



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**5. SINIF “YAŞAMIMIZIN VAZGEÇİLMEZİ: ELEKTRİK”  
ÜNİTESİNDE KULLANILAN ANALOJİNİN ÖĞRENCİ  
BAŞARISI, TUTUM, ZİHİNSEL MODELLEME VE KAVRAM  
YANILGILARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Doktora Tezi

**Gonca HARMAN**

Danışman:  
**Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ**

Samsun, 2016

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**5. SINIF “YAŞAMIMIZIN VAZGEÇİLMEZİ: ELEKTRİK”  
ÜNİTESİNDE KULLANILAN ANALOJİNİN ÖĞRENCİ  
BAŞARISI, TUTUM, ZİHİNSEL MODELLEME VE KAVRAM  
YANILGILARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Doktora Tezi

**Gonca HARMAN**

Danışman:

**Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ**

Samsun, 2016

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ**

Hazırladığım Doktora Tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

29 / 08 / 2016

Gonca HARMAN

## TEZ KABUL VE ONAYI

Gonca Harman tarafından hazırlanan 5. Sınıf Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik Ünitesinde Kullanılan Analoginin Öğrenci Başarısı, Tutum, Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi başlıklı bu çalışma, 29/08/2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU

Üye : Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

Üye : Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Üye : Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet YAKIŞAN

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Enstitü Müdürü

## ÖZET

### 5. SINIF “YAŞAMIMIZIN VAZGEÇİLMEZİ: ELEKTRİK” ÜNİTESİNDE KULLANILAN ANALOJİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISI, TUTUM, ZİHİNSEL MODELLEME VE KAVRAM YANILGILARI ÜZERİNE ETKİSİ

Gonca HARMAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü

İlköğretim Anabilim Dalı, Doktora, Ağustos/2016

Danışman: Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Araştırmada “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında yer alan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenler, devre elemanlarının sembollerle gösterimi ve devre şemaları konularının öğretiminde 5. sınıf fen bilimleri dersinde analogi kullanımının öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgılarının giderilmesi üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Samsun ilinde Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 98 5. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem araştırma çeşitlerinden açılımlayıcı desenle yürütülen araştırmanın nicel boyutunda yarı deneysel yöntem çeşitlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yöntemi kullanılırken nitel boyutunda görüşmelere yer verilmiştir. Başarı, zihinsel modelleme ve kavram yanılgılarını saptamak için uzman görüşü alınarak ve pilot uygulama yapılarak hazırlanan beş bölümden oluşan veri toplama aracı uygulanmış, öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin derse yönelik tutumlarını saptamak için “Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği” (Anagün, 2008) uygulanmıştır. Nicel verilerin istatistiksel analizinde SPSS 17.0 programı kullanılmıştır. Nitel veriler ise içerik analizi ile çözümlenmiştir. Başarı testinin ön test uygulamasında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamazken, son testte deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Grupların kendi içinde ön ve son testleri arasında da anlamlı bir fark bulunmuştur. Analogik model kullanılarak ders işlenen deney grubunun geleneksel öğretime göre ders işlenen kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu anlaşılmıştır. Tutum ölçeğinin ön ve son test olarak uygulanmasında ise deney ve kontrol gruplarının derse yönelik tutumlarında grup içi ve gruplar arası yapılan karşılaştırmalarda anlamlı bir fark ve bir değişim olmadığı görülmüştür. Araştırmada öğretim öncesinde her iki grupta da saptanan kavram yanılgılarının öğretim sonunda giderilmesinde ve yeni kavram yanılgısı oluşumunun önlenmesinde, zihinsel modelleme gelişiminde deney grubunda kontrol grubuna göre daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Başarı, zihinsel modelleme ve kavram yanılgıları üzerinde analogi kullanımının geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim öncesindeki tutumlarının olumlu olduğu ve bu olumlu tutumun korunduğu saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** analogi, zihinsel model, kavram yanılgısı.

