölçütü olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısı α genel olarak $0 \leq \alpha \leq 1$ değerlerine sahiptir. α değeri ne kadar büyük olursa, test puanlarının güvenirliliği de o kadar büyük olur. Bu çalışmada geliştirilen BEDAKT hem alternatif kavramları belirlemek hem de öğrencilerin bilimsel bilgi düzeylerini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu nedenle, test puanları için hem doğru puanlarının güvenirliliği hem de alternatif kavram puanlarının güvenirliliği ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken her iki puan türünün VE, VEYA, TOPLAM işlevleri için de tüm dört aşamaların doğru ve alternatif kavram puanları hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayılarını hesaplamak için SPSS programı kullanılmıştır. Doğru puanları için güvenirlilik analizi sonuçları Tablo 4.7’de sunulmaktadır.

Tablo 4.7

Doğru Puanlar için Cronbach Alpha Güvenirlikleri

Doğru Puanlar	Güvenirlik (Alfa Katsayısı)			
	Toplam Test	VE	VEYA	TOPLAM
Tüm Dört Aşamalar	0,70	0,80	0,73	0,83

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi doğru puanlarının güvenirliliği, tüm dört aşama puanları için ayrı ayrı hesaplanmış ve 0,70 katsayılı alfa güveniliği elde edilmiştir. Dolayısıyla, tüm dört aşamanın doğru puanı, toplam puan varyansının en az %70’i gerçek puan varyansından kaynaklanmaktadır (Crocker & Algina, 1986). Crocker ve Algina (1986), ölçüt-referanslı testlerin, yaygın bir hedefi ölçen her bir madde kümesi için istatistiksel olarak belirlemenin daha makul olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle, doğru puanlarının yanı sıra VE, VEYA, TOPLAM işlevleri için de Cronbach alfa katsayıları hesaplanmıştır. Bu puanlarda güvenirlilik katsayılarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. İkinci olarak, alternatif kavram VE, VEYA, TOPLAM puanlarının güvenirliliği tüm dört aşama ayrı ayrı hesaplanmıştır. Alternatif kavram puanları için güvenirlilik analizi sonuçları Tablo 4.8’de gösterilmektedir.

Tablo 4.8

Alternatif Kavram Puanları için Cronbach Alfa Güvenirlikleri

Alternatif Kavram Puanları	Güvenirlik (Alfa Katsayısı)			
	Toplam Test	VE	VEYA	TOPLAM
Tüm Dört Aşamalar	0,18	0,15	0,35	0,34

Tablo 4.8 incelendiğinde, alternatif kavram puanları üzerinden hesaplanan güvenirlik katsayıları, doğru puanlara kıyasla genellikle düşüktür. Güvenirlik, oldukça ayırt edici maddelerin temelini oluşturmaktadır. Maddeler oldukça ayırt edici ve test puanları farklıysa, güvenirlik katsayısı yüksek olacaktır (Haladayna, 1997, s.248). Bu nedenle, test maddelerinin tanımlanan alternatif kavramlar üzerine yüksek puanlı ve düşük puanlı kişileri ayırt edip edemediklerini araştırmak için bir ayırıcılık indeksi analizi yapılmıştır.

4.1.3.1. BEDAKT Maddelerinin Analizi

BEDAKT'daki madde zorluk seviyeleri ve madde ayırıcılık indeksleri, MS Excel ve SPSS programları kullanılarak hesaplanmıştır. BEDAKT puanları için madde zorluk seviyeleri, karşılaştırma sağlamak amacıyla VE, VEYA, TOPLAM işlevleri için yalnızca ilk aşama, birinci ve üçüncü aşamalar ve tüm dört aşama alternatif kavram puanlarının her biri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tablo 4.9, doğru ve alternatif kavram puanlarının ortalama madde zorluk düzeylerini göstermektedir.

Tablo 4.9

Doğru ve Alternatif Kavram Puanlarının Madde Zorluk Düzeyleri

Aşamalar	Doğru Puanları				Alternatif Kavram Puanları		
	Toplam Test	VE	VEYA	TOPLAM	VE	VEYA	TOPLAM
Sadece Birinci Aşamalar	0,66	0,43	0,72	0,57	0,17	0,48	0,32
Birinci ve Üçüncü Aşamalar	0,64	0,41	0,71	0,55	0,08	0,31	0,18
Tüm Dört Aşamalar	0,57	0,34	0,62	0,48	0,06	0,25	0,14

Tablo 4.9 incelendiğinde zorluk seviyelerinin, yalnızca birinci aşamalardan tüm dört aşamalara doğru düştüğü ve bunun oldukça makul olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni, doğru cevapların oranlarının ilk aşamadan dört aşamaya doğru düşmesidir. Bu düşüş, doğru cevap oranlarını fazla tahmin edilmesine sebep olan ilk aşama puanlarına göre, sonraki aşamalarda devreye giren doğru puanlarının yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği oranlarından kaynaklanmaktadır. Doğru puanları ve alternatif kavram puanları için ortalama ayırıcılık indeksleri Tablo 4.10'da görülebilir.

Tablo 4.10

Doğru Puanları ve Alternatif Kavram Puanlarının Ayırıcılık İndeksleri

Aşamalar	Doğru Puanları				Alternatif Kavram Puanları		
	Toplam Test	VE	VEYA	TOPLAM	VE	VEYA	TOPLAM
Sadece Birinci Aşamalar	0,31	0,32	0,30	0,26	0,25	0,27	0,25
Birinci ve Üçüncü Aşamalar	0,35	0,35	0,34	0,28	0,17	0,27	0,25
Tüm Dört Aşamalar	0,28	0,29	0,27	0,22	0,24	0,30	0,29

Doğru puanlar üzerinde ayırıcılık indeksleri alternatif kavram puanlarından daha büyüktür ve bu da alternatif kavram oranının testte başarılı olan öğrenciler arasında düşük ve testte başarısız olan öğrenciler arasında yaygın olduğunu göstermektedir. Dört aşamalı puanların tümü için ortalama madde ayırıcılık indeksleri genelde 0,20 üzerindedir ve testteki ortalama bir öğenin oldukça ayırıcı olduğu anlamına gelir. Genellikle, ayırıcılığı 0,20 ile 0,30 arasında olan maddeler testte kullanılabilir niteliktedir; ayırıcılığı 0,30 ile 0,40 arasındaki maddeler iyi; ayırıcılığı 0,40'tan yüksek maddeler ise çok iyi sayılabilir; ayırıcılığı 0,20'den küçük maddelerin geliştirilerek kullanılması gerekir (Özçelik, 2010).

4.1.3.2. BEDAKT'e Ait Betimsel İstatistikler

Doğru ve alternatif kavram puanları için tanımlayıcı istatistikler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Tablo 4.11'de tüm dört aşama puanı için doğru ve alternatif kavram puanlarının tanımlayıcı istatistikleri özetlenmektedir.

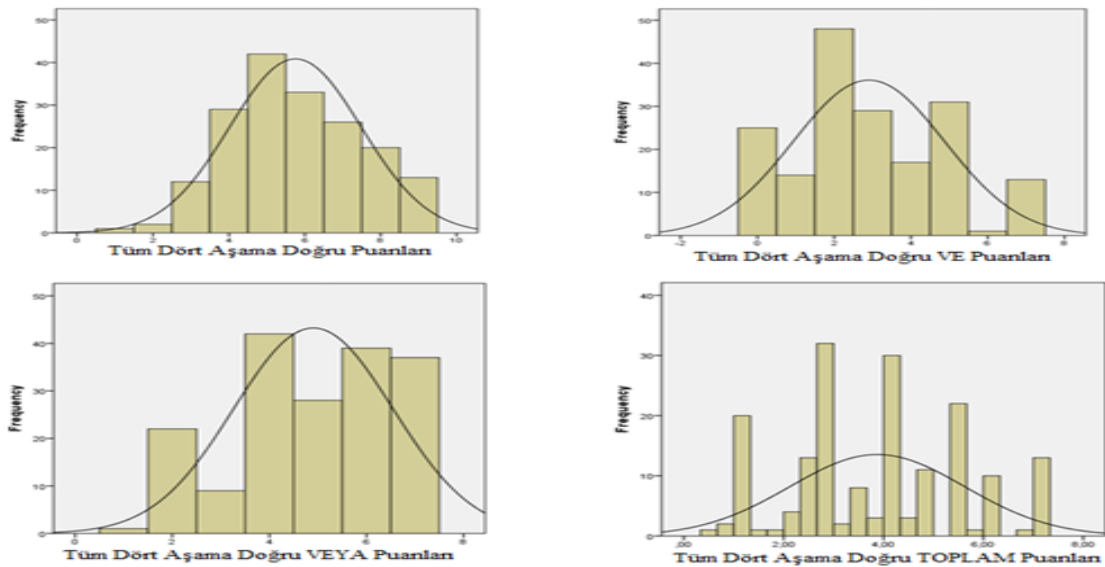
Tablo 4.11

BEDAKT'in Tüm Dört Aşama Puanları İçin Kapsamlı Betimsel İstatistikler

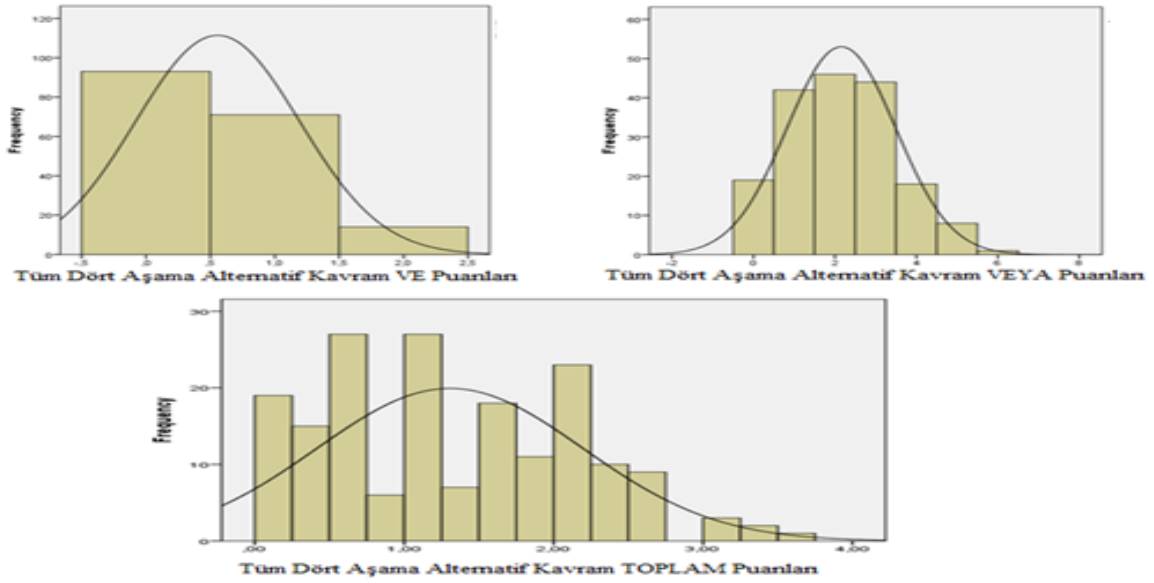
Tanımlayıcı İstatistikler	Toplam Test	Doğru Puanlar			Alternatif Kavram Puanları		
		VE	VEYA	TOPLAM	VE	VEYA	TOPLAM
Öğrenci Sayısı	164	164	164	164	164	164	164
Madde Sayısı	9	7	7	7	7	7	7
Aritmetik Ortalama	5,85	2,54	4,46	3,45	0,38	1,71	0,98
Ortanca	5	2	4	2,83	0,00	2	0,83
Min. Puan	1	0	1	0,50	0	0	0
Max. Puan	9	7	7	7	2	6	3,66
Standart Sapma	1,76	2,11	1,79	1,90	0,60	1,23	0,80
Std. Error of Mean	0,14	0,16	0,14	0,15	0,05	0,10	0,06
Çarpıklık	0,02	0,59	-0,09	0,34	1,31	0,68	0,87
Basıklık	-0,52	-0,54	-1,12	-0,89	0,70	0,49	0,36

Tablo 4.11’de görüldüğü gibi doğru puan ortalamaları genel olarak yüksek iken, alternatif puan ortalamalarının düşük olduğu görülmektedir: doğru puanların ortalaması 9 üzerinden 5,85’tir, doğru-VE, VEYA, TOPLAM ortalaması 7’den 2,54, 4,46, 3,45’tir; alternatif kavram-VE, VEYA, TOPLAM puanlarının ortalaması 7’den 0,38, 1,71, 0,98’dir. Doğru puanlar için standart sapmalar 1,76’dır; doğru-VE, VEYA, TOPLAM puanları için 2,11, 1,79, 1,90’dır; alternatif kavram-VE, VEYA, TOPLAM puanları için sırasıyla 0,60, 1,23, 0,80’dir. Standart sapma, dağılım boyunca puanların dağılımını gösterir. Bu çalışmadaki standart sapmalar için elde edilen bu küçük değerler, puanların yeterince yaygın olmadığına işaret etmektedir. Aslında, tüm bu sonuçlar, teşhis testlerinin doğası ile ilişkili olabilir, çünkü alternatifler, katılımcıların en yaygın alternatif kavramlarına göre dikkatlice inşa edilmiştir.

Şekil 4.2, doğru puanlarının toplam puanlarına ve VE, VEYA, TOPLAM işlevlerine göre tüm maddelerin histogramlarını göstermektedir. Puanların şekil itibariyle görülebileceği gibi normal dağılıma daha yakın olduğu görülmektedir. Şekil 4.3 ise, tüm dört aşama puanlarının VE, VEYA, TOPLAM işlevlerine göre alternatif kavram histogramlarını göstermektedir. Şekilden anlaşılabileceği gibi VEYA puanlarının dağılımının VE ve TOPLAM puanlarına göre normal dağılıma daha yakın olduğu görülmektedir. VE puanları en az dağılır ve bazı değerlerin etrafında kümelenmiştir. Bu gerçek VE işlevi ile ilişkilidir, çünkü bir kişi dört aşamanın her birinde ve ilgili alternatif kavramla ilgili tüm bağlamlarda uygun alternatifleri seçerse sadece 1 puan alır. Örneğin, A6 3 maddeye göre değerlendirilmiştir ve bu 3 maddenin hepsinde A6 alternatif kavramını gösteren seçimleri yapan bir kişi 1 puan alabilir, aksi takdirde 0 puan alınır. Bunun nedeni, puanların küçük dağılımı ve 0 puanın bolluğudur.



Şekil 4.2. Doğru puanlarının histogramları



Şekil 4.3. Alternatif kavram puanlarının histogramları

4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum

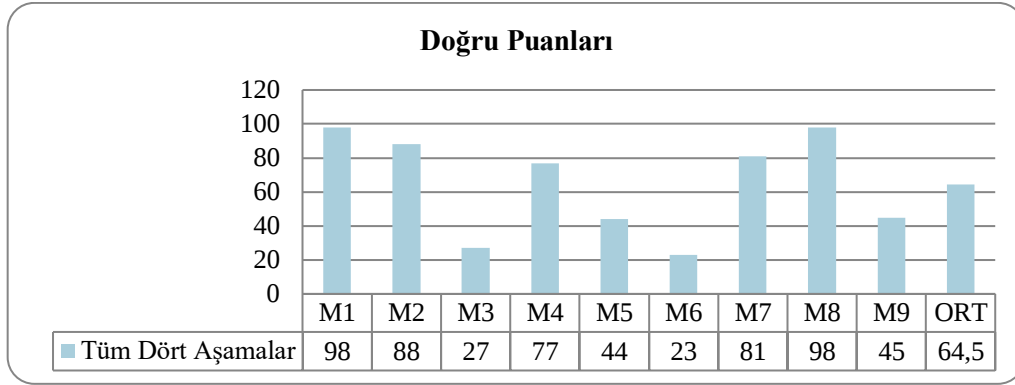
Çalışmanın ikinci alt probleminde; “BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin;

- BEDAKT’in aşamalarına göre doğru cevap yüzdeleri nelerdir?
- BEDAKT’in aşamalarına göre alternatif kavramlara sahip olma yüzdeleri nelerdir?

Sorularına cevap aranmıştır. Bu çalışmada BEDAKT, BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları belirlemek için kullanılmıştır. BEDAKT sonuçları, doğru puanları ve alternatif kavram puanlarının farklı fonksiyonlarında (VE, VEYA, TOPLAM) analiz edilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. BİLSEM’lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin BEDAKT’e Göre Doğru Cevap Yüzdeleri

Bu bölümde BEDAKT maddelerinin dört aşaması dikkate alınarak doğru cevap yüzdeleri belirlenmiştir. Şekil 4.4, BEDAKT’deki hesaplanan doğru yanıtların tüm dört aşamalarına göre yüzdelerini ve bu yüzdelerle oluşturulan grafiğin bir arada gösterimini içermektedir.



Şekil 4.4. BEDAKT maddelerinin tüm dört aşamalarına göre doğru cevaplanma yüzdeleri ve grafiği

Şekil 4.4 incelendiğinde özel yetenekli öğrencilerin BEDAKT'in 1, 2, 4, 7 ve 8. maddelerinde başarı yüzdelерinin oldukça yüksek olduğu; 3, 5, 6 ve 9. maddelerde ise başarı yüzdelерinin düşük olduğu görülmektedir.

4.2.2. BİLSEM'lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin BEDAKT'e Göre Alternatif Kavramlara Sahip Olma Yüzdeleri

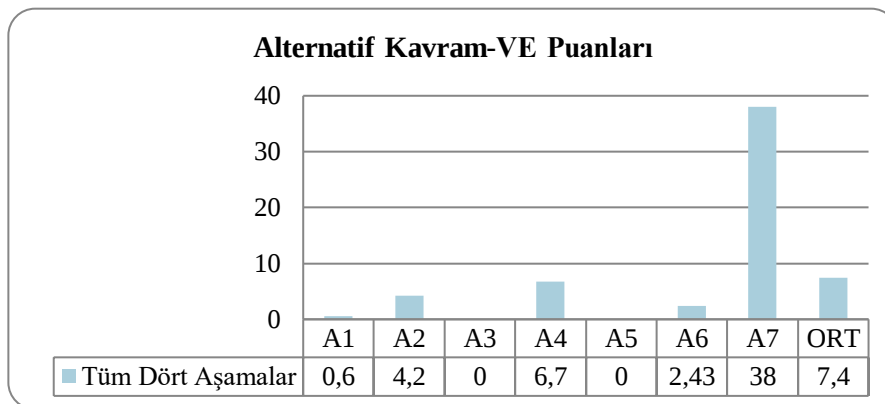
Bu bölümde BEDAKT maddelerinin tüm dört aşamaları için alternatif kavramlı cevap yüzdeleri belirlenmiştir. Bu yüzdeleri, daha öncede açıklandığı gibi alan yazından alınarak kullanılan VE, VEYA, TOPLAM fonksiyonlarına göre çalışmada esas alınan 7 alternatif kavram (Tek Kutuplu Model (A1), Çarpışan Akımlar Modeli (A2), İlkel Kural Modeli(A3), Azalan Akım Modeli (A4), Paylaşılan Akım Modeli (A5), Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli (A6), Sıralı Muhakeme Modeli (A7)) için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Alternatif Kavram-VE puanları, daha öncede anlatıldığı gibi, katılımcının testin belirli bir değişkeninde aynı alternatif kavramı ölçen tüm maddelerin dört aşaması birlikte değerlendirildiğinde alternatif kavramlı cevabı olup olmadığıyla ilgili puanlarıdır. Alternatif kavramlar değişime dirençli ve tutarlı kavramsal yapılar olduğu için bu araştırmada hesaplanan Alternatif Kavram-VE puanları, öğrenciler tarafından yaygın olarak sahip olunan, değişime dirençli ve bağlamdan bağımsız alternatif kavram yüzdeleri ortaya koyabilmek için hesaplanmıştır.

Alternatif kavram-VEYA puanları ise, katılımcının testin belirli bir değişkeninde aynı alternatif kavramı ölçen tüm maddelerin dört aşaması birlikte değerlendirildiğinde en az birinde bile alternatif kavramlı cevabı olup olmadığıyla ilgili puanlarıdır. Alternatif kavram-VEYA puanları, öğrenciler tarafından değişime dirençsiz, bağlamdan bağımsız alternatif kavram yüzdeleri ortaya koyabilmek için hesaplanmıştır. Üç aşamalı testlerle ilgili yapılmış daha önceki çalışmaların çoğunda bu puanlama (yani VEYA puanları) her bir alternatif kavramın oranlarını belirlemek için kullanılmıştır.

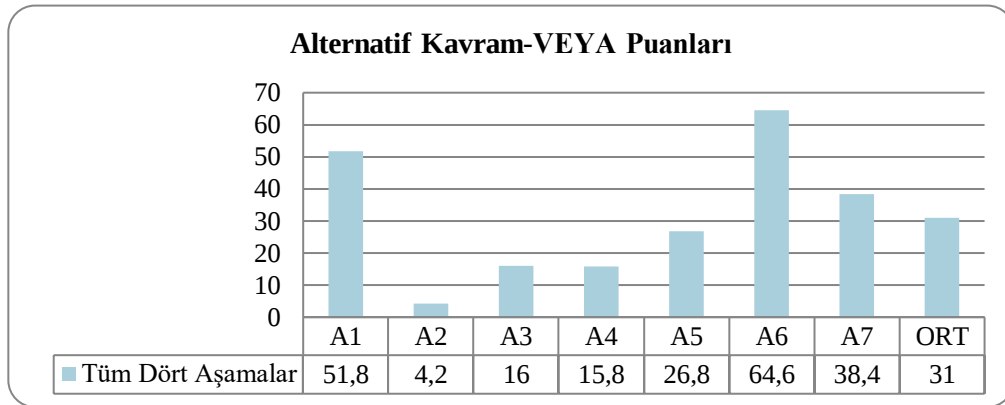
Alternatif Kavram-TOPLAM puanları, katılımcının testin belirli bir değişkeninde aynı alternatif kavramı ölçen tüm maddelerin dört aşaması birlikte değerlendirildiğinde alternatif kavramlı cevaplarının ortalamasını gösteren puanlarıdır. Alternatif Kavram-TOPLAM puanları, öğrencilerin tutarlı, bağlama bağımlı alternatif kavram yüzdeleri ortaya koyabilmek için hesaplanmıştır. Alternatif kavram-VE puanlarının ortalama yüzdeleri karşılaştırılması, aşamalı testlerin alternatif kavramların yüzdesini az tahmin ettiğini, Alternatif kavram-VEYA puanlarının ortalama yüzdeleri karşılaştırılması ise, aşamalı testlerin alternatif kavramların yüzdesini fazla tahmin ettiğini ortaya koymuştur. Alternatif Kavram-TOPLAM puanları ise, araştırmada alan yazına dayalı olarak seçilen VEYA puanlarının alternatif kavram puanlarının yüzdesini aşırı ve VE puanlarının alternatif kavram puanlarının yüzdesini az tahmin etmesi gibi bir ölçme aracının eşit olmayan durumlarının olumsuz etkisini ortadan kaldırarak azaltmıştır.

Şekil 4.5., Şekil 4.6. ve Şekil 4.7. BEDAKT'daki hesaplanan VE, VEYA ve TOPLAM puanlarına göre alternatif kavrama sahip yanıtların tüm dört aşamalara göre yüzdeleri ve bu yüzdelere göre oluşturulan grafiğin bir arada gösterimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 4.5. BEDAKT'in hesaplanan VE puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği

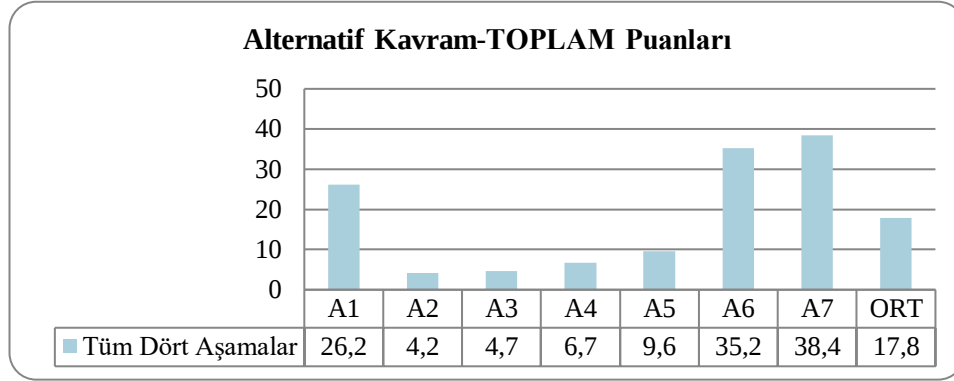
Şekil 4.5 incelendiğinde, öğrencilerin A1 (Tek Kutuplu Model) alternatif kavramına %0,6, A2 (Çarpışan Akımlar Modeli) alternatif kavramına %4,2, A4 (Azalan Akım Modeli) alternatif kavramına %6,7, A6 (Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli) alternatif kavramına %2,43 ve A7 (Sıralı Muhakeme Modeli) alternatif kavramına %38 oranında sahip oldukları, A3 (İlkel Kural Modeli) ve A5 (Paylaşılan Akım Modeli) alternatif kavramlarına ise sahip olmadıkları görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi çoğunluk için alternatif kavram yüzdelерinin çok küçük veya sıfır olduğu görülmüştür. Bu, seçilen alternatif kavramları ölçen öğelerin sayısı ile ilişkili olabilir. Örneğin EK 6'daki tabloya istinaden A3 (İlkel Kural Modeli), 4 madde ile ölçülürken, A7 (Sıralı Muhakeme Modeli) sadece 1 madde ile ölçülmüştür. Dolayısıyla, 4 maddede yanlış bir cevap seçmek, 1 maddede de yanlış bir cevap seçmekten daha zordur. A3 ve A5'deki sıfır yüzdelерin ana nedeni bu olabilir. Şekil incelendiğinde Alternatif kavram-VE puanlarına göre, sadece A7 (Sıralı Muhakeme Modeli) alternatif kavramı %10'un üzerindedir ve katılımcılar arasında çoğu tarafından sahip olunan bağlamdan bağımsız bir alternatif kavram olduğu görülmektedir. Ayrıca, ortalama olarak BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden öğrencilerin yalnızca %7,4'ünün elektrik devrelerindeki alternatif kavramları güçlü olarak sahip olduğu da şekilde görülmektedir.