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF ANALOGY USED IN THE FIFTH GRADE UNIT “ELECTRICITY: AN INDISPENSABLE PART OF OUR LIFE” ON STUDENT PERFORMANCE, ATTITUDE, MENTAL MODELING AND MISCONCEPTIONS

Gonca HARMAN

Ondokuz Mayıs University, Institute of Educational Sciences

Elementary Education, Ph.D., August/2016

Supervisor: Associate Professor Aytekin ÇÖKELEZ

The aim of this study was to examine the effect of the unit entitled “Electricity: An Indispensable Part of Our Life” which provides information on the variables that affect the brightness of a lamp on a simple electric circuit, as well as illustrations with symbols on circuit elements and circuit diagrams on the performance, attitude, mental modeling and misconceptions of fifth grade students. The study was conducted in the second semester of the 2013-2014 academic year with the participation of 98 fifth grade students attending a public school in the province of Samsun that is administratively affiliated with the Turkish Ministry of National Education. The study was based on an exploratory design, which is a type of mixed method study design. The quantitative aspect of the study involved the unmatched control group pretest and posttest method, which is a type of quasi-experimental method, while the qualitative aspect involved interviews with the students. To determine student performance, mental modelling and misconceptions, a data collection form consisting of five sections was prepared by taking expert opinions into account and performing pilot applications. This form was then administered to the students, with whom interviews were also performed. The “Science and Technology Classes Attitude Scale” (Anagün, 2008) was also administered to determine the students’ attitude towards the class. Quantitative data was analyzed using the SPSS 17.0, while qualitative data were analyzed using content analysis. The pretest administration of the performance test identified no significant differences between the groups, while the posttest identified a significant between the study and control group in favor of the study group. Intra-group differences between the pretest and posttest scores were also significant. Using the analogical model, it was determined that the study group, which took the unit in their class, performed better than the control group, which only took classes based on classical teaching methods. Intra-group or inter-group difference comparisons of pretest and posttest scores for the attitude scale indicated that no significant differences in either the study group’s or control group’s attitudes towards the class. The study group exhibited better results than the control group with regards to the correction of misconceptions that existed before they took their classes; the prevention of new misconceptions; and the development of mental models. The study determined that the use of analogies is more effective on performance, mental modeling and misconceptions than the classical teaching method, and that both the study group and control group students had positive attitudes towards their classes before and after the teaching process.

**Key Words:** analogy, mental model, misconception.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın her aşamasında bana yardımcı olup, yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ'e,

Araştırmada kullanılan analogik model olan Pnömatik Sistem Modeli ile ilgili uzman görüşü ve değerli yorumları için Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU'na,

2211-Yurt içi doktora burs programı kapsamında verdiği burs ile beni başarımlı nedeni ile ödüllendiren Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK),

PYO.EGF.1904.13.006 proje numaralı tez çalışmamı destek veren Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Proje Yönetim Ofisi'ne,

Bana her konuda maddi ve manevi destek olan anneme (ilk öğretmenim: Sevilay HARMAN'a), babama ve kardeşime çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vi</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1. Araştırmanın Problemi .....	3
1.1. Problem Cümlesi .....	4
1.1.1. Alt Problemler.....	4
2. Araştırmanın Amacı .....	5
3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi .....	5
4. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	6
5. Araştırmanın Varsayımları .....	6
6. Tanımlar .....	6
6.1. Model .....	6
6.2. Zihinsel Model.....	6
6.3. Analoji .....	6
6.4. Kavram.....	7
6.5. Kavram Yanılgısı.....	7
6.6. Tutum.....	7
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>8</b>
<b>GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>8</b>
1.1. Model.....	8
1.2. Modellerin Sınıflandırılması .....	10
1.2.1. Bilimsel Modeller .....	10
1.2.2. Zihinsel Modeller.....	11
1.2.3. Kavramsal Modeller .....	13
1.2.4. Ölçeklendirme Modelleri.....	13
1.2.5. Pedagojik Analojik Modeller.....	13
1.2.6. Simgesel veya Sembolik Modeller .....	15
1.2.7. Matematiksel Modeller .....	15
1.2.8. Teorik Modeller .....	15