Şekil 4.6. BEDAKT'in hesaplanan VEYA puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği

Şekil 4.6 incelendiğinde, Alternatif Kavram-VEYA puan yüzdelерine göre, A2-Çarpışan Akımlar Modeli alternatif kavramı hariç diğer tüm alternatif kavramlarda (A1-Tek Kutuplu Model, A3-İlkel Kural Modeli, A4-Azalan Akım Modeli, A5-Paylaşılan Akım Modeli, A6-Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli, A7-Sıralı Muhakeme Modeli) %10'un üzerinde ve katılımcılar arasında değişime dirençsiz, bağlamdan bağımsız

alternatif kavramlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, testin tüm dört aşamaları dikkate alındığında Alternatif Kavram-VEYA puan yüzdelere göre ortalama olarak BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden öğrencilerin yaklaşık %31’inin elektrik devrelerindeki alternatif kavramlarının değişime dirençsiz olduğu da Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7. BEDAKT’in hesaplanan TOPLAM puanlarına göre alternatif kavramlı yanıtların yüzdeleri ve grafiği

Şekil 4.7 incelendiğinde, Alternatif Kavram-TOPLAM puanlarının her birinin yüzdelere göre A1, A6 ve A7 alternatif kavramlarında, katılımcıların alternatif kavram yüzdeleri %10’un üzerindedir ve bunların katılımcılar arasında tutarlı ve bağlama bağımlı alternatif kavramlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, testin tüm dört aşamaları dikkate alındığında Alternatif Kavram-TOPLAM puan yüzdelere göre ortalama olarak BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden öğrencilerin yaklaşık %18’inin elektrik devrelerindeki alternatif kavramları tutarlı bir şekilde sahip olduğu da görülmektedir.

4.2.3. BİLSEM’lerde Öğrenimlerine Devam Eden Özel Yetenekli Öğrencilerin Elektrik Devreleri ile İlgili Sahip Oldukları Alternatif Kavramlar

Şekil 4.6, Şekil 4.7. ve Şekil 4.8 incelendiğinde, bu çalışmada BEDAKT’in dört aşamalı test yapısına göre BİLSEM’lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin;

- Alternatif Kavram-VE puanı yüzdelere göre, sadece Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramına %10’un üzerinde sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif kavram, Alternatif Kavram-VE puanının hesaplanma kıstasları dikkate alındığında güçlü tutulan, bağlam-bağımlı, tutarlı ve önemli bir alternatif kavram olarak değerlendirilmiştir.

- Alternatif Kavram-VEYA puanı yüzdelere göre, Tek Kutuplu Model (A1), İlkel Kural Modeli (A3), Azalan Akım Modeli (A4), Paylaşılan Akım Modeli (A5), Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli (A6) ve Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramlarına %10'un üzerinde sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif kavramlar, Alternatif Kavram-VEYA puanının hesaplanma kıstasları dikkate alındığında değişime dirençsiz, bağlamdan-bağımsız ve önemli alternatif kavramlar olarak düşünülmüşlerdir.
- Alternatif Kavram-TOPLAM puanı yüzdelere göre ise, Tek Kutuplu Model (A1), Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli (A6) ve Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramlarına %10'un üzerinde sahip oldukları belirlenmiştir. Bu alternatif kavramlar, Alternatif Kavram-TOPLAM puanının hesaplanma kıstasları dikkate alındığında tutarlı, bağlam-bağımlı ve önemli alternatif kavramlar olarak düşünülmüşlerdir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular ve Yorum

Çalışmanın üçüncü alt problemünde; OKDE uygulamalarının yapıldığı gruptaki öğrenciler ile BBKE uygulamalarının yapıldığı gruptaki öğrencilerin öğretim süreçlerinden sonra; a) tek kutuplu model b) çarpışan akımlar modeli c) ilkel kural modeli d) zayıflayan akım modeli e) paylaşılan akımlar modeli f) güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli g) sıralı muhakeme modeli gibi farklı alternatif kavramlara sahip olma oranları bakımından farklılık var mıdır?" Sorusuna cevap aranmıştır. Fakat öğretim süreçlerinden sonraki alternatif kavramlara sahip olma durumları analiz edilmeden grupların öğretim süreçlerinden önceki durumları incelenmiştir.

a) Tek kutuplu model alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra tek kutuplu model alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığı belirlenmiştir. BEDAKT'ın VE, VEYA ve TOPLAM puan verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12

OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Tek Kutuplu Model Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A1'e Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	5	56	2,5	28
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	6	67	3	33
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.12 incelendiğinde, öğretimler öncesinde OKDE grubunda öğrencilerin VEYA puanlarına göre %56 TOPLAM puanlarına göre %28, BBKE grubunda ise VEYA puanlarına göre %67 TOPLAM puanlarına göre %33 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise OKDE grubunda ve BBKE grubunda öğrencilerin hiçbir puan türüne göre artık bu alternatif kavrama sahip olmadığı görülmektedir. Bu açıdan iki uygulamanın da bu alternatif kavramı gidermede etkili olduğu söylenebilir.

b) Çarpışan akımlar modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra çarpışan akımlar modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığı belirlenmiştir. BEDAKT'in VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.13'de sunulmaktadır.

Tablo 4.13

OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Çarpışan Akımlar Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A2'ye Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	0	0	0	0
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	0	0	0	0
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.13 incelendiğinde, öğretimler öncesinde ve sonrasında her iki grupta da öğrencilerin bu alternatif kavrama sahip olmadıkları görülmektedir.

c) İlkel kural modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra ilkel kural modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığını belirlenmiştir. BEDAKT'ın VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.14'de sunulmaktadır.

Tablo 4.14

OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT İlkel Kural Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A3'e Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	4	44	1	11
	Öğretimden Sonra	9	0	0	1	11	0,25	3
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	4	44	1	11
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.14 incelendiğinde, öğretimler öncesinde her iki grupta da öğrencilerin VEYA puanına göre %44, TOPLAM puanına göre %11 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise OKDE grubundaki öğrencilerin hala VEYA puanına göre %11 TOPLAM puanına göre %3 düzeyinde alternatif kavrama sahip oldukları, bununla beraber BBKE grubundaki öğrencilerin artık bu alternatif kavrama sahip olmadıkları görülmektedir. Bu noktadan hareketle BBKE uygulamasının bu alternatif kavramı gidermede daha etkili olduğu söylenebilir. Ancak BBKE uygulamasının OKDE uygulamasına göre gerçekte etkililiğini belirlemek amacıyla ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark olup olmadığına bakılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.15'te sunulmaktadır.

Tablo 4.15

OKDE ve BBKE Uygulamalarına Katılan Öğrencilerin İlkel Kural Modeli BEDAKT Son-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları

Puan	N	$\bar{x}$	S	sd	T	p
OKDE Grubu	9	0,11	0,33	16	1,000	0,04*
BBKE Grubu	9	0,00	0,00			

P<0,05

Tablo 4.15 incelendiğinde, öğretimler sonrasında her iki gruptaki öğrencilerin ilkel kural alternatif kavramına sahip olma puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunup

bulunmadığını test etmek için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır. Bulgular ortalamalar arasında istatistiksel açıdan BBKE grubu lehine 0.05 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu göstermektedir ($t=1,00$, $p<0,05$). Buna göre BBKE uygulamalarının bu alternatif kavramı gidermede daha etkili olduğu söylenebilir.

ç) Zayıflayan akım modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra zayıflayan akım modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığını belirlenmiştir. BEDAKT'ın VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.16'da sunulmaktadır.

Tablo 4.16

OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Zayıflayan Akım Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A4'e Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	5	56	5	56	5	56
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	5	56	5	56	5	56
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.16 incelendiğinde, öğretimler öncesinde her iki grupta da öğrencilerin %56 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise her iki uygulamanın da bu alternatif kavramı gidermede etkili olduğu görülmektedir.

d) Paylaşılan akımlar modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra paylaşılan akımlar modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığını belirlenmiştir. BEDAKT'ın VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.17'de sunulmaktadır.

Tablo 4.17

OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Paylaşılan Akımlar Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A5'e Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	1	11	0,33	4
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	2	22	0,66	7
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.17 incelendiğinde, öğretimler öncesinde OKDE grubunda öğrencilerin VEYA puanlarına göre %11 TOPLAM puanlarına göre %4, BBKE grubunda ise VEYA puanlarına göre %22 TOPLAM puanlarına göre %7 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise OKDE grubunda ve BBKE grubunda öğrencilerin hiçbir puan türüne göre artık bu alternatif kavramına sahip olmadığı görülmektedir. Bu açıdan iki uygulamanın da bu alternatif kavramı gidermede etkili olduğu söylenebilir.

e) Güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığını belirlenmiştir. BEDAKT'in VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.18'de sunulmaktadır.

Tablo 4.18

OKDE ve BBKE Öğretim Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analizler

Grup		A6'ya Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	0	0	8	89	4,29	48
	Öğretimden Sonra	9	0	0	5	56	1,98	22
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	1	11	8	89	3,63	40
	Öğretimden Sonra	9	0	0	1	11	0,33	4

Tablo 4.18 incelendiğinde, öğretimler öncesinde OKDE grubunda öğrencilerin VEYA puanlarına göre %89 TOPLAM puanlarına göre %48, BBKE grubunda ise VEYA

puanlarına göre %89 TOPLAM puanlarına göre %40 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise OKDE grubundaki öğrencilerin hala VEYA puanına göre %56 TOPLAM puanına göre %22, BBKE grubunda ise VEYA puanlarına göre %11 TOPLAM puanlarına göre %4 düzeyinde alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Bu bulgulara göre, öğretimler sonrası hem OKDE hem de BBKE grubunda güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli alternatif kavramına sahip olan öğrenci bulunmakla birlikte BBKE grubunun belirtilen alternatif kavramı giderme bakımından daha verimli olduğu söylenebilir. Bununla beraber, BBKE uygulamasının OKDE uygulamasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla T testi teknikleri kullanılmıştır. Gruplar veya puanına göre uygulamalar öncesinde denk olarak kabul edildiği için uygulamalar sonrası farka T testi ile bakılmıştır. Analize ait bulgular Tablo 4.19’da sunulmaktadır.

Tablo 4.19

OKDE ve BBKE Uygulamalarına Katılan Öğrencilerin Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli BEDAKT Son-Test Puanlarına Ait İlişkisiz Örneklem T-Testi Sonuçları

Puan	<i>N</i>	$\bar{x}$	<i>S</i>	<i>Sd</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
OKDE Grubu	9	0,56	0,53	16	2,138	0,004
BBKE Grubu	9	0,11	0,33			
P<0,01						

Tablo 4.15 incelendiğinde, öğretimler sonrasında her iki gruptaki öğrencilerin güç kaynağını sabit akım kaynağı kabul etme modeli alternatif kavramı ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığını test etmek için yapılan ilişkisiz örneklem t-testi sonucunda, ortalamalar arasında istatistiksel açıdan BBKE grubu lehine 0.01 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir (2,138, $p<0,01$). Bu sonuç betimsel analiz sonuçlarıyla örtüşmektedir.

f) Sıralı muhakeme modeli alternatif kavramı açısından gruplar arasında fark var mıdır?

Araştırmadaki her iki deney grubu (OKDE ve BBKE) arasında, öğrencilerin öğretim süreçlerinden önce ve sonra sıralı muhakeme modeli alternatif kavramına sahip olma durumları açısından bir farkın olup olmadığını belirlenmiştir. BEDAKT’ın VE, VEYA ve TOPLAM puanı verileri üzerinde betimsel analiz yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.20’de sunulmaktadır.

Tablo 4.20

OKDE ve BBKE Uygulamalarının Yapıldığı Gruplardaki Öğrencilerin BEDAKT Sıralı Muhakeme Modeli Puanlarına Ait Betimsel Analiz Sonuçları

Grup		A7'ye Sahip Öğrenci Sayısı (f)						
		VE			VEYA		TOPLAM	
		N	n	%f	n	%f	n	%f
OKDE Grubu	Öğretimden Önce	9	5	56	5	56	5	56
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0
BBKE Grubu	Öğretimden Önce	9	6	67	6	67	6	67
	Öğretimden Sonra	9	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.20 incelendiğinde, öğretimler öncesinde OKDE grubunda öğrencilerin %56, BBKE grubunda ise %67 düzeyinde bu alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise OKDE grubunda ve BBKE grubunda hiçbir öğrencinin hiçbir puan türüne göre artık bu alternatif kavramına sahip olmadığı görülmektedir. Bu açıdan iki uygulamanın da bu alternatif kavramı gidermede etkili olduğu söylenebilir.

Araştırmada OKDE ve BBKE gruplarında yürütülen öğretim uygulamalarının BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde olumlu bir etkiye neden olduğu, üçüncü alt problemi cevaplamak için yapılan analizlerde ortaya çıkmıştır. Bu durumun ortaya çıkardığı büyük resmi görebilmek amacıyla araştırmada değişimi esas alınan alternatif kavramlar için her iki deney grubunun son test verilerine göre çalışmada esas alınan 7 alternatif kavramın her biri için ayrı ayrı karşılaştırmalı betimsel analizi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.21’de bütüncül olarak sunulmuştur.

Tablo 4.21

OKDE ve BBKE Gruplarının BEDAKT Puanlarına Göre Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Alternatif Kavram Puanlarına Ait Betimsel Analiz Sonuçları

Alternatif Kavram	Grup	Öğretim Öncesi						Öğretim Sonrası						
		VE		VEYA		TOPLAM		VE		VEYA		TOPLAM		
		<i>N</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>	<i>n</i>	<i>%f</i>
Tek Kutuplu Model	OKDE	9	0	0	5	56	2,5	28	0	0	0	0	0	0
	BBKE	9	0	0	6	67	3	33	0	0	0	0	0	0
Çarpışan Akımlar	OKDE	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BBKE	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İlkel Kural Modeli	OKDE	9	0	0	4	44	1	11	0	0	1	11	0,25	3
	BBKE	9	0	0	4	44	1	11	0	0	0	0	0	0
Zayıflayan Akım	OKDE	9	5	56	5	56	5	56	0	0	0	0	0	0
	BBKE	9	5	56	5	56	5	56	0	0	0	0	0	0
Paylaşılan Akım	OKDE	9	0	0	1	11	0,33	4	0	0	0	0	0	0
	BBKE	9	0	0	2	22	0,66	7	0	0	0	0	0	0
Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme	OKDE	9	1	11	8	89	4,29	48	0	0	5	56	1,98	22
	BBKE	9	0	0	8	89	3,63	40	0	0	1	11	0,33	4
Sıralı Muhakeme Modeli	OKDE	9	5	56	5	56	5	56	0	0	0	0	0	0
	BBKE	9	6	67	6	67	6	67	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.21 incelendiğinde, OKDE ile BBKE öğretim uygulamalarının öğretim öncesi ve sonrası sonuçları birlikte değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar görülmektedir:

- Tek Kutuplu Model alternatif kavramına başlangıçta VEYA puanlarına göre OKDE grubunun %56 BBKE grubunun %67 oranında, TOPLAM puanlarına göre ise OKDE grubunun %33 BBKE grubunun %28 oranında sahip oldukları görülmektedir. Özellikle TOPLAM puanı değerlendirildiğinde bu sonuçlar, her iki grubun öğretimler öncesinde bu alternatif kavram açısından birbirlerine yakın değerlere sahip olduğunu göstermektedir. Öğretimler sonrası durumları değerlendirildiğinde ise her iki yaklaşımın da belirtilen alternatif kavramı gidermede etkili olduğu sonucuna varılabilir.
- Her iki gruptaki öğrencilerin Çarpışan Akımlar alternatif kavramına sahip olmama durumu öğretimler sonrası da değişmemiştir.
- İlkel Kural alternatif kavramına öğretimler öncesinde VEYA puanlarına göre her iki grubun %44, TOPLAM puanlarına göre ise %11 oranında sahip oldukları

görülmektedir. Öğretimler sonrası ise OKDE grubunun VEYA puanlarına göre %11, TOPLAM puanlarına göre ise %3 oranında hala bu alternatif kavrama sahip olduğu, BBKE grubunun ise artık bu alternatif kavrama sahip olmadığı görülmektedir. Bu sonuca göre BBKE yaklaşımının belirtilen alternatif kavramı gidermede OKDE yaklaşımına göre daha verimli olduğu söylenebilir.

- d) Zayıflayan Akım alternatif kavramına öğretimler öncesinde tüm puan türlerine göre her iki grubunda %56 oranında sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrası ise her iki yaklaşımın da belirtilen alternatif kavramı gidermede etkili olduğu sonucuna varılabilir.
- e) Paylaşılan Akım alternatif kavramına başlangıçta VEYA puanlarına göre OKDE grubunun %11 BBKE grubunun %22 oranında, TOPLAM puanlarına göre ise OKDE grubunun %4 BBKE grubunun %7 oranında sahip oldukları görülmektedir. Özellikle TOPLAM puanı değerlendirildiğinde bu sonuçlar, her iki grubun öğretimler öncesinde bu alternatif kavram açısından birbirlerine yakın değerlere sahip olduğu söylenebilir. Öğretimler sonrası durumları değerlendirildiğinde ise her iki yaklaşımın da belirtilen alternatif kavramı gidermede etkili olduğu görülmektedir.
- f) Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme alternatif kavramına öğretimler öncesinde VEYA puanlarına göre her iki grubun %89, TOPLAM puanlarına göre ise OKDE grubunun %48 BBKE grubunun %40 oranında sahip oldukları görülmektedir. Diğer alternatif kavramlardan farklı olarak VE puanına göre bu alternatif kavramı OKDE grubunun %11 oranında taşıdığı görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise VEYA puanlarına göre OKDE grubunun %56 BBKE grubunun %11 oranında, TOPLAM puanlarına göre ise OKDE grubunun %22 BBKE grubunun %4 oranında hala bu alternatif kavrama sahip oldukları görülüyor. Bu sonuca göre her ne kadar her iki grupta da bu alternatif kavram görülse de BBKE yaklaşımının belirtilen alternatif kavramı gidermede OKDE yaklaşımına göre daha verimli olduğu söylenebilir.
- g) Sıralı Muhakeme alternatif kavramına öğretimler öncesinde tüm puan türlerine göre OKDE grubunun %56 BBKE grubunun %67 oranında sahip oldukları görülmektedir. Öğretimler sonrasında ise her iki grupta bulunan öğrenciler artık bu alternatif kavrama sahip değildir. Bu nedenle her iki yaklaşımın da belirtilen alternatif kavramı gidermede etkili olduğu sonucuna varılabilir.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmada elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda belirlenen önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuçlar

Yapılan bu tez çalışmasında, araştırmanın ilk amacı olarak BİLSEM’lerde eğitimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramlar araştırılmıştır. Bunun için, araştırmada dört aşamalı bir alternatif kavram belirleme testi (BEDAKT) geliştirilmiştir. Bu noktada öncelikle BEDAKT’in geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış, sonrasında ise özel yetenekli öğrencilerin BEDAKT’in sonuçlarına göre kavramsal yapıları belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci kısmında, kavramsal değişimin nasıl gerçekleştiği ile ilgili birbirinden farklı görüşleri savunan teori nitelikli bilgi yapısının temsilcilerinden Chi ve arkadaşlarının OKDE yaklaşımı ile parça nitelikli bilgi yapısının temsilcisi diSessa ve arkadaşlarının BBKE yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamalarının, bir BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda kavramsal anlamalarını nasıl etkilediği ortaya konulmuştur. Aşağıda sırayla araştırmanın alt problemleriyle ilgili sonuçlar ve tartışmalara yer verilmiştir.

5.1.1. Birinci Alt Probleme Ait Sonuçlar

Araştırmanın birinci alt probleminden elde edilen bulgular, geliştirilen BEDAKT’in elektrik devreleri konusuyla ilgili özel yetenekli öğrencilerin kavramsal anlama düzeyini

değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu alt probleme dair sonuçlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

1. BEDAKT'ın geçerliğini test etmeyle ilgili ilk yöntem olarak, birinci aşamalar ve ikinci aşamalar; üçüncü aşamalar ve dördüncü aşamalar; ilk ve üçüncü aşamalar ile ikinci ve dördüncü aşama puanları arasındaki korelasyonlar incelenmiştir. Pearson korelasyon katsayıları sırasıyla 0,261, 0,288 ve 0,361 bulunmuştur. Bu sonuçlar, BEDAKT'ın birinci ve üçüncü aşamalarında ve birinci ve üçüncü aşamalarının her ikisinde yüksek puanlı katılımcıların düşük puanlı katılımcılara göre cevaplarından daha emin oldukları anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, test tüm katılımcılar için düzgün çalışmaktadır.
2. BEDAKT'ın geçerliğini test etmeyle ilgili ikinci yöntem olarak, alternatif kavram puanları üzerinde faktör analizi yapılmıştır ve alternatif kavramların kabul edilebilir faktörleri oluşturması beklenmiştir. Ancak, analiz sonucunda faktör analizi için alternatif kavram puanlarının KMO değerleri yeterli olmadığı için faktör analizine devam edilmemesine karar verilmiştir.
3. Üçüncü olarak, yanlış pozitiflerin, yanlış negatiflerin ve bilgi eksikliğinin yüzdeleri hesaplanmıştır. Yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği olasılıkları ne kadar düşük olursa, çoktan seçmeli bir testin geçerliliği de o kadar yüksek olacaktır. Bu çalışmada, yanlış pozitiflerin oranları %0,7, yanlış negatif %1,4 ve bilgi eksikliği toplam doğru puanın üzerinde %2,5 olarak hesaplanmıştır. Bu üç puanın her birinin, içerik geçerliğini destekleyen %10 değerinin altında olduğu görülmüştür.
4. Mevcut araştırmada, Kaltakçı (2012)'da olduğu gibi alternatif kavramların oranlarını hesaplamak için üç ayrı fonksiyon kullanılmıştır. Öğrenciler tarafından yaygın olarak sahip olunan, değişime dirençli ve bağlamdan bağımsız alternatif kavram yüzdelerini ortaya koyabilmek için Alternatif kavram-VE puanları; değişime dirençsiz, bağlamdan bağımsız alternatif kavram yüzdelerini ortaya koyabilmek için Alternatif kavram-VEYA puanları; öğrencilerin tutarlı, bağlama bağımlı alternatif kavram yüzdelerini ortaya koyabilmek için ise Alternatif Kavram-TOPLAM puanları hesaplanmıştır. VE işlevi ile testte yer alan tüm maddelerde alternatif kavram seçeneklerine sahip olan bir kişinin bu alternatif kavrama sahip olduğu kabul edilmiştir. VEYA işlevi ile maddelerden birinde alternatif kavram seçeneklerine sahip olan bir kişinin, bu alternatif kavrama sahip olduğu kabul edilmiştir. Hem VE hem de VEYA işlevleri belirli koşullar

için yararlı olabilir, ancak VEYA puanları alternatif kavramları daha fazla oranda tahmin ederken VE puanları alternatif kavram yüzdeleri daha az oranda değerlendirmeyi sağlamaktadır. Standartlaştırma, alternatif kavram seçimlerinin sayısından bağımsız TOPLAM fonksiyonuyla başarılmıştır. TOPLAM puanları VE ile VEYA puanlara göre bazı avantajlara sahiptir; çünkü eşit olmayan sayıdaki maddelerden kaynaklanan sorunları, tek bir kavramsal boyutu veya alternatif kavramı değerlendiren alternatif kavram seçeneklerini ortadan kaldırır. VE ile VEYA puanları yüzdeleri fazla oranda tahmin ediyormuş gibi görünse de bağlamdan bağımsız, tutarlı kavramları (VE puanları) veya içeriğe bağlı, değişime dirençsiz kavramları (VEYA puanları) belirlemede yararlıdır. Bununla birlikte VE puanları üzerindeki istatistiksel analizin, bu standartlar için VE puanlarının dağılmayan doğası nedeniyle geçerlik ve güvenilirlik kanıtı sağlamadığı vurgulanmaktadır (Kaltakçı, 2012).

5. BEDAKT'ın güvenilirliği, doğru puanlar ve alternatif kavram puanları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tüm dört aşamalar için toplam test maddelerinin doğru puanlarındaki Cronbach alfa güvenilirlik katsayısının 0,70 olduğu bulunmuştur. Alternatif kavram testleri için güvenilirlik katsayıları genellikle başarı testlerinden düşüktür. Bir araştırma-tabanlı alternatif kavram testi için güvenilirlik katsayılarının yaklaşık 0,60 veya daha yüksek olması iyi bir değer olarak kabul edilmektedir (Eryılmaz, 2010). Alan yazında aşamalı testler ile ilgili yapılan benzer çalışmalar, Aydın (2007), Kutluay (2005), Peşman (2005), Türker (2005) ve Kaltakçı (2012) doğru puanlar için güvenilirlik katsayılarını sırasıyla 0,84, 0,55, 0,69, 0,48, 0,59 olarak bulmuşlardır. Alternatif kavram puanları üzerindeki güvenilirlik katsayılarında ise, alternatif kavram TOPLAM puanı için hesaplanan katsayıların önemli olduğu düşünülmektedir ve bu oran 0,34 olarak bulunmuştur. Zira TOPLAM puanları, ölçüm açısından alternatif kavramları standartlaştırmaktadır. Türker (2005) hariç hepsi alternatif kavram puanlarındaki güvenilirlik katsayılarını doğru puanlardan (sırasıyla 0,69, 0,28, 0,33, 0,62, 0,46) düşük hesaplamıştır. Güvenirlik katsayılarına bakarak BEDAKT'ın, katılımcıların elektrik devreleri hakkındaki alternatif kavramlarını ölçmesine göre güvenilir değerlendirdiği sonucuna varılabilir.
6. Bu çalışmada üçüncü aşamada kullanılan boş seçenekler, katılımcılara test maddelerinin mevcut alternatiflerine dahil edilmediğini düşündükleri herhangi bir cevap yazma imkanı sağlamıştır. BEDAKT'da, katılımcıların ortalama %6'sı mantık

katmanlarındaki boş alternatifleri doldurmuştur. Çalışmada, boş alternatiflere yazılan tüm cevapların %99'u mevcut alternatiflerden birine kaydedilmiştir. Boş alternatiflerin diğer şıklara dahil edilmesi, çoktan seçmeli testlerin zorla şık seçme sınırlamalarını aşmak için iyi bir uygulama olduğunu göstermektedir. Bu seçeneğin eklenmesiyle, katılımcılar açık uçlu testlerde olduğu gibi kendi sözleriyle kendi cevaplarını yazmakta özgürdüler. Üstelik bu alternatiflere yazılmış yeni ve makul doğru veya yanlış cevaplar, test geliştiricilere eleştirel bir analiz fırsatı sağlayacaktır. BEDAKT için boş alternatiflere verilen yeni ve makul cevapların oranı, test maddelerinin alternatifleri arasında yer alacak kadar yüksek değildir.

Yukarıda belirtilen geçerlik ve güvenirlik ile ilgili bulgular, testin BİLSEM'lerde eğitimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları alternatif kavramları ve başarı puanlarını belirlemede kullanılabileceğini göstermektedir.

5.1.2. İkinci Alt Probleme Ait Sonuçlar

Araştırmanın ikinci alt probleminin bulguları, BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin; geliştirilen dört aşamalı BEDAKT'in aşamalarına göre doğru cevap yüzdelerini, alternatif kavramlara sahip olma yüzdelerini ve elektrik devreleri ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramların neler olduğunu ortaya koymuştur.

Dört aşamalı olarak hazırlanan BEDAKT'in doğru cevaplara göre tüm dört aşamaları dikkate alınarak öğrencilerin doğru cevaplama yüzdeleri belirlenmiştir (Bkz. Şekil 4.5). Testin tüm dört aşamasına göre özel yetenekli öğrencilerin %64,5'i testi doğru cevaplamıştır. Dört aşamalı olarak hazırlanan BEDAKT'in tüm dört aşamaları birlikte dikkate alınarak öğrencilerin ortalama alternatif kavramlara düşme yüzdeleri hesaplanmıştır (Bkz. Şekil 4.6, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8). Bu yüzdeler, daha öncede açıklandığı gibi alan yazından alınarak kullanılan VE, VEYA, TOPLAM fonksiyonlarına göre çalışmada esas alınan 7 alternatif kavram için ayrı ayrı hesaplanmıştır. BEDAKT'de her bir alternatif kavram bir veya birden çok soruyla ölçülmüştür ve alternatif kavramları ölçen soru sayıları aynı değildir. Bu açıdan alternatif kavramı ölçülen soru sayısından bağımsızlaştırmak için VE, VEYA, TOPLAM puanlarıyla standartlaştırma yapılmıştır. Tüm alternatif kavramlar dikkate alındığında, öğrencilerin alternatif kavramlara düşme ortalamaları; Alternatif kavram-VE puanlarına

göre tüm dört aşama için %7,4'tür. Alternatif kavram-VEYA puanlarına göre tüm dört aşama için %31'dir. Alternatif kavram-TOPLAM puanlarına göre tüm dört aşama için %17,8 olarak hesaplanmıştır.

BEDAKT ile tüm dört aşama için tespit edilen alternatif kavramlar listelenmiştir. Alternatif kavramların, örneklemin en az %10'unda olması durumunda önemli alternatif kavramlar olduğu ve bu değer altındaki değerlerin testin hata payından kaynaklanabileceği alan yazında savunulmuştur (Caleon & Subramaniam, 2010a, 2010b; Kaltakçı, 2012; Tan vd., 2002; Taşlıdere, 2002). Bu noktadan hareketle, dört aşamanın değerlendirilmesi sonucu önemli bulunan alternatif kavramlara göre, BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin kavramsal yapıları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir:

- Alternatif Kavram-VE puanı yüzdelerine göre öğrencilerin, güçlü tutulan, bağlam-bağımlı, tutarlı ve önemli bir alternatif kavram olarak sadece Sıralı Muhakeme Modeline (A7) sahip oldukları belirlenmiştir.
- Alternatif Kavram-VEYA puanı yüzdelerine göre öğrencilerin, değişime dirençsiz, bağlamdan-bağımsız ve önemli alternatif kavramlar olarak Tek Kutuplu Model (A1), İlkel Kural Modeli (A3), Azalan Akım Modeli (A4), Paylaşılan Akım Modeli (A5), Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli (A6) ve Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramlarına sahip oldukları bulunmuştur.
- Alternatif Kavram-TOPLAM puanı yüzdelerine göre ise öğrencilerin, tutarlı, bağlam-bağımlı ve önemli alternatif kavramlar olarak Tek Kutuplu Model (A1), Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli (A6) ve Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramlarına sahip oldukları gözlemlenmiştir.

Araştırmada esas alınan üç puan türünün (VE, VEYA, TOPLAM) BEDAKT'in tüm dört aşamalarına göre sonuçları ortak olarak değerlendirildiğinde, Sıralı Muhakeme Modeli (A7) alternatif kavramının BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerde görülen en yaygın alternatif kavram olduğu söylenebilir. BİLSEM'lerde öğrenimlerine devam eden ortaokul düzeyindeki özel yetenekli öğrenciler, fen alanındaki derslerini tamamladıktan sonra bile elektrik devreleri konusunda bazı alternatif kavramlara sahiptirler. Bu öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili alan yazında belirlenen genel alternatif kavramlardan bazılarına sahip olmaları, bu alanda yapılan ve ilköğretim düzeyindeki öğrencilerinin alternatif kavramlarını belirleyen çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

(Asami vd., 2000; Chiu & Lin, 2005; Çepni & Keleş, 2006; Jaakkola vd., 2011; Lake, 2017; Osborne, 1981, 1983; Shepardson & Moje, 1994; Shipstone, 1985, 1988; Tasker & Osborne, 1985; Tsai vd., 2007; Yıldırım vd., 2008).

Alan yazında özel yetenekli öğrencilerin birçok noktada akranlarına göre daha üst becerilere sahip olduğu bilgisi yer almaktadır. Ancak bu durum özel yeteneklilerin her noktada üstün olabileceği ya da her zaman üst düzey performanslar sergileyebileceği anlamına gelmemektedir. Nitekim bu araştırmada da özel yetenekli öğrencilerin, akranlarının sahip olduğu alternatif kavramlara benzer alternatif kavramlara sahip oldukları görülmektedir. Araştırmadaki VEYA puanlarını esas alarak değerlendirme yaptığımızda özel yetenekli öğrencilerin %51,8 oranında Tek Kutuplu Model, %16 oranında İlkel Kural Modeli, %15,8 oranında Azalan Akım Modeli, %26,8 oranında Paylaşılan Akım Modeli, %64,6 oranında Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli ve %38,4 oranında Sıralı Muhakeme Modeli alternatif kavramlarına sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlar, alan yazında diğer öğrencilerle yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bazı araştırmacılar (Osborne, 1983; Tasker & Osborne, 1985; Tiberghien & Delacôte, 1976) bir pil ve bir dizi bağlantı kablosuyla 8-12 yaş aralığındaki çocukların Tek Kutuplu Model hakkındaki inançlarını incelemiş ve çocukların çoğunun bu görevde başarısız olduklarını görmüşlerdir. Araştırmalar (Fredette & Lochhead, 1980; Shipstone, 1985), ortaöğretim düzeyi derslerin sonunda bile çoğu öğrencinin bu alternatif kavramı koruduklarını göstermektedir.

Yapılmış birçok çalışmada (Fredette & Lochhead, 1980; Maichle, 1981; Osborne, 1981, 1983; Rhöneck, 1981; Tasker & Osborne, 1985; Tiberghien & Delacôte, 1976), ilköğretim öğrencilerinden oluşan (7-15 yaş aralığı) çok geniş bir örneklemin çoğunda akım tüketim modellerinin (Azalan Akım Modeli, İlkel Kural Modeli, Paylaşılan Akım Modeli) çok yaygın olarak kabul gördüğünü ortaya koyulmuştur. Shipstone (1984, 1985), ortaokul yıllarından itibaren Sıralı Muhakeme Modelinin çok yaygınlaştığını ve ilerleyen yaş gruplarında da popülerliğini devam ettirdiğini ileri sürmüştür. Araştırmalar (Cohen vd., 1982; Maichle, 1981; Rhöneck, 1981; Shipstone, 1985) çocukların büyük çoğunluğunun erken yaşlardan itibaren akım ve gerilim arasında ayırım yapmada büyük zorluk yaşadıklarını ve bu yüzden de Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli alternatif kavramını oluşturduklarını söylemektedir.

5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Sonuçlar

Araştırmanın 3. alt problemi doğrultusunda, OKDE ve BBKE gruplarındaki öğrencilerinin öğretim süreçlerinden sonra kavramsal anlama düzeyleri açısından son test puan yüzdelere göre Tek Kutuplu Model, Çarpışan Akımlar, İlkel Kural, Zayıflayan Akım, Paylaşılan Akımlar, Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme ve Sıralı Muhakeme Modeli alternatif kavramları açısından karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Araştırmada Tek Kutuplu Model, Zayıflayan Akım, Paylaşılan Akım ve Sıralı Muhakeme Modeli alternatif kavramları öğretimler sonrasında her iki grupta da düzeldiği için her iki yaklaşımda, belirtilen alternatif kavramları gidermede etkili olduğu sonucuna varılabilir.
- Her iki gruptaki öğrencilerin Çarpışan Akımlar alternatif kavramına sahip olmama durumu öğretimler sonrası da değişmediği için her iki yaklaşımda, belirtilen alternatif kavramı ortaya çıkarma veya gidermede etkisi belirlenememiştir.
- Başlangıçta gruplarda aynı oranda sahip olunan İlkel Kural Modeli alternatif kavramı öğretimler sonrası OKDE grubunda hala bir öğrencide devam etmesinden dolayı, BBKE yaklaşımı bu alternatif kavramı gidermede daha etkili görünmektedir.
- Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme alternatif kavramlarına başlangıçta her iki gruptaki öğrenciler eşit ve yoğun bir oranda sahipken, öğretimler sonrasında, OKDE grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu hala Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme alternatif kavramlarına sahip görünmektedir. BBKE yaklaşımı belirtilen alternatif kavramı gidermede OKDE yaklaşımına göre daha verimli olduğu söylenebilir.
- Alternatif kavramlara sahip olma durumunun değişimi açısından her iki grupta da olumlu yönde ilerlemeler gözlenmiştir. Bununla beraber, en olumlu değişimin BBKE grubunda olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, tüm alternatif kavramlar birlikte değerlendirildiğinde BBKE grubunda öğretim sonrası sadece 1 öğrencide değişime dirençli bir alternatif kavrama hala sahip olma durumu varken, OKDE grubunda 7 öğrencide değişime dirençli alternatif kavramlara rastlanmıştır.

Öğrenciler herhangi bir öğretim olmaksızın başlangıçta Tek Kutup modeli alternatif kavramına sahipken, daha sonra zamanla Azalan Akım, İlkel Kural, Çarpışan Akım ve Paylaşılan Akım alternatif kavramlarını edinirler. Ortaokul düzeyinde ise eğitimle veya ilkel modellerinin gelişimiyle Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme ve devre

bileşenlerini birbirine bağlı bir sistem olarak görmediklerinden dolayı Sıralı Muhakeme gibi yeni alternatif kavramlar oluştururlar (Borges & Gilbert, 1999; Cohen vd., 1983). Bu noktadan hareketle araştırmada esas alınan alternatif kavramlardan;

- Tek Kutuplu Model ve Çarpışan Akımlar alternatif kavramlarının küçük yaş gruplarında daha yaygın görüldüğü, ancak zamanla bilimsel modelle yer değiştirdiği bilgisi alan yazında tespit edilmiştir (Shipstone, 1985). Araştırmanın her iki deney grubundaki bulguları bu noktada, alan yazınla örtüşmektedir.
- Azalan Akım ve İlkel Kural ve Paylaşılan Akım alternatif kavramları alan yazında akım tüketimi modeli şemsiyesi altında incelenmektedirler. Bu alternatif kavramların, elektrik devreleri konusunda öğrencilerin sahip olduğu en yaygın alternatif kavramlar olduğu ve eğitimle kolayca giderilebildiği tespit edilmiştir (Osborne, 1981, 1983; Shipstone, 1985; Shipstone vd., 1988; Tsai, 2003). Araştırmanın her iki deney grubundaki bulguları, bu noktada da alan yazınla örtüşmektedir.
- Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme alternatif kavramı, ortaokul yaş grubu öğrencilerde yaygın olarak görülen, değişime dirençli, tutarlı ve düzelmesi zor bir alternatif kavram olarak alan yazında tespit edilmiştir (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1895). Bu alternatif kavram, öğrencilerin devreyi bütüncül düşünememelerinden kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Araştırmanın her iki deney grubunda bu alternatif kavramın farklı oranlarda da olsa korunuyor olduğunu gösteren bulguları, alan yazınla örtüşmektedir. Ancak, BBKE öğretim uygulamalarının yapıldığı grup bu alternatif kavramda diğer deney grubuna göre oldukça başarılı olmuştur. Bunun nedeni, BBKE yaklaşımının akım-gerilim-direnç gibi elektriğin temel kavramları arasında öğrencilerin doğru ilişkileri kurmalarını sağlamayı ve bütüncül düşünmeyi öğretmeyi hedefleyen öğretim aşamalarının etkilerinden kaynaklanıyor olabilir. OKDE yaklaşımında bu sorun ‘uygun sınırlamaya yönlendirme’ aşamasında akıma karşı gerilime odaklandırarak çözülmeye çalışılmıştır. Ancak, bu yöntem kısmen etkili olsa da öğrencilere bütüncül düşünmeyi tam olarak öğretememiş olabilir. Teori, öğrencilerin mevcut kategorileri ile bilimsel kavramların kategorileri uyumlu değilse, mevcut kavramların dirençli, ısrarlı ve istikrarlı olduğunu ileri sürmektedir (Chi, 2005). Elektrik devrelerinin temel kavramları olan akım, gerilim ve direnç değişkenleri basit bir elektrik devresini yorumlamak için gerekli olan kavramlardır (Psillos, Koumaras & Tiberghien,

1988; Tsai vd., 2007). Ancak, öğrenciler çoğunlukla elektrik devre görevlerini muhakemede iki önemli değişken olan, gerilim ve akım değişkenlerini ayırmada başarısızdırlar (Shipstone, 1985). Gerilim öğrenciler tarafından akımın bir özelliği olarak görülmektedir (Rhöneck & Völker, 1985), hatta onlar devrede her şeyi akım odaklı düşünmektedirler. Bu alanda yapılan çalışmalar, bu konudaki bazı alternatif kavramların uygun yaklaşımlarla kolaylıkla giderilebildiğini, ancak Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme gibi akım odaklı düşünülen bazı alternatif kavramların değişime oldukça dirençli alternatif kavramlar olduğunu belirtmektedir (Shipstone, 1985; McDermott & van Zee, 1985; Cosgrove, 1995).

Sonuçlar dikkate alındığında hem OKDE hem de BBKE'ye dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ve başarılarını arttırmada genel olarak etkili olduğu sonucuna varılabilir. Ancak iki alternatif kavram (İlkel Kural Modeli ve Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme) konusunda iki grup arasında BBKE lehine istatistiksel olarak bir fark olduğu söylenebilir.

OKDE uygulamalarının başarısının nedeni, bu yaklaşımının elektrik kavramlarını doğru ontolojik kategoriye kaydırmayı hedefleyen öğretim aşamalarından kaynaklanıyor olabilir. OKDE yaklaşımı, sıklıkla alternatif kavramlarla karşılaşılan elektrik gibi öğrenilmesi zor konuların kavramlarına insanların maddesel özellikler yüklediklerini (örneğin, elektrik akımına su özelliği yüklemeleri gibi), bu yüzden de bu kavramları daha zor öğrendiklerini söylemektedir. Yaklaşımına göre, öğrencilerin kavramı doğru olarak tanıyabilmesi için kavramın doğru ontolojik kategorisi altında sınıflandırılması gerekmektedir. Bunun için bu yaklaşıma dayalı öğretimde, 'farkındalık' ve 'kategorik kayma' şeklinde iki tür aşamayı tamamlamak gerekmektedir. Farkındalık aşamasında öğrencilerin yanlışları onlara anlatılmalı, hatalı inançları gösterilmeli ve doğru bilgi ile karşı karşıya getirilmelidir. Kategorik kayma aşamasında ise, kavramı atayabilecekleri eksik kategori inşa edilmeli ve öğrencilerin elektriğin kavramlarını doğru ontolojik kategoriye yerleştirmeleri sağlanmalıdır (Chi, 2005, 2008; Chi & Roscoe, 2002; Chi, Roscoe vd, 2012). Bu çalışmada da bu aşamalar esas alınarak öğretim aşamaları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları OKDE ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla örtüşmektedir (Chi, 1992, 2005, 2008; Chi & Hausmann, 2003; Chi & Slotta, 1993; Chi vd., 1994; Chi & Roscoe, 2002; Chi vd., 2012; Lee & Law, 2001; Özalp, 2008; Özalp ve Kahveci, 2011; Slotta vd., 1995; Slotta & Chi, 2006; Şen & Yılmaz, 2012).

BBKE öğretim uygulamasının başarısının sebebi, bu yaklaşımının öğrencilerin elektrik kavramlarının özelliklerini doğru tanıyarak, onları her bağlamda kullanabilmelerini hedefleyen öğretim aşamalarından kaynaklanıyor olabilir. BBKE yaklaşımı, öğrencilerin yeterli kavram zenginliğine sahip olduğunu ancak yaklaşım p-prim olarak adlandırdıkları bu öğrenci kavramlarını, onların bazı bağlamlarda kullanabilirken diğer bağlamlarda düzgün kullanamamalarından dolayı sorun yaşadıklarını ileri sürmektedir. Yaklaşım göre, p-primlerin spesifik olarak ‘birleştirme, yer değiştirme, genişletme, görme, yayılma ve transfer’ gibi süreçlerin ardından yeniden kullanımı ile bu sorunun üstesinden gelinebilir. Bu süreçleri başarıyla tamamlayan bir öğrenci, artık farklı durumlarda kavramını düzgün kullanabilecektir. Çünkü bir kavrama doğru anlamda sahip olma bu yaklaşımda, farklı bağlamsal durumlarda kullanılabilen bir yetenek olarak yorumlanmaktadır. Bu çalışmada da bu süreçler esas alınarak öğretim aşamaları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışma sonuçları BBKE ile ilgili yapılan diğer çalışmalarla örtüşmektedir (Clark, 2006; diSessa, 2004, 2008; diSessa & Sherin, 1998; diSessa & Wagner, 2005; Hammer & Elby, 2002; Levrini, 2005; Levrini & diSessa, 2008; Mestre, Thaden-Koch, Dufresne & Gerace, 2004; Özdemir, 2013; Parnafes, 2005, 2007; Thaden-Koch, 2003; Wagner, 2003, 2006; Wittmann, 2002).

Araştırmanın 3. alt probleminin bulguları ışığında, elektrik devreleriyle ilgili kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlama düzeyinde BBKE yaklaşımının, OKDE yaklaşımına göre özel yetenekli öğrencilerin sahip oldukları güçlükleri gidermede daha etkili olduğu ve kavramsal anlama düzeylerini daha çok arttırdığı sonucuna varılabilir. Akranlarından akademik başarı açısından daha üst seviyede olan özel yetenekli öğrencilerin, kavramsal anlama düzeylerinde anlamlı bir fark oluşturmaları BBKE yaklaşımının fen bilimleri eğitiminde kavramsal değişim açısından önemini ortaya koymaktadır. Alan yazında her iki grupta elde edilen bulgular için, bu araştırmanın sonuçlarını ayrı ayrı destekleyen çalışmalar mevcuttur. Ancak, bu iki yaklaşımın karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmadığından dolayı, bu çalışmanın sonuçları karşılaştırılamamıştır. Son araştırmalar, öğrencilerin belirli bir alanı farklı bakış açılarından öğrenmelerinin onlara faydalı olacağını göstermektedir (Eylon & Ganiel 1990, White & Frederiksen 1990). Özellikle, fizik olguları fenomenolojik ya da makroskopik ve mikroskopik bakış açısından yorumlanabilmeli ve birbirleriyle ilişkilendirilmelidir (Borges & Gilbert, 1999).