1.2.9.Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar.....	15
1.2.10.Kavram-Süreç Modelleri .....	16
1.2.11.Simülasyonlar (Benzetişim).....	16
1.2.12.Zihinsel Modeller.....	16
1.2.13.Senteze Dayalı Modeller.....	16
1.2.14.Fiziksel Özelliklerine Göre Modeller .....	16
1.3.Modelleme.....	17
1.4.Modelleri ve Modellemeyi Öğretmek ve Öğrenmek.....	21
1.4.1.Modelleri Öğrenmek ve Öğretmek .....	21
1.4.2.Modellerin Kullanımını Öğrenmek .....	21
1.4.3.Modelleri Yeniden Düzenlemeyi Öğrenmek.....	21
1.4.4.Modelin Yeniden Oluşturulmasını Öğrenmek.....	21
1.4.5.Model Oluşturmayı Öğrenmek .....	21
1.5.Modelle Öğretim Yöntemi .....	22
1.6.Analoji .....	23
1.7.Analojiler ve Öğrenme .....	24
1.8.Fen Öğretiminde Kullanılan Analoji Yaklaşımları .....	24
1.8.1.Yapı Haritalama Metodu .....	24
1.8.2.Analoji ile Genel Öğretim Modeli.....	25
1.8.3.Analoji ile Öğretim Modeli.....	25
1.8.4.Köprü Kuran Analojiler .....	26
1.9.Analojilerin Sınıflandırılması.....	27
1.10.Analojilerin Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken İlkeler.....	27
1.11.Analojiler Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	28
1.12.Analojilerin Avantajları.....	28
1.13.Ulusal ve Uluslararası Alanyazında Yer Alan Çalışmalar .....	29
1.13.1.Model ve Modelleme Konulu Çalışmalar.....	29
1.13.2.Analoji Konulu Çalışmalar .....	54
1.13.3.Eğitimde Model ve Analoji Kullanımının Önemi .....	87
1.13.4.Elektrik Konusunda Kavram Yanılgılarının Saptandığı Çalışmalar.....	91
1.13.5.Basit Elektrik Devresi ile İlgili AlanYazında Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	111
1.13.5.1.Çarpışan Akım Modeli.....	111

1.13.5.2.Çarpışan Akım Modeli-Açık ve Kapalı Döngü .....	112
1.13.5.3.Kısa Devre Modeli.....	112
1.13.5.4.Zayıflayan Akım Modeli .....	112
1.13.5.5.Paylaşılan Akım Modeli .....	113
1.13.5.6.Tek Kutuplu Model-Güç Çeken Model .....	113
1.13.5.7.Devre Elemanlarının İki Uçlu Olma Durumu.....	114
1.13.5.8.Bölgesel Akıl Yürütme Modeli-Sıralı (Ardışık) Akıl Yürütme Modeli .....	114
1.13.5.9.Deneysel Kural Modeli.....	114
1.13.5.10.Sabit Akım Kaynağı Modeli .....	115
1.13.5.11.Devre Elemanı ile ilgili Modeller .....	115
1.13.5.12.Kapalı Olmayan Devre Modeli.....	116
1.13.5.13.Devre Elemanlarının Tam Olması .....	116
1.13.5.14.Devre Elemanlarının Sayısı .....	116
1.13.5.15.Devre Elemanının Yeri .....	116
1.13.5.16.Devre Şeması .....	116
<b>İKİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>117</b>
<b>YÖNTEM.....</b>	<b>117</b>
2.1.Araştırmanın Yöntemi .....	117
2.2.Evren ve Örneklem.....	119
2.3.Değişken .....	119
2.3.1.Bağımlı Değişken .....	119
2.3.2.Bağımsız Değişken .....	120
2.3.3.Kontrol Edilen Değişken .....	120
2.4.Analojik Modelin Hazırlanması .....	120
2.5.Basit Elektrik Devresi ve Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenlerin Öğretiminde Kullanılmak Üzere Hazırlanan Analojik Model Hakkında Bilgi....	121
2.5.1.Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram İlişkisi .....	121
2.5.2.Birinci Aşama: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) ile Basit Elektrik Devresi Arasındaki Analojik İlişki.....	122
2.5.3.İkinci Aşama: Lamba Sayısı Sabit Olmak Üzere Pil Sayısındaki Artışın Lamba Parlaklığına Etkisinin Pnömatik Sistem Modeli ile Öğretimi .....	122
2.5.4.Üçüncü Aşama: Pil Sayısı Sabit Olmak Üzere Lamba Sayısındaki Artışın Lamba Parlaklığına Etkisinin Pnömatik Sistem Modeli ile Öğretimi .....	124