BBKE yaklaşımının, OKDE yaklaşımına göre özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki alternatif kavramlarının giderilmesinde daha etkili olmasının nedeni,

kavramsal değişimin bu iki ayrı uçtaki perspektiflerinin arasındaki ayrımlardan kaynaklanıyor olabilir. Bu iki yaklaşım arasındaki başarı farkını diSessa'nın çalışmasında savunduğu argümanlara dayalı olarak açıklayabiliriz. diSessa'ya (2008) göre, derin öğrenme, birçok farklı bağlama dayalı olarak öğrenmeyi gerektirir. BBKE yaklaşımının öğretim aşamalarından olan 'farklı bağlamlar aşaması', öğrencilerin elektrik ile ilgili sezgisel fikirlerinin doğru kavramlarla yer değiştirmesine olanak sağlar. Bu aşamanın sonrasında öğrenciler farklı bağlamlarda elektrik kavramlarını doğru olarak tanıyabilirler. Ayrıca, diSessa (2008) öğrencilerin üzerinde değişimler yapabileceğimiz kavramsal kaynakların zenginliğine sahip olduğunu savunmaktadır. OKDE yaklaşımının aşamalarından olan 'farkındalık aşaması', Teori Nitelikli Bilgi Yapısının savunduğu gibi, öğrencilerin sezgisel teorilerin yetersiz olduğunu öğrencilere ispat etme olan "ortaya çıkarmak ve karşı karşıya bırakmak" öğretimsel çıkarımını esas alır. Bu perspektife göre kavramsal değişim, bir yenisiyle değiştirme sürecidir. Kavramsal değişime farklı bir perspektif sunan BBKE yaklaşımı ise, öğrenenlerin mevcut kavramsal yapılarını (p-primler) doğru kavramsal yapıları oluşturmak için bir temel oluşturmakta kullanır. Yani var olan kavramla yeni kavram arasında köprüler kurarak (anchoring analogy) öğrencilerin sezgisel modelleri üzerine doğru kavramsal yapılar inşa edildiğini savunur (Clement, 1993; Clement vd., 1989). Kavramlar izole edilmiş birimler değil, bir kavramsal ekoloji oluşturmak üzere birbirleriyle bağlantılı olan yapılardır. Bu nedenle, bir kavramı öğrenmenin zorluğu başka bir kavramı öğrenme zorluğuna neden olabilir (diSessa, 2002). Bu perspektife göre kavramsal değişim, bir yenisiyle değiştirme değil yeniden organize etme sürecidir.

diSessa (2008), kavramsal değişimin, farklı öğrenciler için farklı şekilde gerçekleşeceğini ileri sürer. BBKE yaklaşımına göre öğrencilerin bireysel farklılıklarının anlaşılmasını sağlayan ve onlara göre iyi adapte edilmiş öğretim çeşitliliklerini sunmak önemlidir. Özellikle BBKE yaklaşımına dayalı öğretimin son aşaması olan 'transfer' aşamasında öğretim süreci yeniden kontrol edilir. Eğer öğrenci süreci başarabilmişse öğretim o öğrenci için tamamlanır, eğer tamamlanamamışsa hangi aşamada eksik varsa (okuma, nedensel ağ, birleştirme, görme) o aşamaya o öğrenci için tekrar geri dönülür. diSessa (2008), öğrencilerin fikirlerinin basit bile olsa, şaşırtıcı şekilde güçlü ve teorik yönden bağımsız olduğunu savunmaktadır. Yani, kavramsal değişimin esin kaynağı olan öğretimin iyi özelliklerinin birçoğu, öğrencilerin fikirlerinin bağımsızlığından gelir. Öğrencilerin çoklu modelleri kullanabilecekleri gerçeği, çoğu tutarlılık çalışmalarında küçümsenmiştir.

5.2. Öneriler

1. Çalışmadan elde edilen bulgular, araştırmanın ilk amacı için geliştirilen BEDAKT'in geçerli ve güvenilir bir test olduğunu ortaya koymuştur. BEDAKT özel yetenekli öğrencilerin elektrik devrelerindeki alternatif kavramlarını belirlemek için kullanılmıştır. Buradan yola çıkılarak, BİLSEM'lerde veya farklı okullarda (özel okul vb.) öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin elektrik devreleriyle ilgili alternatif kavramlarını belirlemede de bu testin kullanılabileceği önerilmektedir.
2. Araştırmanın ikinci amacı doğrultusunda elde edilen bulgular, kavramsal değişimin nasıl gerçekleşebileceği ile ilgili teorilerden biri olan BBKE yaklaşımına dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin elektrik devreleri konusundaki kavramları anlama düzeyini arttırmada, OKDE yaklaşımına göre daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumda BİLSEM'lerde özel yetenekli öğrencilere verilecek olan fen eğitiminde BBKE yaklaşımının uygulanabileceği önerilmektedir.
3. Araştırmanın sonuçları, özel yetenekli öğrencilerinde elektrik devrelerinde normal öğrencilerle benzer oranlarda benzer zorlukları yaşadıklarını ortaya koymuştur. Bu nedenle, elektrik devrelerinin özel yetenekli öğrencilere öğretimi sırasında da öğrencilerin ön bilgilerini test etmeye yönelik daha fazla laboratuvar deneyimi sağlanması önerilmektedir.
4. Kavramsal değişimin farklı perspektifleriyle tasarlanan öğretim uygulamalarının normal ve özel yetenekli öğrencilerde kullanılması ile ilgili şimdiye kadar yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanmamış olması, bu yaklaşımların bütün öğrencilerin eğitiminde kullanılması ile ilgili daha fazla ortamda araştırma yapılmasının gerekliliğini göstermektedir.
5. Alan yazında değişik fen kavramlarının kavramsal durumunun her sınıf düzeyindeki öğrencilerde belirlenmesi ve alternatif kavramlarının giderilmesine yönelik oldukça fazla çalışma mevcuttur. Özel yetenekli öğrenciler konusundaki alan yazın incelendiğinde ise, özel yetenekliliğin tanımı, müfredat tasarımı, özel yetenekli çocukların özellikleri ve belirlenmeleri, ülkemizdeki ve dünyadaki durumu gibi çalışmaların yapıldığı, oysa özel yetenekli öğrencilerde kavram öğrenme düzeylerinin ve kavramları yapılandırılmalarının araştırılmasına yönelik çalışmaların ise çok az

olduğu görülmüştür. Bu açıdan özel yetenekli öğrencilerde kavram öğrenimine yönelik daha fazla çalışmanın yapılması önerilmektedir.

6. Araştırmada esas alınan kavramsal değişim yaklaşımlarına dayalı öğretim uygulamalarının, sadece özel yetenekli öğrencilerin eğitimi için geçerli olmadığı da düşünülmektedir. Bu yaklaşımlara dayalı öğretim uygulamalarının, normal düzeydeki öğrencilerde ne ölçüde etkili olduğu da araştırılabilir. Normal öğrenciler üzerinde bu yaklaşımlara dayalı araştırmalar yapmak, araştırmacılara bu yaklaşımın etkinliğini ve eksiklerini görme fırsatı verebilir.
7. Bu araştırmanın ikinci amacı doğrultusunda, toplam 18 özel yetenekli öğrenciden oluşan iki küçük grupla çalışılmıştır. Bu durum göz önünde bulundurularak, araştırma sonuçlarını diğer ortamlardaki özel yeteneklilere genellemekte ihtiyatlı davranılmalıdır. Zaten araştırmada genelleme çabası bulunmamaktadır. Araştırmada hangi kavramsal değişim perspektifinin daha etkili veya etkisiz olacağı merak edilmiştir. BİLSEM’lerin öğrenci yapısı gereği ulaşılabilen örneklemle ve gönüllü olarak katılabilecek öğrencilerle çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Kavramsal değişimin farklı yaklaşımları esas alınarak hazırlanan bu öğretim uygulamaları daha büyük örneklemlemlerle ve farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerle yapılarak, farklı araştırmacılarla çalışmanın genellenebilirliğini arttıracak yeni çalışmalar yapılabilir.
8. Bu çalışma fen bilimleri alanında ve Fen ve Teknoloji dersinin sadece bir ünitesi için gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarının Fen ve Teknoloji dersinin diğer konuları ile diğer derslerin konularına genellenebilmesi için yeterli dayanağı bulunmamaktadır. Benzer bir çalışma, normal yetenekli veya özel yetenekli öğrencilerle farklı konu alanlarında da yapılarak bu yaklaşımların olumlu veya olumsuz etkileri ve yaşanabilecek sıkıntılar araştırılabilir.
9. Sezgisel bilginin son derece sağlam olduğu hususunda araştırmada esas alınan her iki kavramsal değişim yaklaşımı hem fikirdir (Chi & Slotta, 1993). Araştırmanın bulgularında ortaya çıkan, farklı oranlarda da olsa her iki yaklaşımda hala korunduğu görülen bir alternatif kavramın varlığı alan yazındaki bulguları desteklemektedir. Bu noktadan hareketle, bu durumun nedenlerini araştıran çalışmalar yapılabilir.
10. Bu araştırma 4 haftalık deneysel uygulamalar ile sınırlıdır. Araştırma süresinin artırılmasının genellikle uygulanan öğretim yöntemin etkilerini görmeyi

kolaylaştıracığı düşünöldüğünden OKDE ve BBKE ile yapılan öğretim uygulamalarının etkilerinin daha iyi görölebilmesi için araştırma süresi daha uzun tutularak araştırma tekrarlanabilir.

11. OKDE ve BBKE yaklaşımlarının özel yetenekli öğrenciler üzerindeki etkileri üzerine yapılan bu çalışmanın ardından; cinsiyet, farklı sosyo-ekonomik ve sosyo-költürel bölgeler gibi farklı yönler üzerine de araştırmalar yapılabilir.
12. OKDE ve BBKE yaklaşımlarına dayalı öğretimlerin şablonlarının geliştirilmesinde uzman görüşü alınmıştır. Fakat etkinliklerin son halinin verilmesinde tam olarak araştırma alanı bu konular olan uzmanlardan görüş alınamadığından dolayı yöntemlerin etkinliklerinin yorumlanmasına dikkat edilmelidir. Bu noktadan hareketle, bu alanda şablonlara uygun etkinliklerin geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16-17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513-544.
- Afra, N. C., Osta, I. and Zoubeir, W. (2009). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 103-132.
- Akarsu, F. (2001). *Üstün yetenekli çocuklar*. Ankara: Eduser.
- Akarsu, F. (2004). Üstün yetenekliler. Şirin, M. R., Kulaksızoğlu, A. & Bilgili, A. E. (Ed.). *I. Türkiye üstün yetenekli çocuklar kongresi: Üstün yetenekli çocuklar seçilmiş makaleler kitabı* içinde (s. 127-154). Yayın Dizisi: 1 (63), İstanbul: Çocuk Vakfı.
- Akkanat, H. (2004). Üstün veya özel yetenekliler. Şirin, M. R., Kulaksızoğlu, A. & Bilgili, A. E. (Ed.). *I. Türkiye üstün yetenekli çocuklar kongresi: Üstün yetenekli çocuklar bildiriler kitabı* içinde (s. 169-194). Yayın Dizisi: 1 (63), İstanbul: Çocuk Vakfı.
- Al-Rubayea, A. M. (1996). *An analysis of Saudi Arabian High School students' misconceptions about physics concepts*. Doctoral Dissertation, Kansas State University, Department of Curriculum and Instruction, Kansas.
- Anastasi, A. & Urbina, S. (1997). *Psychological testing*. New York: McMillan Publishing Co.
- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Anderson, K. (2000). *Gifted and talented students: Meeting their needs in New Zealand Schools*. Wellington: New Zealand.

- Apaydın, Z. (2014). Ortaokul öğrencilerinin suyun kaldırma kuvveti kavramına yönelik bilgi yapıları: Görüngübilimsel bir ilksel olarak yüzmeye. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 402-424.
- Asami, N., King, J., & Monk, M. (2000). Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits. *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 141-154.
- Ateş, S., & Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Aydın, Ö. (2007). *Assessing tenth grade students' difficulties about kinematics graphs by a three-tier test*. Master's thesis, Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Ayutlu, I., & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: Pegem.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Borges, A.T., & Gilbert, J.K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., & Kılıç, E. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010a). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313-337.

- Caramazza, A., McCloskey, M., & Green, B. (1981). Naive beliefs in sophisticated subjects: Misconceptions about trajectories of objects. *Cognition*, 9, 117-123.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind* (pp. 257-291). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. In E. K. Scholnick, K. Nelson, & P. Miller (Eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (pp. 293-326). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change, *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13-19.
- Chambers, K. S., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 107-123.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science: Minnesota studies in the philosophy of science* (p. 129-160). Minneapolis: University of Minnesota.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H., & Hausmann, R. G. M. (2003). Do radical discoveries require ontological shifts? In Shavinina, L.V., & Sternberg, R. (Eds.), *International handbook on innovation* (ss. 430-444). Elsevier Science, New York.

- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 3-27). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic.
- Chi, M. T. H., Roscoe, R. D., Slotta, J. D., Roy, M. & Chasee, C. C. (2012). Misconceived causal explanations for emergent processes. *Cognitive Science* 36, 1–61.
- Chi, M. T. H., & Slotta, J. D. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 249-260.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & deLeeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Chiu, M. ve Lin, J. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429–464.
- Cho, K. S., Chung, D. H., Kim, B. H., Park, K. S., & Park, K. J. (2011). The effects of astronomical animation module on earth science gifted students' conceptual change of diurnal motion. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 32(2), 200-211.
- Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition and Instruction*, 24(4), 467-563.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66-71.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.
- Clement, J., Brown, D. E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: Finding anchoring conceptions; for grounding instruction of students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554–565.

- Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51, 407–412.
- Cosgrove, M. (1995). A study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295–310.
- Cosgrove, M., & Osborne, R. (1985). *The implications of children's science*. Heinemann Education: Auckland.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Philadelphia: Holt, Rinehart and Winston.
- Çakır, M. (2011). *Üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çataloğlu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI)*. Doctoral Dissertation, The Pennsylvania State University, Department of Curriculum and Instruction, Pennsylvania.
- Çıldır, I., & Şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 92-101.
- Çepni, S. & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 269-291.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL Uygulamaları*. Ankara: Pegem.
- Davis, G.A., & Rimm, S.B. (2004). *Education of the Gifted and Talented*. USA: Pearson Education.
- Dega, B. G., Kriek, J., & Mogese, T. F. (2013). Students' conceptual change in electricity and magnetism using simulations: Comparison of cognitive perturbation and cognitive conflict. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6), 677–698.

- Demirezen, S. ve Yağbasan, R. (2013) 7E Modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 132-151.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp. 49–70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2 & 3), 105-225.
- diSessa, A. A. (2002). Why “conceptual ecology” is a good idea. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 29-60). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic.
- diSessa, A. A. (2004). Coordination and contextuality in conceptual change. In E. Redish & M. Vicentini (Eds.), *Proceedings of the international school of physics Enrico Fermi* (vol.156, pp. 137–156). IOS: Ohmsha.
- diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research threads and fault lines. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp.265–281). New York: Cambridge University.
- diSessa, A. A. (2008). A bird’s-eye view of the “pieces” vs. “coherence” controversy (from the “pieces” side of the fence). In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp. 35-60). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- diSessa, A. A., Elby, A. & Hammer, D. (2001). J’s epistemological stance and strategies. In Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (Ed.). *Intentional conceptual change* (pp. 239-290). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- diSessa, A.A., Gillespie, N., & Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843-900.
- diSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- diSessa, A. A., & Wagner, J. F. (2005). What coordination has to say about transfer. In J. Mestre (Ed.), *Transfer of learning: Research and perspectives* (pp. 121-154). Greenwich, CT: Information Age.

- Doğan, Z. (2007). *İlköğretim düzeyindeki öğrencilerde ve üstün yeteneklilerde kavram gelişimi: Buharlaşıma, yoğunlaşma ve kaynama kavramları*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dönmez, N.B. (2004). Bilim Sanat Merkezleri'nin kuruluşu ve işleyişinde yapılması gereken düzenlemeler. Şirin, M. R., Kulaksızoğlu, A. ve Bilgili, A. E. (Edt.). *I. Türkiye üstün yetenekli çocuklar kongresi: Üstün yetenekli çocuklar bildiriler kitabı* içinde (s. 69-74). Yayın Dizisi: 2 (64), İstanbul: Çocuk Vakfı.
- Dreyfus, B. W., Gupta, A. & Redish, E. F. (2015). Applying conceptual blending to model coordinated use of multiple ontological metaphors. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 812-838.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupil and paradigms: A review of the literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671 – 688.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science education? In Fraaser, B. J., Tobin, K. G. and McRobbie, C. J. (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 107-118). New York: Springer.
- Dykstra, D.I., Boyle, C.F., & Monarch, I.A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76(6), 15-652.
- Elby, A., & Hammer, D. (2001), On the substance of a sophisticated epistemology. *Science Education*, 85, 554–567.
- Enç, M. (2005). *Üstün beyin gücü*. Ankara: Gündüz.
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electric circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.

- Ersoy, Ö., & Avcı, N. (2000). *Özel gereksinimi olan çocuklar ve eğitimleri: Özel eğitim*. İstanbul: YA-PA.
- Eryılmaz, A. (2010). Development and application of three-tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research*, 40, 53-76.
- Eryılmaz, A., & Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının ölçülmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara: 16-18.
- Eylon, B. and Ganiel, U. (1990) Macro-micro relationships: The missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning. *International Journal of Science Education*, 12(1), 79–94.
- Ferguson, G. A. & Takane, Y. (1989). *Statistical analysis in psychology and education*. New York: McGraw-Hill International Edition.
- Frankel, J. R., & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Franklin, B.J. (1992). *The development, validation, and application of a two-tier diagnostic instrument to detect misconceptions in the areas of force, heat, light and electricity*. Doctoral Dissertation, The Louisiana State University, Department of Curriculum and Instruction, USA.
- Fredette, N. H., & Clement, J. J. (1981). Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean? *Journal of College Science Teaching*, 10, 280–285.
- Fredette, N. H., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *Physics Teacher*, 18, 194–198.
- Gagné, F. (1996). A thoughtful look at the concept of talent development. *Tempo: The Journal of the Texas Association for Gifted and Talented*, p. 5-10.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Harper Collins.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.

- Griffard, P.B., & Wandersee, J.H. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23(10), 1039-1052.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Güneş, H., Yürük, N. & Ateş, S. (2016, September). *Analysis of the consistency of 7th grade gifted students' conceptual understanding of electricity across different contexts*. Paper presented at the Turkish Physical Society 32nd International Physics Congress, Bodrum.
- Habiddin, H., & Page, E. M. (2019). Development and validation of a four-tier diagnostic instrument for chemical kinetics (FTDICK). *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(3), 720-736.
- Haladayna, T. M. (1997). *Writing test items to evaluate higher order thinking*. Boston: Allyn and Bacon.
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1985). Initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hammer, D. (1996a). Misconceptions or p-prims: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 97-127.
- Hammer, D. (1996b). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for educational research. *American Journal of Physics*, 64(10), 1316-1325.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169-190). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hammer, D., & Elby, A. (2003). Tapping epistemological resources for learning physics. *Journal of the Learning Sciences*, 12, 53-90.
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299.

- Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions about photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple-choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.
- Heller, P. M., & Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 259–275.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15(2), 92-97.
- Hennessey, G. (2003). Metacognitive aspects of students' reflective discourse: Implications for intentional conceptual change teaching and learning. Sinatra, G. M. and Pintrich, P. R. (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 105-134). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the Force Concept Inventory. A response to Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33, 502-506.
- Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. A. G. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The changing meaning of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 5–61.
- Izsak, A. (2005). “You have to count the squares”: Applying knowledge in pieces to learning rectangular area. *Journal of the Learning Sciences*, 14(3), 361-403.
- Jaakkola, T., Nurmi, S. & Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71–93.
- Kaltakçı, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics*. Doctoral Dissertation,

Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.

- Karakuyu, Y., & Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 867-890.
- Kärrqvist, C. (1985). The development of concepts by means of dialogues centered on experiments. In Duit, R., Jung, W., & Rhöneck, C. von. (Eds), *Aspects of understanding electricity* (pp.215-226). Kiel, Germany: IPN.
- Keiny, S. (2008). Conceptual change as both revolutionary and evolutionary process. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 14(1), 61–72.
- Kızılcık, H. Ş., & Güneş, B. (2011). Düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı kavram yanlışları testi geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 278-292.
- Kiray, S. A., & Simsek, S. (2020). Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10087-5>.
- Kirk, R. E. (1995). *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences*. Brooks/Cole, Pacific Grove, CA.
- Kontaş, H. (2009). *BİLSEM öğretmenlerinin program geliştirme ihtiyaçlarına ilişkin geliştirilen programın etkililiği*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolution*. Chicago: The University of Chicago.
- Kutluay, Y. (2005). *Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test*. Master's Thesis, Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Kuzgun, Y. (2006). *Zekâ ve yetenekler: Eğitimde bireysel farklılıklar*. Ankara: Nobel.
- Lake, G. A. (2017). *The effect of teaching and learning strategies on conceptual and attitudinal change of gifted primary students*. Doctoral Dissertation, Curtin University, Australia.

- Lee, W. K., & Kim, H. B. (2007). Gifted middle school students' conceptual change of an enzyme by using systematic analogies during the interpretation of experimental results. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(3), 212-224.
- Lee, Y., & Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education*, 23(2), 111-149.
- Levrini, O. (2005). Proper time as coordination class. Unpublished research report, “Marco Polo” program, University of Bologna, Italy.
- Levrini, O., & diSessa, A. A. (2008). How students learn from multiple contexts and definitions: Proper time as a coordination class. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 4(1), 010107(1-18).
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual changes: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 36(4-5), 357–380.
- Linder, C.J. (1993). A challenge to conceptual change. *Science Education*, 77, 293-300.
- Linn, M. C., Eylon, B., & Davis, E. A. (2004). The knowledge integration perspective on learning. In M. C. Linn, E. A. Davis & P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education* (pp. 29-46). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Maichle, U. (1981, September). Representation of knowledge in basic electricity and its use for problem solving. In *Proceedings of the International Workshop on Problems concerning students' representation of physics and chemistry knowledge* (pp. 174-193). Ludwigsburg, West Germany.
- Maryland, S.P. (1972). *Education of gifted and talented*. Washington D.C: US Office of Education.
- Mayer, R. E. (2002). Understanding conceptual change: A commentary. In M. Limón, & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*, (pp. 101-111). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic.
- Mayer, R. E. (2003). *Learning and instruction*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner, & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 299-324). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.

- McDermott, L. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37 (7), 24-32.
- McDermott, L. C. (1990). A view from physics. In M. Gardner, J. G. Greeno, F. Reif, A. disessa & E. Stage (Eds.), *Toward a scientific practice of science education* (pp. 3-30). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- McDermott, L. C. (1993). How we teach and how students' learn-A mismatch? *American Journal of Physics*, 61(4), 295-298.
- McDermott, L. C., & vanZee, E.H. (1985). Identifying and addressing student difficulties with electric circuits. In R. Duit, W. Jung and C. von Rhoneck (eds), *Aspects of understanding electricity* (pp. 39-48). Kiel, Germany: IPN.
- MEB (1991). *Tebliğler dergisi*, 2347, 25 Kasım 1991.
- MEB. (2007). MEB *Bilim Sanat Merkezi Yönergesi*. 25.01.2007 tarih ve 4 sayılı Talim ve Terbiye Kurulu Kararı, Madde 4-6.
- MEB (2013). *Özel yetenekli bireyler strateji ve uygulama planı 2013-2017*. Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Şubat 2013.
- Mestre, J., Thaden-Koch, T., Dufresne, R., & Gerace, W. (2004). The dependence of knowledge deployment on context among physics novices. In E. Redish & M. Vicentini (Eds.), *Proceedings of the international school of physics "Enrico Fermi"*. Amsterdam: ISO/Italian Physics Society.
- Metin, N., & Dağlıoğlu, H. E. (2004). Üstün yetenekli çocukların eğitiminde öğretmenlerin rolü. Şirin, M. R., Kulaksızoğlu, A. ve Bilgili, A. E. (Edt.). *I. Türkiye üstün yetenekli çocuklar kongresi: Üstün yetenekli çocuklar bildiriler kitabı* içinde (s. 179-186). Yayın Dizisi: 2 (64), İstanbul: Çocuk Vakfı.
- Minstrell, J., & Stimpson, V. (1996). A classroom environment for learning: Guiding students' reconstruction of understanding and reasoning. In L. Schauble & R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning: New environments for education* (pp. 175-202). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Moodley, K., & Gaigher, E. (2019). Teaching electric circuits: Teachers' perceptions and learners' misconceptions. *Research in Science Education*, 49(1), 73-89.

- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 267-285.
- Ormrod, J. E. (2006). Educational psychology: Developing learners. (5th ed), Pearson Prentice Hall.
- Osborne, R. (1981). Children's ideas about electric circuits. *New Zealand Science Teacher*, 29, 12-19.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73-82.
- Osborne, J. F., Black, P., Meadows, J., & Smith, M. (1993). Young children's (7-11) ideas about light and their development. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-93.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Auckland: Heinemann.
- Osborne, R. J., & Gilbert J. K. (1979). Investigating student understanding of basic physics concepts using an interview-about-instances approach. *Research in Science Education*, 16, 40-48.
- Osborne, R. J., & Gilbert J. K. (1980a). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2, 311-321.
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980b). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, 15, 376-379.
- Özalp, D. (2008). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özalp, D., & Kahveci, A. (2011). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili iki aşamalı tanılayıcı soruların ontoloji temelinde geliştirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 40(191), 135-156.
- Özçelik, (2010). *Test hazırlama kılavuzu*. Ankara: Pegem.
- Özdemir, G. (2006). *The role of cotextual sensitivity in the conceptualization of force*. Doctoral Dissertation, Arizona State University, USA.

- Özdemir, G. (2007). Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin bilgi yapılarının bir analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 37-54.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics Science & Technology Education*, 3(4), 351-361.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2009). Knowledge structure coherence in Turkish students' understanding of force. *Journal of Research In Science Teaching*, 46(5), 570-596.
- Özdemir, Ö. F. (2013). Transfer and conceptual change: The change process from the theoretical perspectives of coordination classes and phenomenological primitives. *Instructional Science*, 41, 81-103.
- Pallant, J. (2011). *SPSS survival manual*. New York: Open University.
- Parnafes, O. (2005). *The development of conceptual understanding through the use of computational representations*. Doctoral Dissertation, University of California, USA.
- Parnafes, O. (2007). What does “fast” mean? Understanding the physical world through computational representations. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 415-450.
- Parnafes, O. (2012). Developing explanations and developing understanding: Students explain the phases of the moon using visual representations. *Cognition and Instruction*, 30(4), 359-403.
- Peşman, H. (2005). *Development of a three-tier test to assess ninth grade students' misconceptions about simple electric circuits*. Master's Thesis, Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103 (3), 208-222.
- Pfundt, H., & Duit, R. (1994). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. Kiel: IPN.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.

- 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.
- Potvin, P., Sauriol, E. ve Riopel, M. (2015). Experimental evidence of the superiority of the prevalence model of conceptual change over the classical models and repetition. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8), 1082-1108.
- Psillos, D., Koumaras, P., & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. *International Journal of Science Education*, 10(1), 29-43.
- Renzulli, J.S. (1999). What is thing called giftedness and how do we develop it? A twenty five year perspective. *Journal for the Education of Gifted*, 23(1), 3-54.
- Rhöneck, C. V. (1981, September). Student conceptions of the electric circuit before physics instruction. In *International Workshop on Problems Concerning Student's Representatuon of Physics and Chemistry Knowledge. Ludwigsburg: Pädagogische Hochschule*.
- Rhöneck, C. V., & Völker, B. (1985). Semantic structures describing the electric circuit before and after instruction. In R. Duit, W. Jung, & C. von Rhöneck (Eds.), *Aspects of understanding electricity* (pp. 275–286). Kiel, Germany: IPN.
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(3), 265-296.
- Sak, U. (2010). *Üstün zekalılar: Özellikleri, tanılanmaları, eğitimleri*. Ankara: Maya Akademi.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive development*, 11(4), 491-521.
- Scott, P., Asoko, H., & Driver, R. (1992). Teaching for conceptual change: A review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies* (pp. 310-329). Kiel, Germany: University of Kiel.

- Sencar, S., & Eryilmaz, A. (2004). Factors mediating the effect of gender on ninth grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 603-616.
- Sert Çıbık, A. (2011). Elektrik akımı konusunda yanlış kavramalar ve bunların giderilmesinde analogilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin etkisi. *Doctorate dissertation, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.*
- Shepardson, D. P., & Moje, E. B. (1994). The nature of fourth grader's understandings of electric circuits. *Science Education*, 78(5), 489-514.
- Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European journal of science education*, 6(2), 185-198.
- Shipstone, D. M. (1985). Electricity in simple DC circuits. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 33-51). Milton Keynes, England: Open University.
- Shipstone, D.M., Jung, W., & Dupin, J.J. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. von, Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Joshua, S., & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Sinatra, G. M., & Mason, L. (2008). Beyond knowledge: Learner characteristics influencing conceptual change. In Vosniadou, S. (Ed.). *International handbook of research on conceptual change* (pp. 560-582). Routledge.
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2003). The role of intentions in conceptual change learning. Sinatra, G. M. and Pintrich, P. R. (Ed), *Intentional conceptual change* (pp. 1-17). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Slotta, J. D., & Chi, M. T. (2006). Helping students understand challenging topics in science through ontology training. *Cognition and instruction*, 24(2), 261-289.

- Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Joram, E. (1995). Assessing students' misclassifications of physics concepts: An ontological basis for conceptual change. *Cognition and Instruction*, 13(3), 373-400.
- Smith, J. P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Son, J., & Kim, J. (2010). Development and application of instructional module for the conceptual change of the earth and moon's movement in the elementary science class. *Journal of Science Education*, 34(1), 58-71.
- Stamovlasis, D., Papageorgiou, G., & Tsitsipis, G. (2013). The coherent versus fragmented knowledge hypotheses for the structure of matter: An investigation with a robust statistical methodology. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 485-495.
- Sternberg, R. J. (2003). *Wisdom, intelligence and creativity synthesized*. New York: Cambridge University.
- Stoeger, H. (2009). The history of giftedness research. In L. V. Shavinina (Ed.), *International handbook on giftedness* (pp. 17-38). Springer: Netherlands.
- Straatemeier, M., van der Maas, H. L., & Jansen, B. R. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(4), 276-296.
- Strike, K.A., & Posner, G.J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4, 231-240.
- Strike, K.A., & Posner, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. Duschl & R. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY.
- Şen, Ş., & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Tamir, P. (1989). Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers. *Journal of Biological Education*, 23, 285-292.

- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S., & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 283-301.
- Tasker, R., & Osborne, R. (1985). *The implications of children's science*. Heinemann Education: Auckland.
- Taşlıdere, E. (2002). *The effect of conceptual approach on students' achievement and attitudes toward physic*. Master's Thesis, Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Taşlıdere, E. (2013). Effect of conceptual change oriented instruction on students' conceptual understanding and decreasing their misconceptions in DC electric circuits. *Creative Education*, 4(4), 273-282.
- Tavşancıl, E. (2010). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Ankara: Nobel.
- TBMM (2012). *Üstün yetenekli çocukların keşfi, eğitimleriyle ilgili sorunların tespiti ve ülkemizin gelişimine katkı sağlayacak etkin istihdamların sağlanması amacıyla kurulan Meclis Araştırma Komisyonu araştırma taslak raporu*. Dönem: 24, Yasama Yılı:3, S. Sayısı: 427, Kasım. <http://acikerisim.tbmm.gov.tr/xmlui/handle/11543/129>.
- Tebliğler Dergisi. (2001). *Bilim Sanat Merkezleri Yönergesi*, Sayı: 2530, Cilt: 64.
- Thaden-Koch, T. C. (2003). *A coordination class analysis of college students' judgments about animated motion*. Doctoral Dissertation, University of Nebraska, USA.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Tiberghien, A., & Delacôte, G. (1976). Manipulations et representations de circuits electriques simples: par des enfants de 7 à 12 ans. *Revue française de pédagogie*, 32-44.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and evolution of concept*. Princeton, NJ: Princeton University.
- Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.

- Treagust D. F., (1995), Diagnostic assessment of students' science knowledge. *Learning science in the schools: Research reforming practice*, 1, 327-436.
- Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2007). The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29(4), 391-403.
- Tsai, C. C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits. *International journal of science education*, 25(3), 307-327.
- Tsai, C., Chen, H., Chou, C., & Lain, L. (2007). Current as the Key Concept of Taiwanese Students' Understandings of Electric Circuits, *International Journal of Science Education*, 29(4), 483-496.
- Tsui, C., & Treagust, D. F. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073-1098.
- Türker, F. (2005). *Developing a three tier test to assess high school students' misconceptions concerning force and motion*. Master's Thesis, Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram Geliştirme*. Ankara: Pegem.
- Venville, G. J., & Treagust, D. F. (1998). Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1031-1055.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 205-221.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (2002). On the nature of naive physics. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61-76). New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic.

- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. Sinatra, G. M. and Pintrich, P. R. (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 373-402). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human Development*, 50, 47–54.
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. In Fraaser, B. J., Tobin, K. G. and McRobbie, C. J. (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 119-130). New York: Springer.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), 535-585.
- Vural, S. (2010). *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun geliştirilen etkinliklerin üstün yetenekli öğrencilerin kavramları anlamalarına etkisi: “erime, donma, buharlaşma, kaynama ve yoğunlaşma”*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Wagner, J. F. (2003). *The construction of similarity: Context sensitivity and the transfer of mathematical knowledge*. Doctoral Dissertation, University of California, Department of Science and Mathematics Education, Berkeley, USA.
- Wagner, J. F. (2006). Transfer in pieces, *Cognition and Instruction*, 21, 1-71.
- Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 177–210). New York: Macmillan.
- Wang, J.R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 131–157.
- West, L., & Pines L. (1984). An interpretation of research in “conceptual understanding” within a sources-of-knowledge framework. *Research in Science Education*, 14(1), 47-56.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1990). Causal models as intelligent learning environments for science and engineers education. In W. Horn (Ed.) *Causal ai models* (pp. 83–106). New York: Hemisphere.

- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London: The Falmer.
- Wittman, M. (2002). The object coordination class applied to wave pulses: Analyzing student reasoning in wave physics. *International Journal of Science Education*, 24(1), 97-118.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, A. G. Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 13(13), 102-120.
- Yakışan, M., Selvi, M., & Yürük, N. (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 4(1), 60-79.
- Yaman, İ. (2013). *Effects of instructions based on cognitive bridging and cognitive conflict on 9th grade students' understanding of force and motion, epistemological beliefs, and self-efficacy*. Doctoral Dissertation. Middle East Technical University, Department of Science and Mathematics Education, Ankara.
- Yıldırım, B. (2017). *Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlama ve tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö., & Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 67-82.
- Yürük, N. (2005). *An analysis of the nature of students' metaconceptual processes and the effectiveness of metaconceptual teaching practices on students' conceptual understanding of force and motion*. Doctoral Dissertation, The Ohio State University, USA.
- Ziegler, A. & Raul, T.D. (2000). A review of empirical studies on giftedness. *High Ability Studies*, 10, 113-137.
- Zirbel, E. L. (2006). Teaching to promote deep understanding and instigate conceptual change. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 38(1220), 1.

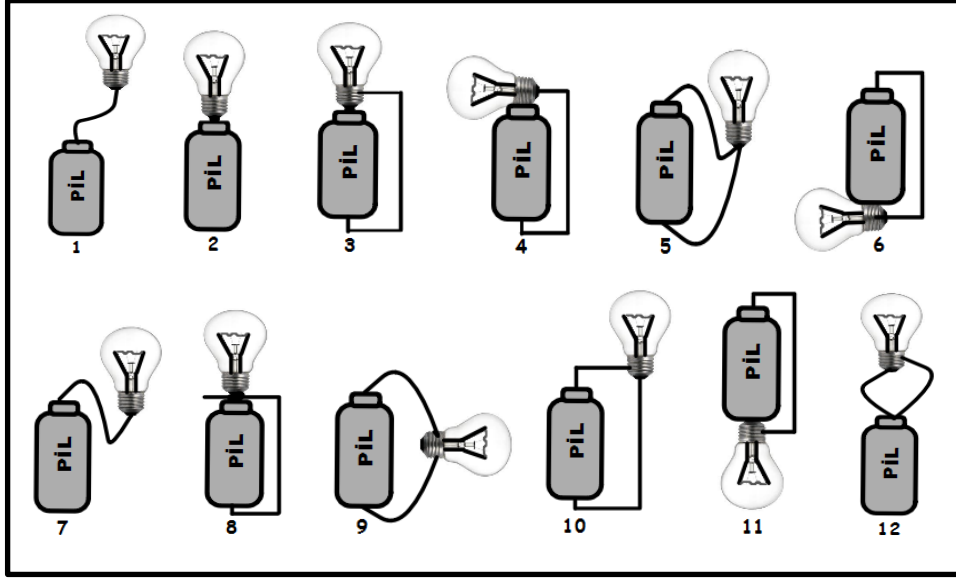
Zohar, A., & Aharon-Kravetsky, S. (2005). Exploring the effects of cognitive conflict and direct teaching for students of different academic levels. *Journal of research in science teaching*, 42(7), 829–85.

<https://orgm.meb.gov.tr/www/turkiyenin-ilk-yerli-zek-olcegi-asis-tanitildi/icerik/813>

EKLER

EK 1. BEDAKT'ın Çeldiricilerini Oluşturmak İçin Kullanılan Görüşme Kılavuzu

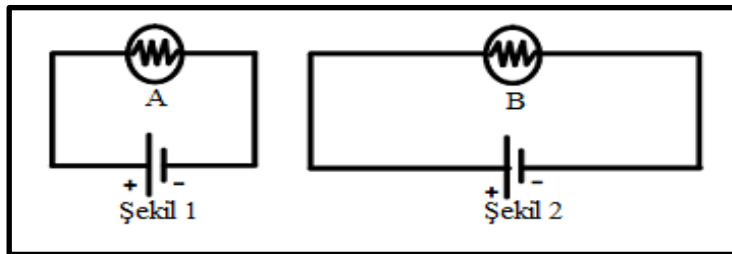
1. Tek Kutuplu Model, Çarpışan Akımlar Modeli



SORULARI:

1. Yukarıda verilen şekillerde hangi ampuller ışık verir? Açıklayabilir misin?
2. Işık veren ampullerde ampulün nasıl yandığını açıklayabilir misin?
3. Elektrik akımı nedir?
4. Akım nasıl oluşur?
5. Işık veren ampullerde uzun bir süre geçtikten sonra akımın miktarında değişim olur mu?
6. Devrede pil ne amaçla kullanılır?
7. (Yanacağını söylediği devrelerden herhangi biri gösterilerek) Elektrik akımının yönünü söyleyebilir misin?

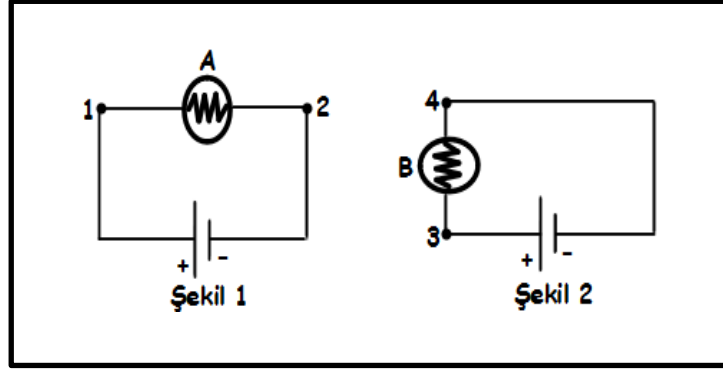
2. İkel Kural Modeli



SORULARI:

1. Şekilde verilen devrelerdeki A ve B ampullerinin parlaklığını karşılaştırabilir misin?

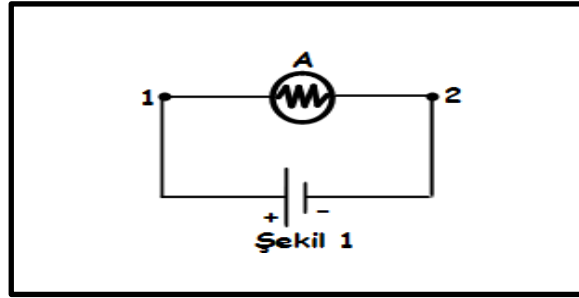
3. İlkel Kural Modeli



SORULARI:

1. Şekilde verilen devrelerdeki A ve B ampullerinin parlaklığını karşılaştırabilir misin?

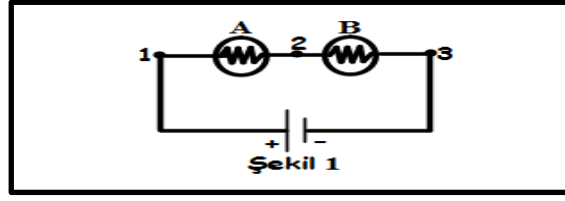
4. Azalan Akımlar Modeli



SORULARI:

1. Şekildeki devrede 1 noktasındaki ve 2 noktasındaki elektrik akımlarının büyüklüklerini karşılaştırır mısın? Neden bu şekilde düşündüğünü açıklayabilir misin?
2. Şekilde görülen elektrik devresinde ampul ışık vermektedir. Ampulün nasıl ışık verdiğini açıklayabilir misin?
3. Devrede pil ne amaçla kullanılır?
4. Şekildeki 1 ve 2 noktaları arasındaki potansiyel farkları (gerilim) karşılaştırabilir misin?

5. Azalan Akımlar Modeli, Paylaşılan Akımlar Modeli

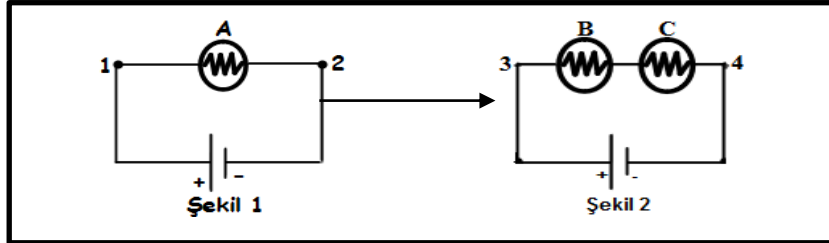


SORULARI:

Şekilde görülen kapalı elektrik devresinde lambalar özdeşdir ve devreden akım geçmektedir. Buna göre;

1. Devredeki özdeş A ve B ampullerinin parlaklıkları hakkında ne söyleyebilirsiniz?
2. Devreden geçen akımının yönünü çizerek gösterebilir misin?
3. Devre üzerindeki 1, 2 ve 3 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
4. Devrede 1 ve 2 noktaları arasındaki potansiyel fark ile 2 ve 3 noktaları arasındaki potansiyel farkları hakkında ne düşünüyorsunuz?

6. Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli, Azalan Akımlar Modeli, Paylaşılan Akımlar Modeli

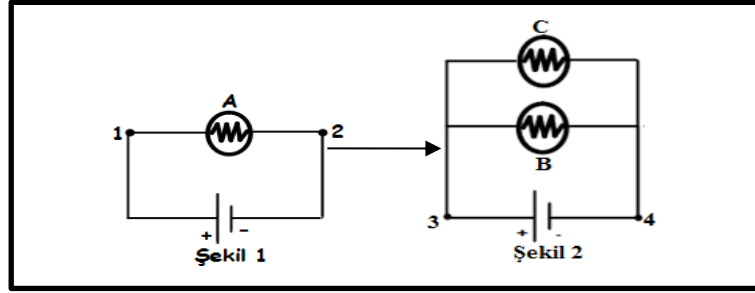


SORULARI:

Şekilde görülen ampul, pil ve teller özdeşdir. Şekil 1'de verilen elektrik devresindeki A ampulüne, şekil 2'de gösterildiği gibi onunla özdeş bir ampul ekleniyor. Buna göre;

1. Ampul eklendikten sonra yeni durumda A, B ve C ampullerinin parlaklıkları hakkında ne söyleyebilirsiniz?
2. Şekil 1'deki 1 ve 2 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
3. Şekil 2'deki 3 ve 4 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
4. Şekil 1'deki 1 noktasında ve Şekil 2'deki 3 noktasındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?

7. Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli, Azalan Akımlar Modeli

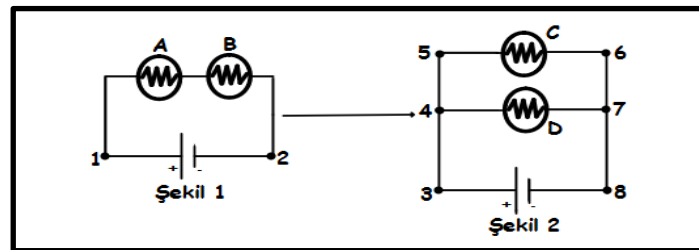


SORULARI:

Şekilde görülen ampul, pil ve teller özdeştir. Şekil 1’de verilen elektrik devresindeki A ampulüne, şekil 2’de gösterildiği gibi onunla özdeş bir ampul şekildeki gibi ekleniyor. Buna göre;

1. Ampul eklendikten sonra yeni durumda A, B ve C ampullerinin parlaklıkları hakkında ne söyleyebilirsiniz?
2. Şekil 1’deki 1 ve 2 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
3. Şekil 2’deki 3 ve 4 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?
4. Şekil 1’deki 1 noktasında ve Şekil 2’deki 3 noktasındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?

8. Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli, Azalan Akımlar Modeli

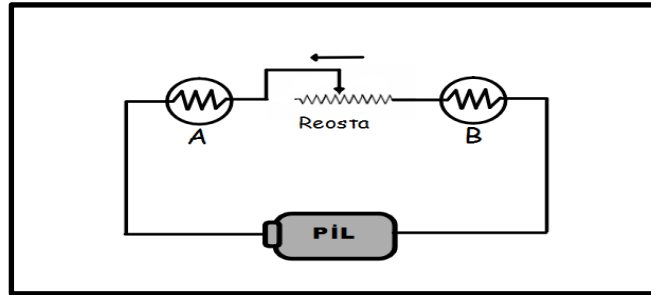


SORULARI:

Özdeş ampuller ve piller kullanılarak oluşturulan şekil 1’deki elektrik devresi, şekil 2’deki konuma getiriliyor. Buna göre;

1. Özdeş ampuller ve piller kullanılarak oluşturulan şekil 1'deki elektrik devresindeki ampuller, şekil 2'deki konuma getirildiğinde parlaklıklarını ilk durumdaki parlaklıkları ile karşılaştırabilir misin?
2. Şekil 1'de ve şekil 2'deki ampullerin üretece bağlantı şekillerinin nasıl adlandırıldığını biliyor musun?
3. Şekil 1'deki 1 ve 2 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsin?
4. Şekil 2'deki 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsin?
5. Şekil 1'deki 1 noktasında ve Şekil 2'deki 3 noktasındaki elektrik akımlarının büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsin?

9. Sıralı Muhakeme Modeli, Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli



SORULARI:

1. Şekilde görülen özdeş ampullerden oluşan devrede, reosta sürgüsü ok yönüne doğru hareket ettirildiğinde direnç artmaktadır. Buna göre reosta ok yönünde hareket ettirildiğinde A ve B ampullerinin parlaklığı hakkında ne söyleyebilirsin? Neden böyle düşündüğünü açıklayabilir misin?

EK 2. Görüşme Kılavuzu İçin Uzman Değerlendirme Formu

Sayın Uzman,

Bu yarı yapılandırılmış görüşme protokolü BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin “Basit Elektrik Devreleri” konusundaki sahip oldukları alternatif kavramların tespit edilip ortaya çıkarılması için geliştirilmiştir.

Bu çalışmaya konu olan basit elektrik devreleri bağlamları şunlardır:

- Tek Kutuplu Model
- Çarpışan Akımlar Modeli
- İlkel Kural Modeli
- Azalan Akım Modeli
- Paylaşılan Akım Modeli
- Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli
- Sıralı Muhakeme

Görüşme protokolündeki sorularda seçilen bu alternatif kavramlarla ilgili özel yetenekli öğrencilerin düşünme biçimlerini ortaya çıkaracak sorulara yer verilmiştir. Görüşme protokolündeki soruları dikkatlice inceleyip bununla ilgili aşağıdaki soruları lütfen yanıtlayınız.

İlginize teşekkür ederim.

1. Sorular içinde sizce 7. sınıf düzeyinde olan özel yetenekli öğrencilerin seviyesine uygun olmadığını düşündüklerinizi nedenleriyle belirtiniz. Mümkünse çözüm öneriniz.

.....

.....

.....

.....

2. Sorular içinde sizce 7. sınıf düzeyinde olan özel yetenekli öğrencilerin basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal yapılarını ortaya çıkarmak için uygun olmayanları nedenleriyle belirtiniz. Mümkünse çözüm öneriniz.

.....

.....

.....

.....

3. Sorular içinde sizce dili uygun olmayanları belirtiniz. Mümkünse çözüm öneriniz.

.....

.....

.....

.....

4. Soruların çizimleri içinde sizce anlaşılabilir olmayanları belirtiniz. Mümkünse çözüm öneriniz.

.....

.....

.....

.....

5. Sorular içinde kavramsal hata içerenler varsa nedenleriyle belirtiniz. Mümkünse çözüm öneriniz.

.....

.....

.....

.....

BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ ALTERNATİF KAVRAM TESTİ (BEDAKT)

Okulu (BİLSEM) :

Sınıfı :

BİLSEM'de Devam Ettiği Program :

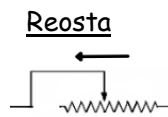
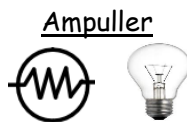
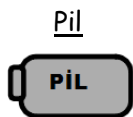
Yaşı :

Cinsiyeti : Kız ☐ Erkek ☐

Yönergeler

1. Sınava başlamadan önce yukarıda verilen kısma **okulunuzun adını, sınıfınızı, BİLSEM'de devam ettiğiniz programı, yaşınızı** yazarak, **cinsiyetinizi** işaretleyiniz.
2. Bütün sorulara cevap vermek için gayret gösteriniz.
3. Devrelerde kullanılan **pil, ampul ve kablolar özdeşdir.**
4. Devrelerde kullanılan piller ve teller idealdir. Yani **pillerin ve kabloların iç dirençleri önemsizdir.**
5. Soruların üçüncü aşamalarında verilen sebeplerden birini tercih etmezseniz **boş bırakılan şıkka kendi sebebinizi yazmanız** gerekmektedir.

Sınavda Kullanılan Semboller



1.1. Şekil 1’de gösterilen devredeki ampul ışıık verir mi?

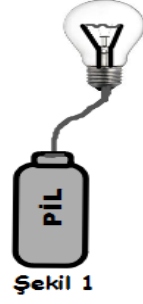
- a) Evet, ışıık verir.
- b) Hayır, ışıık vermez.