2.5.5.Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram Arasındaki Farklılıklar .....	125
2.6.Hatalı Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma-Yanmama Durumunun Öğretilmesinde Kullanılmak Üzere Hazırlanan Analogik Model Hakkında Bilgi	126
2.6.1.Birinci Aşama: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) İle Basit Elektrik Devresi Arasındaki Analogik İlişki.....	127
2.6.2.İkinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde Anahtar Açıkken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi.....	128
2.6.3.Üçüncü Aşama: Basit Elektrik Devresinde Pil Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi.....	129
2.6.4.Dördüncü Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Kesik İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	130
2.6.5.Beşinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Eksik Olup Pilin + Kutbu ile Lamba Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	130
2.6.6.Altıncı Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Eksik Olup Pilin - Kutbu ile Lamba Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	131
2.6.7.Yedinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde İki Adet Bağlantı Kablosu – Kutupta Bağlı Olup Lamba ile Pilin + Kutbu Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	132
2.6.8.Sekizinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde İki Adet Bağlantı Kablosu + Kutupta Bağlı Olup Lamba ile Pilin - Kutbu Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	133
2.6.9.Dokuzuncu Aşama: Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın İçindeki Tel Kopuk İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi.....	134
2.6.10.Onuncu Aşama: Basit Elektrik Devresinde Seri Bağlı İki Lambadan Biri Devreden Çıkartıldığında Kalan Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi .....	135
2.6.11.Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram Arasındaki Farklılıklar .....	135
2.7.Analogik Modelin Tanıtılması .....	136
2.8.Veritoplama Araçlarının Hazırlanması .....	137
2.8.1.Başarı, Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgısı Testi.....	137
2.8.2.Tutum Ölçeği .....	139
2.9.Uygulama .....	140

2.9.1.Pilot Uygulama .....	140
2.9.2.Deney ve Kontrol Grupları ile Gerçekleştirilen Uygulama .....	140
2.9.2.1.Deney Grubu ile Yapılan Uygulama .....	141
2.9.2.2.Kontrol Grubu ile Yapılan Uygulama .....	150
2.10.Veri Toplama Aracının Uygulanması ve Verilerin Toplanması .....	153
2.11.Verilerin Analizi .....	154
2.11.1.Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi .....	154
2.11.2.Tutum Ölçeğinden Elde edilen Verilerin Analizi .....	155
2.11.3.Zihinsel Modellerin Analizi .....	156
2.11.4.Kavram Yanılgılarının Analizi .....	156
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>158</b>
<b>BULGULAR .....</b>	<b>158</b>
3.1.Başarı Testinin Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular .....	158
3.2.Tutum Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular .....	162
3.3.Basit Elektrik Devresi Çizimi .....	166
3.4.Basit Elektrik Devresinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu .....	188
3.5.Lamba Parlaklığı .....	212
3.5.1.Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler ile Parlaklığı Arttırmak ve Azaltmak için Yapılması Gerekenler .....	212
3.5.2.Lamba ve Pilin Basit Elektrik Devresindeki Sayılarının ve Konumlarının Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .....	224
3.6.Değişken Türlerini Belirleme .....	232
3.6.1.Değişken Türlerini Belirleme ve Pil Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisi .....	254
3.6.2.Değişken Türlerini Belirleme ve Lamba Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisi .....	264
3.7.Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişim .....	272
3.8.Lamba Parlaklığını Azaltmak için Yapılması Gerekenler .....	288
3.9.Lamba Parlaklığını Arttırmak için Yapılması Gerekenler .....	294
3.10.Devre Şeması Çizimi .....	298
3.11.Devre Şemasında Yer Alan Eleman Sayısının Belirlenmesi .....	321
<b>SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>327</b>

1.Öğrencilerde Basit Elektrik Devresi ve Devre Şeması ile İlgili Olarak Saptanan Zihinsel Modeller .....	329
1.1.Sembol Gösterim Modeli.....	330
1.2.Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model.....	330
1.3.Pozitif-Negatif Kutup Modeli.....	330
1.4.Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model.....	330
1.5.Gereksiz Bağlantı Modeli .....	330
1.6.Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model.....	331
1.7.Hatalı Sembol Gösterim Modeli.....	331
1.8.Basit Elektrik Devresi Modeli .....	331
1.9.Devre Elemanlarının Bazıları İçin Resim Bazıları İçin Sembol Gösterim Modeli.....	331
1.10.Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model.....	331
1.11.Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli .....	332
1.12.Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli .....	332
1.13.Fazla-Eksik Eleman Modeli.....	332
1.14.Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli .....	333
1.15.Tek Kutuplu Model.....	333
1.16.Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli .....	336
1.17.Kısa Devre Modeli.....	336
1.18.Bağımsız Elemanlar Modeli .....	336
2.Öğrencilerde Hatalı Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu ile İlgili Saptanan Kavram Yanılgıları .....	338
3.Öğrencilerde Değişken Türlerini Belirleme ile İlgili Saptanan Kavram Yanılgıları.....	340
4.Öğrencilerde Lamba Parlaklığı ile İlgili Saptanan Kavram Yanılgıları.....	344
4.1.Lamba Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .....	344
4.2.Pil Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi.....	345
4.3.Pil ve Lamba Sayısındaki Eş Zamanlı Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .....	346
4.4.Pilin Devredeki Yerinin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .....	347
4.5.Lambanın Bağlı Olduğu Kutbun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi.....	347
4.6.Anahtarın Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi.....	348
4.7.Duyun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi.....	348