1.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

1.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) Pil ve ampul temas halindedir.
- b) Ampulün pilin enerjisine sahip olabilmesi için tek tel yeter.
- c) Ampulün yanması için pilin negatif ucundan ampulün yan metal kısmına bir kablo daha bağlanmalıdır.
- d)

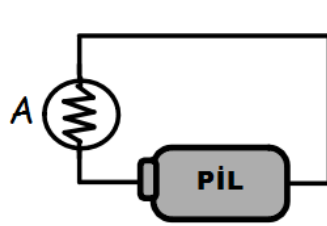


Şekil 1

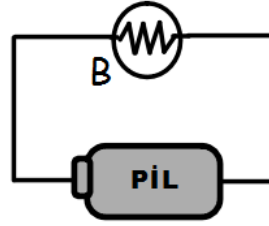
1.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

2.1. Bir pil ve bir ampulden oluşan aşağıdaki devrelerde pil, ampul ve kablolar özdeştir, kabloların iç direnci önemsizdir. Buna göre devrelerdeki A ve B ampullerinin parlaklıklarını karşılaştırınız?



Şekil 2



Şekil 3

- a) A ampulü daha parlak yanar.
- b) B ampulü daha parlak yanar.
- c) Her iki ampul eşit parlaklıkta yanar.

2.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

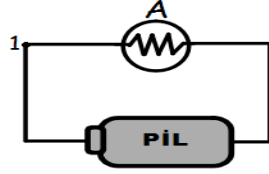
2.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) Pile ne kadar çok yakın olursa, ampul o kadar parlak yanar.
- b) İki devre arasında fark yoktur, sadece bir ampul diğerine göre daha çabuk yanar.
- c) Ampullerin nereye bağlandığının bir önemi yoktur, ikisinden de aynı büyüklükte akım geçer.
- d)

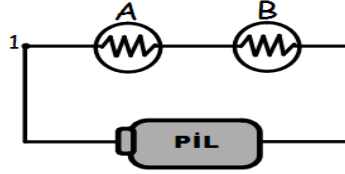
2.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

Aşağıdaki devrelerden ilk olarak Şekil 4'deki elektrik devresi kurulmuştur. Daha sonra devreye özdeş bir B ampulü Şekil 5'de görüldüğü gibi eklenmiştir (pil, ampul ve kablolar özdeştir).



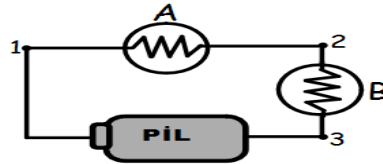
Şekil 4



Şekil 5

- 3.1. Şekil 4 ve Şekil 5'te görülen devrelerdeki 1 noktalarından geçen elektrik akımlarının büyüklüklerini karşılaştırınız?
- Şekil 4'deki 1 noktasında daha fazladır.
 - Şekil 5'deki 1 noktasında daha fazladır.
 - Her iki noktada akımların büyüklüğü eşittir.
- 3.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;
- Eminim.
 - Emin değilim.
- 3.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;
- Pilden gelen aynı büyüklükteki elektrik akımları her iki şekilde de 1 noktasında henüz kullanılmamıştır.
 - Her iki şekilde de pillerin sağladığı gerilimler aynı ama şekil 5'deki eşdeğer direnç daha büyüktür.
 - Şekil 4'de bir ampulün kullandığı elektrik akımı, şekil 5'de ise iki ampulün kullandığı elektrik akımı vardır.
 -
- 3.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;
- Eminim.
 - Emin değilim.

4.1. Şekil 6'da görülen devrede 1, 2 ve 3 noktalarındaki elektrik akımlarının büyüklükleri ile A ve B ampullerinin parlaklıklarını karşılaştırınız (ampuller özdeştir).



Şekil 6

- | <u>Akım</u> | <u>Parlaklık</u> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| a) $I_1 = I_2 = I_3$ ve | A ve B ampulleri aynı parlaklıktadır. |
| b) $I_3 > I_2 > I_1$ ve | B ampulü daha parlaktır. |
| c) $I_1 > I_2 > I_3$ ve | A ampulü daha parlaktır. |
| d) $I_1 > I_2 > I_3$ ve | A ve B ampulleri aynı parlaklıktadır. |
- 4.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;
- Eminim.
 - Emin değilim.
- 4.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;
- Ampul pile ne kadar çok yakın olursa, ampulden geçen elektrik akımı da o kadar çok olur.
 - Seri bağlı devrelerde akım şiddeti her yerde aynıdır.
 - Elektrik akımı ampuller tarafından kullanıldığı için her ampulden sonra azalır.
 -
- 4.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;
- Eminim.
 - Emin değilim.

5.1. Şekil 7'deki ampul ışık verir mi?

- a) Evet, ışık verir.
- b) Hayır, ışık vermez.

5.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

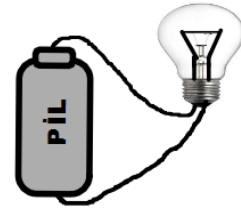
- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

5.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) Kablolar pilin her iki kutbuna, hem de ampule temas ettiği için ampulden elektrik akımı geçer.
- b) Pilin pozitif kutbundan gelen (+) yükler ve negatif kutbundan gelen (-) yükler ampulde çarpışır ve ampul yanar.
- c) Ampulden elektrik akımı geçmez.
- d)

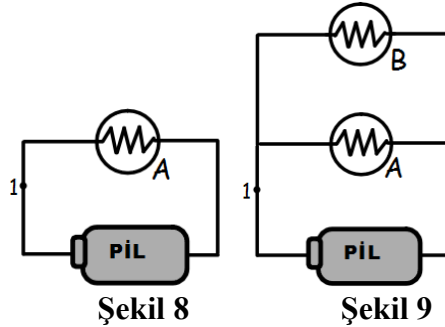
5.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.



Şekil 7

Aşağıdaki devrelerden ilk olarak Şekil 1'deki elektrik devresi kurulmuştur. Daha sonra devreye özdeş bir B ampülü Şekil 2'de görüldüğü gibi eklenmiştir (pil, ampul ve kablolar özdeşdir).



Şekil 8

Şekil 9

6.1. Şekil 8 ve Şekil 9'daki devrelerde 1 noktalarından geçen elektrik akımlarının büyüklüklerini karşılaştırınız?

- a) Şekil 8'deki 1 noktasında daha büyüktür.
- b) Şekil 9'daki 1 noktasında daha büyüktür.
- c) Her iki şekilde de aynı büyüklüktedir.

6.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

6.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) Pil Şekil 8'de tek ampule, şekil 9'da ise iki ampule akım verir.
- b) Şekil 9'daki paralel devrede eşdeğer direnç daha küçüktür.
- c) Her iki şekilde de 1 noktalarında pilden gelen aynı büyüklükteki elektrik akımı henüz kullanılmamıştır.
- d)

6.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

7.1. Şekil 10'da özdeş ampullerden oluşan devrede 1, 2 ve 3 noktalarından geçen akımların büyüklüklerini arasındaki ilişki nasıldır?

- a) $I_1 > I_2 > I_3$
- b) $I_1 > I_2 = I_3$

7.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

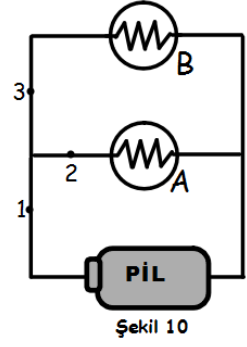
- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

7.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) Akım kollara ayrılırken gidiş yönüne düz kola daha çok, kıvrılan kola daha az akım gider.
- b) Akım yol ayrımına geldiğinde ampuller özdeş olduğundan eşit bir şekilde iki kola ayrılır.
- c) Pile yakın taraftan daha fazla akım geçer.
- d)

7.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.



Şekil 10

8.1. Şekil 11'de görülen özdeş ampullerden oluşan devredeki A ve B ampullerinin parlaklıklarını karşılaştırınız.

- a) A ampulü daha parlak yanar.
- b) B ampulü daha parlak yanar.
- c) A ve B ampullerinin parlaklıkları eşittir.

8.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;

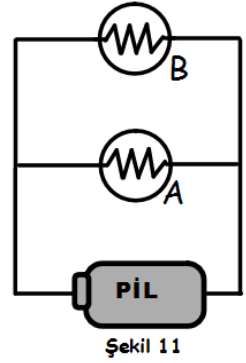
- a) Eminim.
- b) Emin değilim.

8.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;

- a) A ampulü pile daha yakındır.
- b) A ve B ampullerinden aynı büyüklükte akım geçer.
- c)

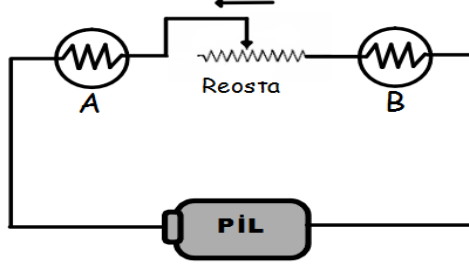
8.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;

- a) Eminim.
- b) Emin değilim.



Şekil 11

- 9.1. Aşağıda görülen özdeş ampullerden oluşan devrede reosta sürgüsü ok yönüne doğru hareket ettirildiğinde reostanın direnci artmaktadır. Buna göre reostanın sürgüsü ok yönünde hareket ettirildiğinde A ve B ampullerinin parlaklığı hakkında ne söylenebilir?



Şekil 12

- | <u>A ampulü</u> | <u>B ampulü</u> |
|-----------------|-----------------|
| a) Değişmez | Değişir |
| b) Değişir | Değişmez |
| c) Değişir | Değişir |
| d) Değişmez | Değişmez |
- 9.2. Yukarıdaki soruya verdiğim cevaptan;
a) Eminim. b) Emin değilim.
- 9.3. Soruya verdiğim cevap seçeneğini seçmemin sebebi;
a) Devrede eşdeğer direnç değiştiği için ana koldaki akım da değişir.
b) Akım diğer ampule ulaşmadan önce reostanın direnci arttırıldığı için reostadan sonra akım değişir.
c) Akım ampule ulaşmadan önce reosta tarafından etkilenir.
d) Bağlı olduğu devreden bağımsız pil sürekli aynı akımı üretir.
e)
- 9.4. Yukarıda belirttiğim sebepten;
a) Eminim. b) Emin değilim.

EK 4. BEDAKT İçin Uzman Değerlendirme Formu

BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ ALTERNATİF KAVRAM TESTİ UZMAN DEğERLENDİRME FORMU

Sayın Uzman,

Lütfen Testteki soruları ve size verilen Alternatif Kavram (EK 6) tablosunu dikkatlice inceleyiniz ve Basit Elektrik Devreleri Testi ile ilgili aşığıdaki ifadeleri okuyup bununla ilgili düşüncelerinizi en iyi açıklayan seçeneği işaretleyiniz. Eklemek istediğiniz önerilerinizi ifadelerin yanında yer alan boşluğa yazabilirsiniz.

İlginize teşekkür ederim.

Genel Bilgiler:

Amaç: Bu test BİLSEM’de öğrenimlerine devam eden özel yetenekli öğrencilerin “Basit Elektrik Devreleri” konusundaki sahip oldukları alternatif kavramların tespit edilip ortaya çıkarılması için geliştirilmiştir.

Testte ölçülmek istenen basit elektrik devreleri bağlamları şunlardır:

- Tek Kutuplu Model
- Çarpışan Akımlar Modeli
- İlkel Kural Modeli
- Azalan Akım Modeli
- Paylaşılan Akım Modeli
- Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Olarak Kabul Etme Modeli
- Sıralı Muhakeme

Soru Sayısı: Her biri dört aşamadan oluşan 9 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır.

Öğörülen Cevaplama Süresi: 30 dakika

İFADELER		Az ↔ Çok					ÖNERİLERİNİZ
		1	2	3	4	5	
1	Testin maddeleri hedef öğrencilerin bilişsel seviyelerine uygun mu?						
2	Testin tamamlanması için ayrılan süre sizce uygun mu?						
3	Testin yönergeleri sizce açık ve takip edilebilir mi?						
4	Testin dili hedef öğrenciler için sizce uygun mu?						
5	Testte kullanılan yazı boyutunun okunabilirliği sizce uygun mu?						
6	Testin maddelerinde kullanılan şekiller sizce anlaşılabilir mi?						
7	Test maddeleri (soru kökü veya çeldiriciler) doğru cevap ya da diğer maddeler için ipucu içeriyor mu?						
8	Testteki soruların sıralanışı sizce uygun mu?						
9	Alternatif kavramlar tablosunda (EK 6) belirtilen seçenekler, ilgili alternatif kavramları temsil ediyor mu?						
10	Alternatif kavramlar tablosunda (EK 6) belirtilen alternatif kavramlar, sizce uygun sayıda soru ile temsil edilmiş mi?						
11	Kabul edilen cevaplar tablosunda (EK 5) belirtilen doğru cevaplarda sizce sorunlu olanlar var mı?						

EK 5. BEDAKT'ın Doğru Cevap Anahtarı

BEDAKT'IN DOĞRU CEVAP ANAHTARI

M#	MADDELER			
Madde 1	1.1. b	1.2. a, b	1.3. c	1.4. a, b
Madde 2	2.1. c	2.2. a, b	2.3. c	2.4. a, b
Madde 3	3.1. a	3.2. a, b	3.3. b	3.4. a, b
Madde 4	4.1. a	4.2. a, b	4.3. b	4.4. a, b
Madde 5	5.1. b	5.2. a, b	5.3. c	5.4. a, b
Madde 6	6.1. b	6.2. a, b	6.3. b	6.4. a, b
Madde 7	7.1. b	7.2. a, b	7.3. b	7.4. a, b
Madde 8	8.1. c	8.2. a, b	8.3. b	8.4. a, b
Madde 9	9.1. c	9.2. a, b	9.3. a	9.4. a, b

EK 6. BEDAKT'ın Alternatif Kavram Seçenekleri Tablosu

A #	ALTERNATİF KAVRAMIN ÖZEL ADI	ALTERNATİF KAVRAM TANIMI	MADDELER			
A1	Tek Kutuplu Model	Bu modelde öğrenciler, elektrik akımının üreticinin pozitif kutbundan lambanın tabanına doğru aktığını ve tamamının lambada kullanıldığını düşünürler (Osborne, 1981, 1983). Bu modelde öğrenciler ikinci telin gerekli olmadığını veya ikinci telin devrede aktif rolünün olmadığını düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).	1.1. a 5.1. a	1.2.a, b 5.2.a, b	1.3. a, b 5.3. a	1.4. a, b 5.4. a, b
A2	Çarpışan Akımlar Modeli	Bu modelde öğrenciler, üreticinin artı ve eksi kutuplarından çıkıp lambaya ulaşan akımların burada çarpışıp enerji açığa çıkardıklarını düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).	5.1. a	5.2.a, b	5.3. b	5.4. a, b
A3	İlkel Kural Modeli	Öğrenciler, ampul ile güç kaynağı arasındaki uzaklık arttıkça ampulün parlaklığının azalacağını düşünmektedirler. Yani, pile yakın olan ampulün uzak olanlara göre daha parlak yanacağına inanırlar (Heller & Finley, 1992; Chambers & Andre, 1997; Peşman & Eryılmaz, 2010).	2.1. a, b 4.1. b, c 7.1. a 8.1. a	2.2. a, b 4.2. a, b 7.2. a, b 8.2. a, b	2.3. a, b 4.3. a 7.3. c 8.3. a	2.4. a, b 4.4. a, b 7.4. a, b 8.4. a, b
A4	Zayıflayan Akım Modeli	Bu modelde öğrenciler, akımın devrede bir yönde aktığını, üzerinden geçtiği her devre elemanında bir miktar azaldığını veya tüketildiğini ve pile daha az akımın döndüğünü düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).	4.1. b, c	4.2. a, b	4.3. c	4.4. a, b
A5	Paylaşılan Akım Modeli	Bu modele sahip öğrenciler seri bağlı devrelerde akımın devre elemanları arasında eşit olarak paylaşıldığını ve güç kaynağına daha az akım döndüğünü veya hiç akım dönmediğini düşünürler (Shipstone, 1985; Tasker & Osborne, 1985).	4.1. d 3.1. a, b 6.1. a, b	4.2. a, b 3.2. a, b 6.2. a, b	4.3. c 3.3. c 6.3. a	4.4. a, b 3.4. a, b 6.4. a, b
A6	Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli	Bu modelde öğrenciler, üretici sabit bir akım kaynağı olarak algırlar ve devrelerin özelliklerine bakmaksızın üretici tarafından devreye daima aynı akımın sağlandığını düşünürler (Cohen vd., 1982; Kärrqvist, 1985; Ateş ve Polat, 2005; Peşman & Eryılmaz, 2010).	3.1. c 6.1. c 9.1. d	3.2. a, b 6.2. a, b 9.2. a, b	3.3. a 6.3. c 9.3. d	3.4. a, b 6.4. a, b 9.4. a, b
A7	Sıralı Muhakeme Modeli	Bu modelde öğrenciler, devrenin herhangi bir noktasında bir değişiklik yapılırsa (devreye direnç eklemek veya çıkarmak gibi), bu değişiklikten sadece bu noktadan sonraki devre elemanlarının etkileneceğini düşünürler (Heller ve Finley, 1992; Shipstone, 1985; Engelhardt & Beichner, 2004; Peşman & Eryılmaz, 2010).	9.1. a, b	9.2. a, b	9.3. b, c	9.4. a, b

EK 7. BEDAKT'ın Ham Verileri

Öğrenciler	Cinsiyet	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4
1	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
2	1	B	A	D	A	C	A	C	A	C	A	D	B	A	B	B	B	A	A	A	A	B	A	A	B	B	B	B	B	C	A	B	A	B	A	C	A
3	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	D	A	D	B	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	C	A
4	1	B	A	D	A	C	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
5	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	B	B	B
6	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	B	A	C	A	C	A	B	B	D	A	C	A	B	A	C	A	A	A
7	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B
8	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	A	B
9	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
10	2	B	A	C	A	C	A	B	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
11	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	B	B	B	A	A	A	B	A	C	A	
12	2	B	A	D	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	D	A	A	A	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	D	A	D	A
13	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
14	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	B	A	A	B	A
15	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	C	A	B	A	C	A	A	A	A
16	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
17	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
18	2	B	A	C	A	C	A	B	A	B	B	B	D	A	C	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	A	B	C	A	B	A	B	A	B	A
19	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
20	2	B	A	C	B	C	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	B	B
21	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	A	A	A	B	A	A	C	A	C	A	A	B	A	B	C	A	B	A	A	A	C	A
22	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A
23	2	B	A	C	A	C	B	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	B	A	C	A	C	B	B	B	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A
24	2	B	A	C	A	C	A	B	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	B	C	B	A	A	C	A	C	A	B	A	D	A	D	A
25	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	D	A	C	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A
26	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	A	A	C	A	B	A	D	B	A	B
27	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	C	A	C	A	B	A	D	A	A	A	A	A	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A	B	A
28	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	D	B	B	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	C	B
29	1	B	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	A	A	A	B	A	B	A	B	B	B	A	B	C	A	B	A	C	A	A	A
30	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
31	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	B	A	B	C	A	B	A	A	A	B	A
32	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	B	B	B	D	A	C	A	B	A	A	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
33	1	B	A	C	A	C	B	C	B	C	B	A	A	B	A	B	A	B	A	D	A	B	B	B	B	A	A	C	A	C	A	B	A	D	B	A	B
34	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	D	A	A	B	A	B	C	A	C	A	C	A	A	A
35	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	C	A	B	A	A	A	C	A
36	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	C	B
37	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	E	A
38	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
39	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	C	A
40	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
41	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
42	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	E	A
43	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	B	B	B	B	A	C	A	A	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
44	1	B	A	D	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	E	A
45	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
46	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
47	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	B	B	C	A	B	A	A	A	B	A	
48	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	D	A	C	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	C	A
49	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
50	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	D	A	C	A	B	A	A	A	C	A
51	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
52	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	E	A
53	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A
54	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
55	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
56	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
57	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	B	D	B	A	B	D	B	C	A	B	A	C	A	A	A
58	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
59	2	B	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	B
60	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
61	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A														

Öğrenciler	Cinsiyet	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4		
62	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A		
63	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	B	B		
64	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	D	A	D	A		
65	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
66	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	B	A	B	A	C	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
67	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	C	B
68	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
69	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
70	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
71	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
72	1	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
73	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	E	A		
74	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	A	A		
75	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
76	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A			
77	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	C	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	C	A		
78	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	C	A		
79	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	B	C	B	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
80	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	D	A	B	A	B	A	C	A	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	C	A	C	A		
81	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	B	A	D	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A	
82	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	D	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
83	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
84	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	B	B	B	B	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
85	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	B	A	B	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
86	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	C	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	C	A	B	A	A	B	A		
87	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	C	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A	
88	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A			
89	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
90	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A		
91	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	D	A	C	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
92	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	C	A	A		
93	1	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	B	A	B			
94	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	D	A		
95	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	A	A	B	A	C	B	C	A	B	A	A	A	B	A		
96	2	B	A	C	A	C	A	D	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
97	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
98	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	A	A	C	A		
99	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
100	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	B	B	A	B	A	B	A	C	A	C	A	A	A	B	A		
101	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
102	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	B	A		
103	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	B	C	B	C	A	B	A	C	A	A	A		
104	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	D	A	C	A	C	A	A	A	B	A		
105	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
106	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	A	C	A	B	A	C	A	A	A			
107	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
108	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	D	A	C	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	A	B	A		
109	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
110	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
111	1	A	B	C	B	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
112	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
113	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
114	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
115	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
116	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	D	A	C	A	B	A	C	A	E	A		
117	2	A	A	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	B	B	B		
118	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
119	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	D	A	A	A	D	A	A	A	B	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A		
120	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	B	A	B	B	A	B	C	A	B	A	C	A	A	A	A		
121	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	B	B	B	D	B	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A		
122	2	B	A	D	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	B	A	C	A	C	A	B													

Öğrenciler	Cinsiyet	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4
126	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	C	A	B	A	C	A	C	B
127	2	B	A	C	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	D	A	C	A	C	A	B	B	A	B	C	A	B	A	B	A	B	A
128	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	D	A
129	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
130	2	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	A	A	D	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
131	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	B	A	B	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	B	C	A	B	A	B	A	B	A
132	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	B	B	A	C	A	A	A	A	A	C	A	C	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A
133	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	D	A	B	B	A	B	C	A	B	A	D	A	D	A
134	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
135	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
136	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	E	A
137	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	B	B	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A
138	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
139	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	A	A	D	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
140	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	B	B	A	D	A	A	B	C	B	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
141	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
142	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	D	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	E	A
143	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	D	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
144	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	D	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	D	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A
145	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	B	B	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
146	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	B	A	D	A	C	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
147	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	C	A
148	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
149	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
150	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
151	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	C	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
152	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
153	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
154	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	A	A	C	A	B	A	C	A	A	A
155	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
156	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
157	2	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
158	1	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
159	1	B	A	C	A	C	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	A	B	A	C	A	B	A	B	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
160	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A
161	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	D	A	D	A
162	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
163	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	C	A	A	A
164	2	B	A	C	A	C	A	C	A	C	A	A	A	A	A	B	A	B	A	C	A	C	A	C	A	B	A	B	A	C	A	B	A	A	A	B	A

EK 8. Katılımcıların BEDAKT'ın Üçüncü Aşamalarındaki Boş Şıklara Verdikleri Yanıtlar