4.8.Bağlantı Kablosunun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi.....	348
4.9.Lamba ve Pil Arasındaki Mesafenin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .	349
4.10.Basit Elektrik Devresinin Sonunda Yapılan Değişikliğin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi .....	349
4.11.Parlaklık Üzerinde Tek Etki: Pil Sayısı Modeli .....	350
4.12.Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli .....	350
4.13.Enerji Dönüşümü Modeli.....	351
4.14.Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli .....	351
4.15.Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Lamba Sayısı Modeli.....	351
4.16.Lamba Başına Düşen Enerji Modeli.....	352
4.17.Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli .....	352
4.18.Lamba Sayısına Bağlı Işık Verme Süresi Modeli.....	352
4.19.Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli .....	352
4.20.Parlaklık Üzerindeki Etki: Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli .....	353
4.21.Parlaklık Üzerindeki Etki: Devre Elemanının Yeri Modeli .....	353
4.22.Parlaklık Üzerindeki Etki: Lambanın Bağlı Olduğu Pil Kutbu Modeli ...	353
4.23.Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Modeli .....	354
<b>ÖNERİLER .....</b>	<b>356</b>
1.Basit Elektrik Devresi ve Devre Şeması ile İlgili Zihinsel Modellerle İlgili Öneriler.....	356
2.Devre Elemanlarının Öğretimi ile İlgili Öneriler .....	356
3.Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu ve Lamba Parlaklığı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Öğretimi ile İlgili Öneriler .....	357
4.Değişken Türlerinin Belirlenmesinin Öğretimi ile İlgili Öneriler.....	360
5.Ders Kitabı ve Öğretim Programı ile İlgili Öneriler .....	360
6.Analojik Modelin Hazırlanması ve Kullanımı ile İlgili Öneriler .....	361
7.Yeni Araştırmalar İçin Öneriler.....	362
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>363</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>381</b>
Ek 1: Başarı, Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgısı Testi.....	381
Ek 2: Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği .....	393
Ek 3: Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik Ünitesinde Yer Alan Kazanımlar ve Belirtke Tablosu .....	394
Ek 4: Ders Planı.....	396

Ek 5: Samsun Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden Uygulama İçin Alınan İzin Belgesi .....	410
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>411</b>



## GİRİŞ

Fen eğitiminin tüm seviyelerinde elektrik temel konulardan biridir. Elektriğin günlük yaşamdaki önemi ve kullanımı elektrik ile ilgili konuların erken yaşlarda okul programlarında yer almasını gerekli kılmaktadır. Öğrenciler ilkokul seviyesinden itibaren basit elektrik devreleri ile ilgili deneyim kazanmaya başlamaktadır. İlerleyen eğitim kademelerinde de elektrik konusu sistematik bir şekilde işlenmekte ve fen bilimleri ve fizik derslerinin önemli konuları arasında yer almaktadır (Duit ve Rhöneck, 1997; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006). Fakat elektriğin temel kavramlarının öğretimi, basit elektrik devresinin anlaşılması ve algılanması çocuklar tarafından çok kolay olmamaktadır. Elektrik devreleri öğrencilerin anlamakta oldukça zorlandıkları soyut bir konudur (Carlton, 1999: 341). Elektrik devresinin kurulması basit bir uygulama gibi düşünülse de alanyazında farklı eğitim kademelerindeki öğrencilerde kavram yanlışlarının saptandığı çalışmaların bulunması dikkat çekicidir (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Dupin ve Johsua, 1987; Heller ve Finley, 1992; Lee ve Law, 2001; Millar ve King, 1993; Osborne, 1981, 1983; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988). Lisans düzeyinde öğrenim gören öğrenciler bile elektrik konularının soyut ve karmaşık olması nedeni ile elektrik deneylerini yapmada sıkıntı yaşadıklarını ifade etmişlerdir (Çelik, Pektaş ve Demirbaş, 2012; Ulukök, Çelik ve Sarı, 2013). Üniversiteden mezun olacak öğrencilerde dahi elektrik devreleri ile ilgili saptanan öğrenme güçlükleri dikkat çekicidir. Örneğin; Harvard üniversitesinde mezuniyet töreni günü öğrencilerden bir pil, bir iletken tel ve bir de lamba ile basit bir elektrik devresi kurulup kurulamayacağı ve lambanın yanıp yanmayacağını kuramsal olarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin tamamına yakını basit elektrik devresinin lamba yanacak şekilde kurulabileceğini söylemiştir. Fakat uygulama aşamasında öğrencilerin çoğunluğunun devreyi kuramadığı ya da lambanın ışık vermesini sağlayamadığı gözlemlenmiştir (Schenps ve Sadler, 2003). Alanyazında ifade edilen bu durum basit