Madde	Boş Şıkka Yazılan Cevap (katılımcı #)	Karar	Yeniden Kodlama	Frekans
1.3	Ampulün yanması için pilin negatif ucundan ampulün alt kısmına değmelidir (2)	BŞ	C	1
	Akım hiçbir zaman geriye gitmeyeceği içindir (4)	YS	C	1
	+ kutbundan çıkan enerji - kutbuna ulaşmazsa devre tamamlanmaz (12)	BŞ	C	1
	Ampulün yanması için pilin her iki ucundan da kablonun ampulün metal kısmına bağlı olması gerekir (44)	BŞ	C	1
	Ampulün hem artı hem de eksi kutbuna kablo bağlanıp bunlar ampule bağlanmalıdır (136)	BŞ	C	1
2.3	İkisinde de bir pil ve bir ampul vardır, o yüzden eşit yanar	BŞ	C	1
3.3	Çünkü akım daha direnç tarafından paylaşılmamıştır (2)	YS	A	1
	Her ikisinde de bir pil olduğu için eşittir (3)	BŞ	A	1
	Elektrik akımı 1 noktasına ampullerden önce geldiği için (27)	YS	A	1
	Akım hızı ve büyüklükleri eşittir, pil aynıdır çünkü (34)	BŞ	A	1
	İkisinde de bir pil var ve seri bağlandığından eşit ve tek akım vardır (42)	BŞ	A	1
	Akım ampullere gelene kadar eşittir ancak ampullere gelince şekil 5'teki direnç daha fazladır (50)	BŞ	A	1
	Seri bağlı devrelerde akım değişmez (58)	BŞ	A	1
	İkisinde de özdeş piller kullanıldığı için iki noktadan geçen akım eşittir (65)	BŞ	A	1
	Elektrik akımı seri bağlı devrelerde hiçbir şekilde değişmez (76)	BŞ	A	1
	Pilden çıkan akım her ikisinde de özdeşdir (78)	BŞ	A	1
	Her iki şekilde de pillerin gerilimleri aynı ama 5'deki eşdeğer direnç daha büyük bu nedenle 5'deki akım daha azdır (82)	BŞ	B	1
	Her iki şekilde de 1 noktasından geçen akımı engelleyen obje yoktur, geçen akımlar eşittir (89)	YS	A	1
	Akım dirençle karşılaşmıyor (91)	YS	A	1
	Aynı pilden enerji alıyor (103)	BŞ	A	1
	İki devrede de özdeş pil var buda akımı aynı yapar (109)	BŞ	A	1
	Akımlar eşittir ama iki ampule yarıya bölerek dağıtır (119)	BŞ	A	1
	Devre seri bağlıdır akım değişmez (150)	BŞ	A	1
	Şekil 5'te eşdeğer direnç büyüktür, eşdeğer direnç büyük olunca gerilim azalır bu yüzden şekil 5'te akım az (156)	BŞ	B	1
	Bir puff etkisi olduğu için ampullerin direnci önemsizdir (158)	BŞ	A	1
4.3	1. noktadan daha fazla akım geçer (3)	BŞ	C	1
	Ana koldan aynı akım geçer, seri bağlı devrelerde eşit dirençli ampuller aynı yanar (12)	BŞ	B	1
	Akım eşit dağılır (119)	BŞ	B	1
5.3	Bir tanesi ampulün - kutbuna yerleştirilmelidir (9)	BŞ	C	1
	- veya + yüklerinden biri ampulün kenarına dokundurulmalıdır (14)	BŞ	C	1
	Eksi yükte artı yükte ampule aynı yerden değmektedir (19)	BŞ	C	1
	Her iki kablodan ampulün ucuna değdiği için yanmaz (27)	BŞ	C	1
	Kabloların her ikisi aynı yere bağlanılmamalıdır (30)	BŞ	C	1
	Pilden gelen iki kablodan aynı bölgeye bağlanıyor bir tanesinin yan tarafına bağlanması gerekir (31)	BŞ	C	1
	Kablo uçlarından birinin yan tarafa değmesi gerekiyor (34)	BŞ	C	1
	Çünkü iki ucu altına temas ettiği için ampul ışık vermez (37)	BŞ	C	1
	Bir kablo ampulün metal kısmına değdirilmediğinden yanmaz (38)	BŞ	C	1
	Ampul yanmaz çünkü kablolar yanlış bağlanmış akım geçmez (56)	BŞ	C	1
	Pilin iki kutbu da alta bağlanmış oysa biri yana bağlanmalıydı (73)	BŞ	C	1
	Pilin + ve - ucu ampulün - ucuna bağlandığı için ampul yanmaz (78)	BŞ	C	1
	Ampule değdiği yer yanlış, yan tarafa değerse yanar (79)	BŞ	C	1
	Kısa devre yapar (81)	BŞ	C	1
	Her iki kablodan ampulün altına değdiği için ampul ışık vermez (88)	BŞ	C	1
	Bir kablo ampulün yan metaline değmesi gerek (91)	BŞ	C	1
	Bu devre doğru olarak tamamlanmış (120)	BŞ	A	1
	Kutuplardan biri yan yüzeye değerse ampul yanar (133)	BŞ	C	1
	Pilin negatif yanı alt kısmına bağlı kablo ampulün yan tarafına bağlanmalıdır (141)	BŞ	C	1
	Kablolardan biri ampulün yanına değmeli (150)	BŞ	C	1
	Pilden çıkan kablolar ampulün aynı kutbuna temas ediyor (151)	BŞ	C	1
	Hem pilin + ve -sine bağlı hem de ampulün akım geçen yerine (153)	BŞ	A	1
	Ampulün yanına kablonun dokunması lazım (154)	BŞ	C	1
	Ampule bağlanan kabloların her ikisi de ampulün altında olduğu için yanmaz (156)	BŞ	C	1
	Pilden çıkan kablolardan biri ampulün yan tarafına yani diğer ucuna temas etmediği için ampul yanmaz (157)	BŞ	C	1
	Telin biri ampulün yan tarafına temas etmeli (158)	BŞ	C	1
	Ampulün yanması için hem altına hem de yanına bir kablo bağlanmalıdır (160)	BŞ	C	1

Katılımcıların BEDAKT'ın Üçüncü Aşamalarındaki Boş Şıklara Verdikleri Yanıtlar

Madde	Boş Şıkka Yazılan Cevap (katılımcı #)	Karar	Yeniden Kodlama	Frekans
6.3	İki devreden geçen akım tekrar pile gelecektir ve eşittir (4)	BŞ	C	1
	Paralel devrede devreye ampul eklenince ampul parlaklığı değişmez (17)	BŞ	C	1
	Paralel devrede ampul arttıkça akım artar (25)	BŞ	B	1
	Her iki şekilde de 1 noktasındaki elektrik akımı piller aynı olduğundan aynıdır (34)	BŞ	C	1
	Çünkü paralel bağlı devrelerde ampulün eklenmesi akım değerini değiştirmez ve pilin çıktığı aynı yerde olduğu için (37)	BŞ	C	1
	Ana koldaki akımlar eşittir (38)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrelerde ampullerden geçen akım aynı olduğu için iki ampullü paralel bağlı devrenin akımı seri bağlı devreninkine eşittir (52)	BŞ	C	1
	Her ikisinde de akım eşittir çünkü paralel bağlı ampuller akımı paylaşmaz (56)	BŞ	C	1
	Akımlar eşittir (57)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrelerde parlaklık değişmez (58)	BŞ	C	1
	Çünkü ikisinde de ana koldan geçen akım aynıdır (61)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrede akım değişmez (81)	BŞ	C	1
	1 noktası iki devrede de ana koldadır buda ikisini aynı yapar (109)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devredeki ampul parlaklıkları seri bağlı ampul parlaklığına eşittir, sadece ışık verme süreleri değişir (111)	BŞ	C	1
	Paralel devrede ampul sayısı önemsizdir (120)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrelerde ampul tek ampul olarak kabul edilir. Şekil 9'da paralel bağlı olduğu için tek ampul kabul edilir. Sadece şekil 9 daha erken söner. (147)	BŞ	C	1
	(Reş hesaplaması yapmış, sonucu yanlış bulmuş) eşdeğer dirençler eşittir (149)	BŞ	C	1
	Şekil 9'daki ana koldaki akım ile şekil 8'deki akım eşittir (155)	BŞ	C	1
	Paralel bağlılarda ampulün verdiği ışık eşit olur (158)	BŞ	C	1
7.3	3 ve 2 noktalarından tek ampulün akımı geçer. 1. noktada iki pilin akımı geçer. (3)	BŞ	B	1
	Cevaptan emin değilim ama yine de cevabın bu olduğunu düşünüyorum (6)	B		1
	Akım her halükârda ikiye bölündüğü için 2 ve 3'e aynı akım düşer (50)	BŞ	B	1
	Eşit olamazlar bu yüzden azalır ilerledikçe (57)	YS	C	1
	Birdeki akım ampule ulaşmamış olduğundan ayrılmamıştır (104)	BŞ	C	1
	Ampullerden eşit miktarda akım geçer, pilden gelen akım miktarı ikiye ayrılmaz, akım direkt olarak iletilir (116)	BŞ	B	1
	1 numara ana koldadır, diğerleri değildir (160)	BŞ	B	1
8.3	Devre paralel bağlanmıştır. Pilin gerilimi b ve a ampullerinde eşit olduğundan aynı miktarda yanar (2)	BŞ	C	1
	Ana koldan geçen akım ara koldan büyüktür (34)	BŞ	C	1
	Paralel bağlama olduğu için ikisi de aynı parlaklıkta yanar (37)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrelerde ampuller özdeş ise ikisinden de eşit büyüklükte akım geçtiğinden parlaklıkları eşit olur (44)	BŞ	C	1
	Paralel bağlı devrede ampul parlaklıkları eşittir çünkü akım eşittir (86)	BŞ	C	1
	A ve B ampulünden aynı büyüklükte gerilim geçer (100)	BŞ	C	1
	Ampuller özdeş olduğu için eşit akım geçer (104)	BŞ	C	1
9.3	Pil tüm ampullere eşit akım vermez akım paylaşılır a ve b ampullerine gelen akım azalacağı için daha sönük yanar ve parlaklık değişir (2)	YS	B	1
	Devre seri bağlı olduğu için ikisini de etkiler (37)	BŞ	A	1
	Devreye ek direnç eklendiği için parlaklıklar azalır (42)	BŞ	A	1
	Devrede eşdeğer değiştiği için akım ve parlaklıklarda değişir (44)	BŞ	A	1
	Reosta sürgüsü ilk ampulden geçen akımı değiştirmez ama reostadan geçerken akım azalır ve B ampulünün parlaklığı azalır (52)	BŞ	B	1
	Devre seri bağlı olduğundan gerilim ampuller ve direnç arasında bölünür. Bunlardan biri değiştiğinde diğerleri de onlarla orantılı olarak değişir (73)	BŞ	A	1
	Devrede direnç artarsa parlaklık azalır (116)	BŞ	A	1
	Puff etkisi, her yerde azalır (150)	BŞ	A	1
	Akım bir puff etkisiyle aynı anda olduğu için aynı şekilde etkilenirler (156)	BŞ	A	1

EK 9: OKDE Yaklaşımı Örnek Etkinlik Planı

Etkinlik 4: “Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli” Çalışma Planı

Toplam Süre: 3 ders saati

Dersin işlenişi:

Bu etkinlikte OKDE yaklaşımının aşamaları izlenerek ‘Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli’ alternatif kavramının düzeltilmesine yönelik öğrencilerin yeni bilgiler öğrenmeleri ve önceki bilgilerini yapılandırmaları amaçlanmaktadır. Bunun için aşağıdaki aşamalar takip edilir.

1. Aşama: Farkına Vardırma Aşaması

Bu aşamada öğrenciler akım, gerilim ve direnç kavramlarıyla alakalı bilgi düzeylerinin farkına varırlar. Farkındalık sorununun çözümü için öğrencilerin bilgi eksiklikleri onlara anlatılmalı, hatalı inançları gösterilmeli ve onlar doğru bilgi ile karşı karşıya getirilmelidir.

Alt Aşama 1: Alternatif Kavramın Aktivasyonu ve Fark etme

Öğrencilerin akım ve gerilim kavramıyla ilgili düşünce durumlarını ortaya çıkaracak günlük hayattan bir uygulama ile derse başlanır.

Tartışma Sorusu:

Tüm Türkiye genelinde elektrikler tamamen kesik durumda iken Şanlıurfa-Adıyaman sınırında bulunan Atatürk Barajı’nda elektrik şebekesine elektrikselsel gerilim uygulanmış olsun. Sizce barajdan, yüzlerce kilometre uzaklıkta bulunan Ankara’da elektrik akımı ne kadar zaman sonra hissedilir?

Bu sorunun ardından öğrencilerin olayı düşünmeleri ve anlamaları için biraz süre tanınır. Yeterli süre verildikten sonra öğrencilerin konuya ilişkin cevapları alınır ve sınıfta tartışmaya başlanır. Bu aşamada öğrenciler konuya ilişkin fikirlerini rahatça açıklayabilmelidirler. Öğrencilerin verdikleri cevaplar üzerinden akım ve gerilim kavramlarını hangi ontolojik kategoriye koydukları bu aşamada belirlenmeye çalışılır. Burada ki temel varsayım öğrencilerin aslında ön bilgilerinde akım ve gerilim kavramlarını belirli bir ontolojik kategoriye yerleştirdikleridir. Alan yazındaki çalışmalar gösteriyor ki öğrenciler elektrikselsel kavramlarını madde kategorisine yerleştirmektedir. Oysaki öğrenciler elektrik kavramlarını bilimsel olarak süreçler kategorisinin sınırlı etkileşimler alt kategorisi

altında sınıflandırılmalıdır. Sınırlı etkileşimlerin bazı bileşenleri madde kategorisinin özelliklerini taşıdığı için öğrenciler elektrik kavramlarını daha zor öğrenmektedirler. Örneğin, elektrik akımı kavramını öğrenciler akan su benzetmesi ile eşleştirerek kullanırlar. Bu benzetme öğrencilerin elektrik akımı kavramını, madde kategorisi altında sıvı alt kategorisi içinde algılamalarına yol açar. Elektrik akımını sıvı olarak yanlış kategoride sınıflandırması, öğrencilerin akımı *pilde depolanabilir* ya da *devre üzerinden akar* gibi yanlış şekilde kodlamalara sahip olmalarına yol açar.

Yukarıdaki tartışma sorusuna öğrencilerin cevapları değerlendirilir ve elektrik kavramlarıyla ilgili düşünme biçimleri belirlenir. Ardından aşağıdaki açıklama yapılır:

Atatürk Barajı'ndan verilen elektrik enerjisi yaklaşık ışık hızı ile yayılarak aynı anda Ankara'da hissedilir. Peki, bu ne anlama gelir? Elektrik kablolarında elektrik akımı taşıyan negatif yüklerin (elektronların) ışık hızı ile hareket ettiğini söyleyebilir misiniz? Tabii ki hayır. Burada ışık hızı ile hareket eden negatif yükler değil, negatif yüklerin oluşturduğu ortak etkidir. Atatürk Barajı'nda uygulanan gerilim (potansiyel fark) nedeni ile sürüklenen negatif yüklerin oluşturduğu ortak etki ışık hızı ile yayılır. Negatif yükler kapalı devre içerisinde sürüklenir, ancak bu sürüklenme hızı elektrik kablosunun hangi metalden yapıldığına ve devrenin uçları arasına uygulanan gerilime bağlı olarak değişir. Ancak evimizde bir lambanın ışık vermesi sonucu bakır kabloda bulunan negatif yüklerin sürüklenme hızının ortalama 10 cm/h olduğu hesaplanmıştır. Negatif yükler saatte ortalama 10 cm yol alırlar, ancak bu değer uygulanan gerilim, kablo çapı, kablo türü gibi faktörlere bağlı olarak onlarca kat artıp azalabilir. Bu değer sadece negatif yüklerin sürüklenme hızının ışık hızı ile hiç ilgisinin bulunmadığını göstermek için anlamlıdır. Eğer bir devredeki akım, negatif yüklerin sürüklenme hareketi sonucu oluşsaydı, Atatürk Barajı'nda elektrik şebekesine verilen elektrik akımı ortalama 800 km uzaklıkta bulunan Ankara'ya yaklaşık 900 yıl sonra gelecekti. Aynı şekilde evimizde elektrik düğmesine bastıktan iki gün sonra elektrik lambasının ışık vermesi gerekecekti. Ancak durum hiç de böyle değildir. Elektrik enerjisi negatif yüklerin sürüklenme hareketi sonucu değil, onların oluşturduğu ortak etki sonucu iletiliyor ve bu ortak etkinin yayılma hızı ışık hızı boyutundadır.

2. Aşama: Kategori Oluşturma Aşaması

Elektrik kavramları genel olarak yanlış kategorize edilmiş kavramlardır ve Chi ve arkadaşlarının açıkladığı ontolojik ağacın paralel dalları arasında yaşanan karmaşanın düzeltilmesiyle çözülebilir. Bu sorunun çözümü için öncelikle yanlış kavranan kategori için yeni bir kategori inşa edilmelidir. İnşa için, akım, gerilim ve direnç hakkında öğrencilerin eğer önceki öğrenmelerinde eksiklikler varsa bu aşamada giderilmeye çalışılır.

Alt Aşama 1: Teorik Bilginin Sunulması

Bu aşamada öğrencilere öncelikle akım kavramı ile ilgili bilimsel bilgi sunulur:

Akım: Bir iletkenin birim kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına “akım” denir. Elektrik akımının sembolü ‘i’ dir. Elektrik akımının birimi ‘amper’dir ve kısaca ‘A’ ile gösterilir. Elektrik akımının büyüklüğü ‘ampermetre’ ile ölçülür. Elektrik akımının yönü pilin pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru olduğu kabul edilmiştir. Bir devrede uzun süreli bir elektrik akımının oluşabilmesi için potansiyel farkı sağlayan bir üretece (pil, akü, güç kaynağı vb.), bu üreticin iki kutbunun kapalı bir devreyle (bir pil, bir direnç (ampul) ve iletken telden oluşur.) birleştirilmesine ve bu kapalı devre boyunca yük taşıyıcıların (elektronların) olmasına ihtiyaç vardır.

Öğrencilerden önlerinde duran bu konuyla ilgili tüm araç gereçleri (kapalı devre elemanları, ampermetre vs.) incelemeleri istenir. Ardından öğrencilerin düşünme yönü enerji kaynağına, oradan da gerilime çevrilir. Ardından öğrencilere gerilimle ilgili bilimsel bilgi sunulur:

Gerilim: Devrede elektrik akımının oluşmasına neden olan, devrenin iki ucu arasındaki yüklerin enerjileri arasındaki farktır. Bu fark olduğu sürece elektrik akımı da devrede oluşmaya devam eder. Devrenin iki ucu arasındaki enerji farkının göstergesine “Gerilim (Potansiyel Fark)” adı verilir. Gerilimin sembolü ‘V’dir. Gerilimin birimi ‘volt’tur ve kısaca ‘V’ ile gösterilir. Gerilim ‘voltmetre’ ile ölçülür. Voltmetre devreye paralel olarak bağlanır. Pilde kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Kapalı bir devrede bulunan pilin zamanla bitmesi demek bu kimyasal olayların sonlanması anlamına gelir.

Öğrencilerden önlerinde duran bu konuyla ilgili tüm araç gereçleri (farklı gerilim kaynakları, voltmetre vs.) incelemeleri istenir. Bunun sonrasında direnç kavramı ile ilgili bilimsel bilgi öğrencilere sunulur:

Direnç: Bir iletkenin uçlarına gerilim uygulandığında yüklü tanecikler iletkenin üzerinden geçerken engellerle karşılaşır. Bir iletkenin direnci, o iletkenin üzerinden geçen elektrik akımının ne kadar güçlükle karşılaştığının ölçüsüdür. Eğer bu güçlük çok fazla olursa devrede direnç çok fazladır diyebiliriz. Bu direncin fazlalığına dayalı olarak günlük hayatımızı kolaylaştırılan su ısıtıcısı, ütü, tost makinesi, elektrikli soba gibi araçlar üretilmiştir. Basit bir elektrik devresinde gördüğümüz ampul de bir dirençtir. Direncin sembolü 'R'dir. Direncin birimi 'Ohm'dur ve kısaca ' Ω ' ile gösterilir. Birden fazla direnç devreye seri ya da paralel olarak bağlanabilir.

Konuyla ilgili bu bilgi verildikten sonra öğrencilerden önlerinde duran dirençle ilgili tüm araç gereçleri (farklı direnç ve ebatlarda ampuller, led ampuller, reosta vs.) incelemeleri istenir.

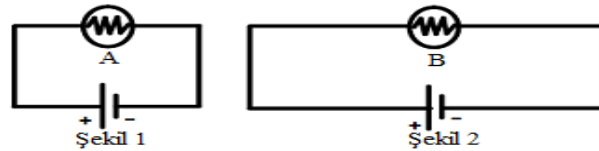
Alt Aşama 2: Yanal Kategorinin İnşa Edilmesi

Bu aşamada genelde madde kategorisi özelliği (su gibi düşünme) atfedilen akım kavramı için sınırlı etkileşimler kategorisini inşa edebilecekleri aşağıdaki uygulama yaptırılır:

Uygulama:

Gerekli malzemeler: İki tane 1.5 V'luk pil, iki tane pil yatağı, özdeş iki ampul, iki duyu, iki tane kısa ve iki tane çok uzun bağlantı kabloları.

Yapılışı: Aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurunuz.



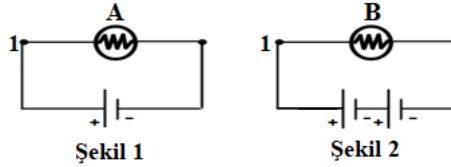
1. Bu iki devredeki ampullerin ışık vermeye başlama süreleri arasında bir farklılık var mıdır?

Uygulamadaki soruya öğrencilerden gelen cevaplar alındıktan sonra, onların nasıl düşündükleri anlaşılmalı çalışılır. Burada ki temel hedef öğrencilerin ön bilgilerinde var olan akım kavramına ilişkin kaynaklarını, sınırlı etkileşimler kategorisine yönlendirilebilmektir. Akımın eğer su gibi akma özelliği olsaydı bu devrelerdeki ampullerin çok farklı sürelerde yanacağı vurgulanarak, tekrardan akımın bir önceki aşamada değinilen özelliklerinden bahsedilir. Ardından gerilim için bir sonraki uygulama yaptırılır:

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Üç tane 1.5 V'luk pil, üç tane pil yatağı, özdeş iki ampul, iki duy, bağlantı kabloları.

Yapılışı: Öğrencilerin aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurmaları istenir. Devreleri kurduktan sonra aşağıdaki sorular sorulur.



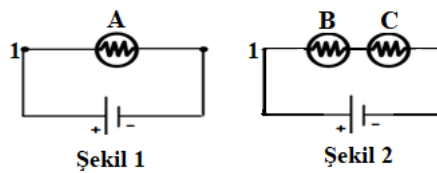
1. Bu iki devredeki ampullerin parlaklıklarını karşılaştırabilir misiniz?
2. İkisinde de bir ampul olmasına rağmen parlaklıklar arasında neden farklılık olduğunu açıklayabilir misiniz?

Uygulamadaki sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplardan, onların düşünme biçimleri anlaşılmalı çalışılır. Burada ki temel hedef öğrencilerin ön bilgilerinde var olan gerilim kavramına ilişkin kaynaklarını sınırlı etkileşimler kategorisine yönlendirilebilmektir. Devrede gerilimin rolüne değinilerek, tekrardan gerilimin bir önceki aşamada değinilen özelliklerinden bahsedilir. Ardından direnç için aşağıdaki uygulama yaptırılır:

Uygulama:

Gerekli malzemeler: İki tane 1.5 V'luk pil, iki tane pil yatağı, özdeş üç ampul, üç duy, bağlantı kabloları.

Yapılışı: Öğrencilerin aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurmaları istenir. Devreleri kurduktan sonra aşağıdaki sorular sorulur.



1. Bu iki devredeki ampullerin parlaklıklarını karşılaştırabilir misiniz?
2. İki devre arasında parlaklıklar arasında neden farklılık olduğunu açıklayabilir misiniz?

Uygulamadaki sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplardan, onların düşünme biçimleri anlaşılmalı çalışılır. Burada ki temel hedef öğrencilerin ön bilgilerinde var olan direnç kavramına ilişkin kaynaklarını doğru kategoriye yönlendirilebilmektir. Devrede direncin

rolüne değinilerek, tekrardan direncin bir önceki aşamada değinilen özelliklerinden bahsedilir.

3. Aşama: Uygun Sınırlamaya Yönlendirme Aşaması

Öğrencilerin karşlarına çıkan her devre örneğinde sadece odaklandıkları akım kavramından, gerilim ve direnç kavramlarına bakış açılarının değıştırilebilmesi ve akım-gerilim-direnç ilişkisini düşündürerek sınırlı etkileşimler kategorisinde bu kavramların konumlarının sağlamaştırılması bu aşamada hedeflenendir.

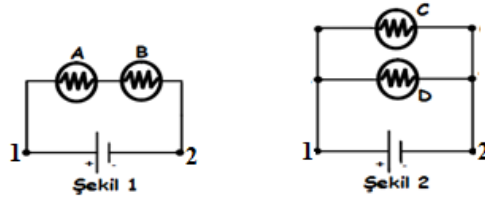
Alt Aşama 1: Sınırlama:

Kavramsal değışimin gerçekteşebilmesi için öğrenciler, bu aşamada uygun sınırlamaya yönlendirilmelidir. Bu noktada öğrencilere, akıma karşı gerilime veya dirence odaklanacakları uygulamalar yaptırılır.

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Özdeş dört ampul, dört duy, iletken kablolar, güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, direnç ölçer.

Yapılışı: Aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurunuz.