olarak algılanan şeylerin düşünül­düğü kadar basit olmadığını vurgulaması bakımından son derece önemlidir. Elektrik konusunda yaşanan sıkıntıların ve öğrenme güçlüklerinin önlenmesi için öncelikli olarak mevcut durumun teşhis edilmesi ve bu teşhise yönelik bir tedavi uygulanmasının gerekli olduğu düşün­lmektedir. Mevcut durumun teşhis edilebilmesi için de konu ile ilgili kavram yanlışları belirlenmelidir. Öyle ki teşhis etmeden doğrudan öğretime başlamak öğrencinin kendine göre doğru olduğunu düşündüğü bilgiyle bir sonraki eğitim kademesine geçmesine ve mevcut bilgisine yeni öğrenmelerini entegre etmesine engel olacak, zihinsel bir karmaşa yaşamasına yol açacaktır. Öğrencilerin mevcut bilgileri ya da kavramları alternatif yapılar (Driver ve Easley, 1978), çocukların bilimi (Gilbert, Watts ve Osborne, 1982: 62; Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982: 623), genel duyu kavramları (Halloun ve Hestenes, 1985: 1), yanlış anlama, alternatif çatı, kendiliğinden oluşan bilgiler (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005: 281), kavram yanlışları ya da ön kavramlar şeklinde ifade edilmektedir (Helm, 1980: 92; Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993). Ön bilgiler, öğretim yöntemleri ve ders kitapları gibi farklı kaynaklar kavram yanlışlarının oluşumu üzerinde etkilidir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğrenmeyi engelleyen (Çetingül ve Geban, 2005; Korgancı, Miron, Dafinei ve Antohe, 2015) kavram yanlışlarının giderilmesi ve anlamlı öğrenme için var olan bilgilerin saptanması, yeni bilgilerle ilişkilendirilmesi ve yanlış olanların doğru bilgilerle değiştirilmesi gereklidir. Kavramsal değişim süreci olarak adlandırılan bu süreç (Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993) kavram yanlışlarının saptanması ile başlamaktadır. Bu nedenle farklı yöntemler kullanılarak bireylerde herhangi bir konuya ilişkin kavram yanlışları olup olmadığı saptanmalıdır (Harman, 2014). Ayrıca öğrenciler kavramların bilimsel anlamlarından ziyade günlük yaşamda kullandıkları anlamları ile formal eğitime başlamaktadır. Bir kavramın günlük yaşamdaki anlamı ile bilimsel anlamı arasındaki farklılıklar da kavram yanlışlarına yol açmaktadır. Öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşumunu önlemek için bir kavramın günlük yaşamda ifade ettiği anlam ile bilimsel açıdan ifade ettiği anlam arasındaki fark mutlaka açıklanmalıdır (Yıldırım, Yalçın, Şensoy ve Akçay, 2008). Bu fark somut durumlar üzerinde öğrencilere gösterilmelidir. Basit elektrik devreleri ile deneyim kazanmaya başlayan 5. sınıf öğrencilerinin “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında basit elektrik devresi ve devre şeması, basit elektrik devresinde lambanın yanma-yanmama durumu, lamba parlaklığın etkileyen

değişkenler, lamba parlaklığını arttırmak/azaltmak için ne yapılması gerektiği, değişken türlerini belirleme, pil ve lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi ile ilgili zihinsel modellerinin ortaya konulmasının ve bu modellerden hareketle kavram yanlışlarının saptanmasının, öğretimin bu yanlışlara çözüm bulacak ve yeni yanlış oluşumunun önüne geçilecek şekilde tasarlanmasının ve uygulanmasının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca alanyazında ifade edilen öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışları dikkate alındığında lamba, pil, anahtar ve bağlantı kabloları kullanılarak kurulan basit bir elektrik devresinin konunun öğretiminde yeterli olmadığı düşünülmektedir. Basit elektrik devresini günlük yaşamla ilişkilendirerek daha somut ve dikkat çekici bir sistemle desteklemenin öğretim açısından çok daha etkili sonuçlar vereceği düşünülerek araştırmada basit elektrik devresinin Pnömatik Sistem Modeli (PSM) olarak adlandırılan analogik bir modelle hedef ve kaynak kavram bağlamında karşılaştırmalar yapılarak farklı bir açıdan sunulması amaçlanmıştır.

Alanyazında elektrik konusu ile ilgili saptanan öğrenme güçlüklerinin ve kavram yanlışlarının ortaya koyulduğu çalışmalar Pnömatik Sistem Modeli (PSM) olarak adlandırılan analogik modelin hazırlanmasında etkili olmuştur. Hazırlanan model alanyazında da ifade edilen öğrenme güçlüklerinin ortadan kaldırılarak öğrenmenin kolaylaştırılması, mevcut yanlışlar ile araştırmada saptanacak yeni yanlışların giderilmesi, yeni yanlış oluşumunun önlenmesi amacıyla öğretimde kullanılmıştır.

### **1.Araştırmanın Problemi**

Fen ve fizik eğitiminin tüm kademelerinde yer alan elektrik konusu ilkokuldan lisansüstü eğitim de dahil olacak şekilde tüm öğretim kademelerinde ve günlük yaşamın merkezinde yer almaktadır. Çoğunlukla basit bir konu olarak algılanmasına karşın bireylerin ciddi kavram yanlışlarına sahip oldukları elektrik konusunun, küçük yaşlardan itibaren kavram yanlışlarından arındırılmış bir biçimde öğretilmesi son derece önemlidir. İlkokul yıllarında öğrenilmeye başlanan elektrikle ilgili kavramların günlük yaşamın her alanında karşımıza çıkacağı düşünüldüğünde temel kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesinin önemi daha da artmaktadır. Elektrikle ilgili kavramların temelini oluşturan basit elektrik devresi her ne kadar çizilmesi ya da kurulması kolay bir sistem olarak düşünülse de durum sanıldığı kadar

kolay değildir. Öğrencilerin basit bir elektrik devresini kolaylıkla kurabileceklerine dair inançları çizim ve uygulama aşamasında ne yazık ki çoğu durumda beklenenin tersine olumsuz sonuçlanmaktadır. Elektrikle ilgili ilerleyen eğitim dönemlerinde öğrencilere verilecek bilgiler ilk ve ortaokul yıllarında karşılaştıkları basit elektrik devresi üzerine kurulmaktadır. Bu nedenle özellikle küçük yaşlarda konunun anlatımında sadece klasik alışılmış bir elektrik devresi kullanılarak gerçekleştirilecek öğretimin yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Alanyazında yer alan farklı eğitim kademelerinde saptanmış olan öğrenme güçlükleri ve kavram yanlışlarının ortaya konulduğu çalışmalar da bu düşünceyi destekler niteliktedir. Öğrenci küçük yaşlarda elektrik konusu ile ilgili öğreneceği temel bilgilerle bir üst eğitim kademesine gitmektedir. Kavram yanlışlığı içeren bilgiyle bir üst kademeye geçen öğrencinin yeni bilgiyi doğru bir şekilde alması ve mevcut bilgisi ile bütünleştirilmesi güçleşecek ve bu durumda yeni kavram yanlışları oluşacaktır. Alanyazında konuyla ilgili saptanan kavram yanlışları ve öğrenme güçlüklerinin yoğun olduğu düşünüldüğünde klasik basit elektrik devresinin konunun öğretiminde yeteri kadar etkili olmadığı görülmektedir. Bu nedenle basit elektrik devresini somut bir biçimde destekleyecek, öğrenmeyi kolaylaştıracak, mevcut kavram yanlışlarını doğru bilgilerle giderecek ve yeni kavram yanlışları oluşumunu önleyecek şekilde analogik bir model hazırlanmış; hazırlanan modelin “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde başarı, fen bilimleri dersine yönelik tutum, zihinsel modelleme, kavram yanlışlarının giderilmesi ve yeni yanlış oluşumunun önlenmesi üzerindeki etkililiği yapılan uygulama ile incelenmiştir.

### **1.1.Problem Cümlesi**

5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanlışları üzerine etkisi nedir?

#### **1.1.1.Alt Problemler**

- Öğrencilerin 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?
- Öğrencilerin 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi ile ilgili sahip oldukları zihinsel modeller nelerdir?

- 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin öğrenci başarısı üzerinde nasıl bir etkisi vardır?
- 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin tutum üzerinde nasıl bir etkisi vardır?
- 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin zihinsel modelleme üzerinde nasıl bir etkisi vardır?
- 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin kavram yanılgıları üzerinde nasıl bir etkisi vardır?