1. Şekil 1'deki elektrik devresindeki ampuller ile şekil 2'deki ampullerin parlaklıklarını karşılaştırabilir misiniz? İki ampul kullanılmasına karşı parlaklıklar arasında neden farklılık olduğunu açıklayabilir misiniz?
2. Şekil 1 ve 2'deki devrelerin 1 veya 2 noktalarından geçen akım, gerilim ve direnç değerlerini ölçünüz.
3. Her iki devrede de ölçtüğünüz değerler üzerinden akım-gerilim-direnç arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayabilir misiniz?
4. İki devredeki ampul parlaklıkları arasındaki farklılıkları bulduğunuz değerler üzerinden yorumlayınız.
5. İki devrede de bir pil olmasına rağmen neden farklı akım değeri bulunduğunuzu yorumlayınız.

Bu uygulamanın ardından devrede pilin sürekli aynı akımı üretmediği, devrenin bağlanma şekline göre değişenlerin neler olduğu, devrede akım-gerilim-direnç üçlüsünün bir bütün halinde düşünülmesi gerektiği üzerine vurgu yapılarak öğrencilerin önceki bilgileri uygun sınırlandırmaya yönlendirilerek ontolojik eğitimleri tamamlanır.

4. Aşama: Kategorize Etme Aşaması

Bu aşamada iki alt boyutta aşağıdaki çalışmalar yapılır.

Alt aşama 1: Sonuç ve Toparlama

Bu aşamada akım-gerilim kavramları ve birbirleriyle olan ilişkileri üzerine genel bir değerlendirme yapılır.

Alt Aşama 2: Kategorize etme ve genişletme:

Öğrencilerin hedef kavramları, Sınırlamaya Dayalı Etkileşimler altında kategorize edip edemediklerinin kontrolünün ardından, öğrencilerin eksikliklerine göre genişletme için sorun olan aşamalardaki etkinlikler tekrar yaptırılır.

EK 10: BBKE Yaklaşımı Örnek Etkinlik Planı

Etkinlik 4: “Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli” Çalışma Planı

Toplam Süre: 3 ders saati

Dersin işlenişi:

Bu etkinlikte BBKE yaklaşımının aşamaları izlenerek ‘Güç Kaynağını Sabit Akım Kaynağı Kabul Etme Modeli’ alternatif kavramının düzeltilmesine yönelik öğrencilerin yeni bilgiler öğrenmeleri ve önceki bilgilerini yapılandırmaları amaçlanmaktadır. Bunun için aşağıdaki aşamalar takip edilir.

1. Aşama: Kavramın Anlaşılma Aşaması

Bu aşamada gerilim, direnç ve akım kavramlarının anlaşılması sağlanır.

Alt aşama 1: Üretken P-primlerin Aktivasyonu ve Birleştirme

Derse günlük hayattan öğrencilerin daha önce deneyimlediği örnek sorularla başlanır.

Tartışma Sorusu:

Bir pil kendisine bağlanmış ampulün yanmasını nasıl sağlar?

Farklı ampuller bağlayarak ışığın daha parlak veya zayıf yanmasını sağlayabilir miyiz?

Evin farklı odalarına ampul alırken nelere dikkat ediyoruz?

Her ampul aynı parlaklıkta mı yanıyor?

Bu soru sorulduktan sonra öğrencilerden gelen cevaplar genel hatlarıyla özetlenir. Dersin işlenişi esnasında hiçbir noktada öğrencilerden gelen yorum veya düşünceler üzerine olumsuz yorum yapılmaz, aksine öğrencilere onları bu şekilde düşündüren şeyin ne olduğu sorularak bu kanıya varmalarında neyin etkili olduğu anlaşılmaya çalışılır. Burada ki temel varsayım öğrencilerin aslında ön bilgilerinde akım, gerilim ve direnç kavramlarına ilişkin bazı üretken bilgi parçacıklarını ortaya koymaktır. Bu bilgilerin ortaya çıkması için gerekli durumlarda ekstra sorular veya analogilerden de faydalanılır.

Alt aşama 2: Kavramları Okuyabilme

Kavramları okuyabilmek demek farklı durumlarda o kavramları fark etmek demektir. Burada öğrencilere ders başında verilen tartışma sorularındaki durumların fiziksel açıklamasının gerilim, direnç ve akım kavramları ile açıklanabileceği ifade edilir. Bu aşamada akım, gerilim ve direnç kavramları hakkında sunulan bilimsel bilginin yanı sıra her

devre elemanının bir dirence sahip olduğunu, farklı güç kaynaklarının farklı gerilimlere sahip olduğunu, akımın dirence ve gerilime göre değiştiğini öğrencilerin görmeleri sağlanır.

Akım: Bir iletkenin birim kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına “akım” denir. Elektrik akımının sembolü ‘i’ dir. Elektrik akımının birimi ‘amper’dir ve kısaca ‘A’ ile gösterilir. Elektrik akımının büyüklüğü ‘ampermetre’ ile ölçülür. Elektrik akımının yönü pilin pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru olduğu kabul edilmiştir. Bir devrede uzun süreli bir elektrik akımının oluşabilmesi için potansiyel farkı sağlayan bir üretece (pil, akü, güç kaynağı vb.), bu üretelin iki kutbunun kapalı bir devreyle (bir pil, bir direnç (ampul) ve iletken telden oluşur.) birleştirilmesine ve bu kapalı devre boyunca yük taşıyıcıların (elektronların) olmasına ihtiyaç vardır.

Öğrencilerden önlerinde duran bu konuyla ilgili tüm araç gereçleri (kapalı devre elemanları, ampermetre vs.) incelemeleri istenir. Ardından öğrencilere gerilimle ilgili bilimsel bilgi sunulur:

Gerilim: Devrede elektrik akımının oluşmasına neden olan, devrenin iki ucu arasındaki yüklerin enerjileri arasındaki farktır. Bu fark olduğu sürece elektrik akımı da devrede oluşmaya devam eder. Devrenin iki ucu arasındaki enerji farkının göstergesine “Gerilim (Potansiyel Fark)” adı verilir. Gerilimin sembolü ‘V’dir. Gerilimin birimi ‘volt’tur ve kısaca ‘V’ ile gösterilir. Gerilim ‘voltmetre’ ile ölçülür. Voltmetre devreye paralel olarak bağlanır. Pilde kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Kapalı bir devrede bulunan pilin zamanla bitmesi demek bu kimyasal olayların sonlanması anlamına gelir.

Öğrencilerden önlerinde duran bu konuyla ilgili tüm araç gereçleri (farklı gerilim kaynakları, voltmetre vs.) incelemeleri istenir. Ardından farklı güç kaynaklarının farklı gerilimlere sahip olduğunu görebilmeleri için aşağıdaki uygulama yaptırılır.

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Farklı gerilimlere sahip piller, pil yatakları, bağlantı kabloları, voltmetre.

Yapılışı: Voltmetreyi kullanarak verilen pillerin her birinin gerilimlerini ölçünüz ve sonuçlar üzerinde tartışınız.

Uygulama sonrasında direnç kavramı ile ilgili bilimsel bilgi öğrencilere sunulur:

Direnç: Bir iletkenin uçlarına gerilim uygulandığında yüklü tanecikler iletkenin içinden geçerken engellerle karşılaşır. Bir iletkenin direnci, o iletkenin geçen elektrik akımının ne kadar

güçlkle karşılaştığının ölçüsüdür. Eğer bu güçlük çok fazla olursa devrede direnç çok fazladır diyebiliriz. Bu direncin fazlalığına dayalı olarak günlük hayatımızı kolaylaştırılan su ısıtıcısı, ütü, tost makinesi, elektrikli soba gibi araçlar üretilmiştir. Basit bir elektrik devresinde gördüğümüz ampul de bir dirençtir. Direncin sembolü 'R'dir. Direncin birimi 'Ohm'dur ve kısaca ' Ω ' ile gösterilir. Birden fazla direnç devreye seri ya da paralel olarak bağlanabilir.

Bu aşamada daha önceden hazırlanan, açılmış ve iki uçluluğu belli olan ampul modeli gösterimi yapılarak daha önce değinilen devre elemanlarının iki uçluluğuna tekrardan değinilir. Ardından her bir devre elemanının direnci olduğunu görmeleri için aşağıdaki uygulama yaptırılır.

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Çeşitli dirençlerde özdeş ampuller, değişik boyutlarda iletken teller, bağlantı kabloları, duylar, anahtarlar, piller, pil yatakları, direnç ölçer.

Yapılışı: Direnç ölçeri kullanarak verilen devre elemanlarının her birinin direncini ölçünüz ve direnç değerlerini tabloya kaydediniz ve sonuçlar üzerinde tartışınız.

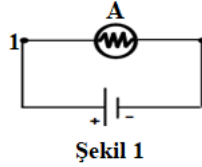
Devre Elemanı	Direnci

Bu uygulamanın ardından akımın gerilime ve dirence bağıllığını görülebilmesi için bir sonraki uygulama yaptırılır.

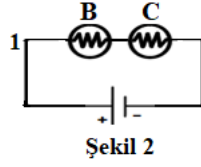
Uygulama:

Gerekli malzemeler: Dört tane 1.5 V'luk pil, dört tane pil yatağı, özdeş dört ampul, dört tane duy, bağlantı kabloları, ampermetre.

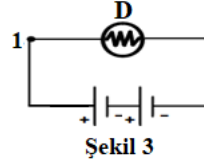
Yapılışı: Aşağıda görülen üç ayrı devreyi kurunuz.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

1. Bu üç devrede ana koldan geçen (1 noktaları) akım değerlerini ampermetre yardımıyla ölçünüz?
2. Bu üç devrede neden farklı akım değerleri bulduğunuzu açıklayınız?

Uygulama sonrası öğrencilerin değerlendirmeleri dinlenir. Ardından bu üç devre üzerinde elde ettikleri değerler üzerinden akımın dirence ve gerilime göre nasıl bir değişime uğradığını görmeleri sağlanır.

2. Aşama: İlişkilerin Kurulma Aşaması

Bu aşamada öğrencilerin akım, gerilim ve direnç kavramları arasında doğru bağlantıları kurabilmeleri sağlanır.

Alt Aşama 1: Nedensel Ağ Kurma

Bu aşamada, öğrencilerden bir önceki aşamada değinilen akım, gerilim ve direnç kavramları arasında bir bağ kurarak Ohm Yasası ($V=I.R$) sonucuna ulaşmaları için öncelikle OHM yasaının tanımı hakkında bilimsel bilgi sunulur:

OHM Yasası: Bir iletkenin direnci, o devredeki elektrik akımının ne kadar güçlükle karşılaştığının ölçüsüdür. İletkenin veya ampulün uçlarına uygulanan gerilimin, iletken veya ampulden geçen akıma oranı sabit bir değerdir. Bu değer o iletkenin direncine eşittir. Gerilim artarsa, akım şiddeti de artar. Gerilim-akım oranı sabit olup, bu sabit oran bu iletkenin direncini verir ve bu ifadeye “OHM YASASI” adı verilir.

$$\frac{\text{Gerilim}}{\text{Akım Şiddeti}} = \text{Direnç} \quad \text{'OHM KANUNU'}$$

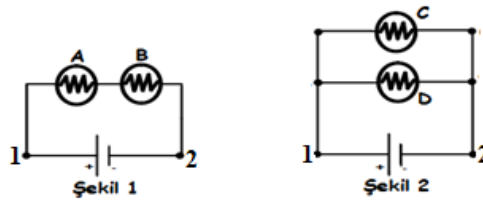
Bu bilgi verildikten sonra öğrencilerden yukarıdaki formülü önceki bilgilerine dayanarak yorumlamaları istenir. Formülde ki değişkenlerin neler olduğu, birbirleri arasındaki ilişkinin

ne olduğu hakkında sınıf tartışması yaptırılır. Bu noktada öğrencilere formüllerin aslında bilimsel bilgilerin matematiksel modelleri oldukları, derinlemesine yorumlandığında iki üç paragrafta kelimelerle ifade edilebilecek fiziksel olayları açıkladığı vurgulanır. Bu formülün, eğer gerilim artarsa aynı oranda akımın da artacağı anlamına geleceği söylenir. Ardından ilk aşamadaki tartışma soruları hatırlatılarak aşağıdaki uygulama yaptırılır:

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Özdeş dört ampul, dört duş, iletken kablolar, güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, direnç ölçer.

Yapılışı: Aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurunuz.



1. Şekil 1'deki elektrik devresindeki ampuller ile şekil 2'deki ampullerin parlaklıklarını karşılaştırabilir misiniz? İki ampul kullanılmasına karşın parlaklıklar arasında neden farklılık olduğunu açıklayabilir misiniz?
2. Şekil 1 ve 2'deki devrelerin 1 veya 2 noktalarından geçen akım, gerilim ve direnç değerlerini ölçünüz.
3. Her iki devrede de ölçtüğünüz değerler üzerinden akım-gerilim-direnç arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayabilir misiniz?
4. İki devredeki ampul parlaklıkları arasındaki farklılıkları bulduğunuz değerler üzerinden yorumlayınız.
5. İki devrede de bir pil olmasına rağmen neden farklı akım değeri bulduğunuzu yorumlayınız.

Bu uygulamanın ardından devrede pilin sürekli aynı akımı üretmediği, devrenin bağlanma şekline göre değişenlerin neler olduğu, devrede akım-gerilim-direnç üçlüsünün bir bütün halinde düşünülmesi gerektiği (Ohm yasası) üzerine vurgu yapılarak öğrencilerin önceki bilgileri üzerinden nedensel ağ kurdurulur.

3. Aşama: Farklı Bağlamalar Aşaması

Öğrencilerin farklı koşullar karşısında her zaman aynı bilgiyi belirleyebilmeleri bu aşamada hedeflenendir. Bu uygulamanın diğerlerinden farkı, öğrencinin alışkın olduğu bağlamalarda kullandığı ve işe yarayan kaynakları başka bağlamalarda da kullanıp kullanamayacağını göstermesi açısından önemlidir.

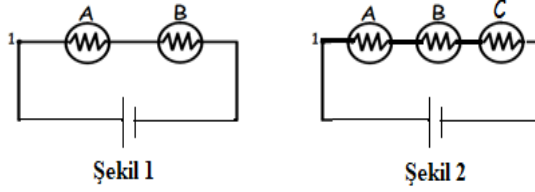
Alt Aşama 1: Görme

Bu evrede ana amaç, öğrencilerin her durumda ve bağlamda akım-gerilim-direnç kavramlarını farkedebilmeleri ve aralarındaki ilişkileri doğru kurabilmeleridir. Burada öğrencilerin oluşturduğu birtakım ilişkiler farklı bağlamalarda geliştirmeye çalışılmalıdır. Bunun için aşağıdaki uygulama yaptırılır:

Uygulama:

Gerekli malzemeler: Özdeş dört ampul, dört duş, iletken kablolar, güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, direnç ölçer.

Yapılışı: Aşağıda görülen iki ayrı devreyi kurunuz.



1. Bu iki elektrik devresindeki ampullerin parlaklıklarını karşılaştırabilir misiniz?
2. Her iki devredeki 1 noktalarından geçen akım, gerilim ve direnç değerlerinin ne olacağını tahmin ediniz.
3. Devrelerin 1 noktalarından geçen akım, gerilim ve direnç değerlerini ölçünüz.
4. Her iki devrede de ölçtüğünüz değerler üzerinden akım-gerilim-direnç arasında nasıl bir ilişki olduğunu Ohm yasası üzerinden açıklayabilir misiniz?
5. İki devredeki ampul parlaklıkları arasındaki farklılıkları bulduğunuz değerler üzerinden yorumlayınız.
6. İki devrede de bir pil olmasına rağmen neden farklı akım değerleri bulduğunuzu yorumlayınız.

Bu uygulama ile öğrencilerin devrede pilin sürekli aynı akımı üretmediği, devrenin bağlanma şekline göre değişenlerin neler olduğu, devrede akım-gerilim-direnç üçlüsünün rolü gibi bilgileri bu bağlamda kullanıp kullanamadıkları kontrol edilir.

4. Aşama: Sonuç ve Toparlama

Bu aşamada genel bir değerlendirme yapılır.

Alt Aşama 1: Yer Değiştirme ve Yeniden Organize Etme

Bu aşamada akım-gerilim-direnç kavramları ve birbirleriyle olan ilişkileri, devrede pilin her zaman aynı akımı üretmeyeceği, elektrik kavramlarının bütüncüllüğü üzerine genel bir değerlendirme yapılır.

Yer değiştirme, bireyin bir bağlamda edindiği bilgi ve becerileri diğer bağlamlarda kullanabilmesidir. Öğrenciler farklı bağlamalar karşısında kavramları tanır, her durumda aynı bilgiyi belirler ve ilişkilerini doğru şekilde kurar. Aslında bu aşama diğer üç aşamayı kapsayan bir evredir. Bu son aşamada süreç yeniden kontrol edilir. Eğer öğrenci süreci başarabilmişse tamamlanır, eğer tamamlayamamışsa nerde eksik varsa (birleştirme, okuma, nedensel ağ, görme) o aşamaya o öğrenci için tekrar geri dönülür.

EK 11. MEB Araştırma İzin Belgesi



T.C.
MAMAK KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 16394142/605.99-E.6300347
Konu : Araştırma İzni
(Havva GÜNEŞ)

08.06.2016

MAMAK BİLİM VE SANAT MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: İl Milli Eğitim Müdürlüğünün 06.06.2016 tarihli ve 14588481/605.99/6163520 sayılı yazısı.

İl Milli Eğitim Müdürlüğünün araştırma izni konulu yazısı ekte gönderilmiş olup, ilgi yazı doğrultusunda işlem yapılması hususunda;
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim

Adem ÖZTÜRK
Müdür a.
Şube Müdürü

EKLER:

-İlgi yazı ve ekleri (5 sayfa)

Şafaktep Mah. 125 sok. No:5 Mamak/ANKARA
Elektronik Ağ: www.meb.gov.tr
e-posta: mamak06@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: D.ÖKSÜZ Ünvan:Memur
Tel: (0 312) 319 18 23/132
Faks: (0 312) 3194238

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden a0ce-c2cb-37b3-8099-938c kodu ile teyit edilebilir.



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.6163520
Konu : Araştırma İzni

06.06.2016

.....KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu Genelgesi.
b) Gazi Üniversitesi'nin 27/05/2016 tarihli ve 18531 sayılı yazısı.

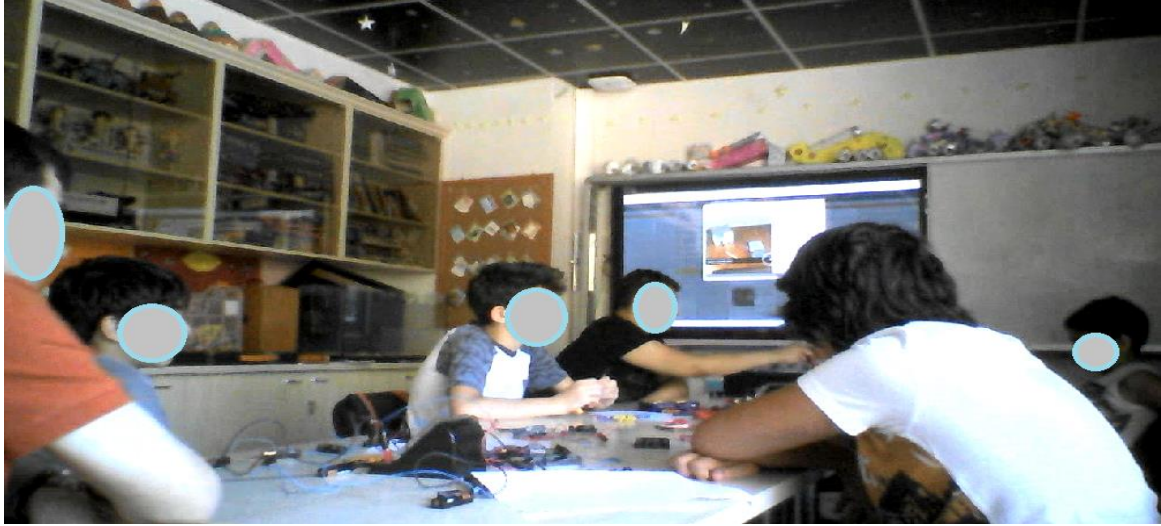
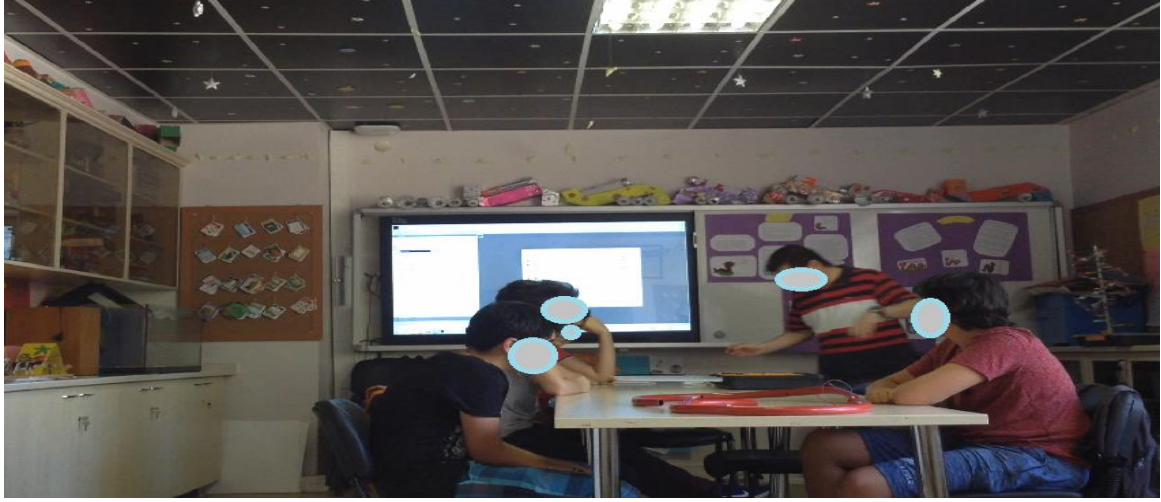
Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı doktora öğrencisi Havva GÜNEŞ'in "**Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarına Dayalı Öğretim Yöntemlerinin Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusundaki Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkisi**" konulu tez kapsamında uygulama talebi Araştırma Komisyonumuzca incelenmiş olup, ilçenize bağlı Mamak Bilim Sanat Merkezinde ve Çankaya Yasemin Karakaya Bilim Sanat Merkezinde uygulamanın yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Uygulama formunun (5 sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltularak, araştırmanın ilgi (a) genelge çerçevesinde, ilçe milli eğitim müdürlüklerinin sorumluluğunda okul ve kurum yöneticileri de uygun gördüğü takdirde gönüllülük esasına göre yazımız ekinde gönderilen mühürlü uygulama araçlarının uygulanmasına izin verilmesini rica ederim.

Ali GÜNGÖR
Müdür a.
Şube Müdürü

EK:
1-Uygulama formu (5 sayfa)
DAĞITIM:
Çankaya-Mamak

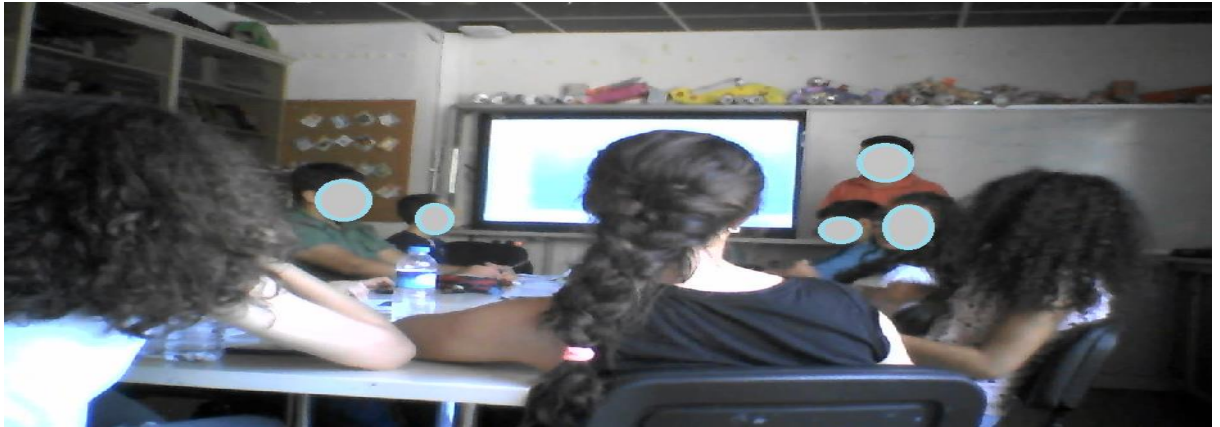
EK 12. Pilot Uygulama ve Ana Uygulama Resimleri



OKDE PİLOT ÇALIŞMA



BBKE PİLOT ÇALIŞMA



OKDE ANA ÇALIŞMA



BBKE ANA ÇALIŞMA



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..