## **2.Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmada 5. sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde analogi kullanımının öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgılarının giderilmesi üzerindeki etkilerinin geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## **3.Araştırmanın Gerekesi ve Önemi**

Elektriğin günlük yaşamdaki önemi ve kullanımı elektrik ile ilgili konuların erken yaşlarda okul programlarında yer almasına neden olmaktadır. Fakat elektriğin temel kavramlarının öğretimi ve basit elektrik devresinin anlaşılması ve algılanması çocuklar tarafından çok kolay olmamaktadır. Bu konuda öğrencilerde birçok öğrenme güçlüğü çeşitli çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Chambers ve Andre, 1997; Engelhardt ve Beichner, 2004; McDermott ve Shaffer, 1992; Shipstone vd., 1988). Elektrik ile ilgili olayların açıklanması soyut fizik kavramlarına ve mikroskobik etkileşimlere dayandığından çocukların bu olguları kavramasında etkinlikler tasarlanırken somutlaştırılmaları önem taşımaktadır (Yiğit ve Özmen, 2006). Bu bağlamda çocuklarda kavram öğretiminde modeller sıklıkla kullanılmaktadır.

Deneysel temelli Pnömatik Sistem Modeli ile öğrenciler basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenleri bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken grupları ile inceleyebileceklerdir. Analogik model ile öğrencilerin değişkenleri belirleme, gözlem, tahmin, bilgi ve veri toplama, deney yapma, problem çözme, model oluşturma, sorgulama gibi bilimsel süreç becerilerinin ve düşünce sistemlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca yeni Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı rehberli araştırma-sorgulama yaklaşımına dayanmaktadır (MEB,

2013a: v). Deneysel temelli Pnömatik Sistem Modelinin bu amaçla uyumlu olacağı düşünülmektedir.

“Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında yer alan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenler ile devre elemanlarının sembollerle gösterimi ve devre şemaları konularının öğretimi için geliştirilen deneysel temelli Pnömatik Sistem Modeli ve dolayısı ile analogik modelin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkilerinin araştırıldığı bu araştırmanın alanyazındaki önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

#### **4.Araştırmanın Sınırlılıkları**

- Bu araştırma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Samsun’ da MEB’na bağlı bir devlet okulunda 5. sınıfta öğrenim gören 98 öğrenci (49 deney ve 49 kontrol) ile sınırlıdır.
- Bu araştırma, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programı içinde yer alan “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” Ünitesi ile sınırlıdır.
- Uygulama süresi 4 hafta ile sınırlıdır.

#### **5.Araştırmanın Varsayımları**

Öğrencilerin veri toplama araçlarını dikkatli bir biçimde okuyup gerçek bilgilerini yansıtarak cevaplandıkları varsayılmıştır.

#### **6.Tanımlar**

**6.1.Model:** Gerçek nesnelere, olaylar ya da olayların sınıflandırılmasına karşılık gelen, sistemin nasıl çalıştığını anlamaya yardımcı ve açıklama gücüne sahip olan geçici şema ya da yapıdır (NRC, 1996: 117).

**6.2.Zihinsel Model:** Bireylerin zihnindeki içsel, bilişsel temsillerdir (Harrison ve Treagust, 1996: 511; Ritchie, Tobin ve Hook, 1997: 232-233).

**6.3.Analoji:** Kavram, ilke ve formüllerin benzerlikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır. Kaynak olarak görülen ön bilgiler ile hedef olarak görülen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir (Kesercioğlu, Yılmaz, Huyugüzel-Çavaş ve Çavaş, 2004: 35).

**6.4.Kavram:** Benzer özellikteki olay, fikir ve objeler grubuna verilen ortak adlar olarak (Kaptan, 1998: 131) kavramlar bir nesneye ilişkin zihinde açığa çıkan ilk çağrışımlardır (Çepni, 2005: 127).

**6.5.Kavram Yanılgısı:** Öğrencilerin mevcut bilgileri ya da kavramları alternatif yapılar (Driver ve Easley, 1978), çocukların bilimi (Gilbert, Watts ve Osborne, 1982: 62; Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982: 623), genel duyu kavramları (Halloun ve Hestenes, 1985: 1), yanlış anlama, alternatif çatı, kendiliğinden oluşan bilgiler (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005: 281), kavram yanılgıları ya da ön kavramlar şeklinde ifade edilmektedir (Helm, 1980: 92; Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993).

**6.6.Tutum:** Yaşantılar yolu ile öğrenilen, geçici olmayan belli bir süre devamlılık gösteren davranışların olumlu ya da olumsuz olması üzerinde etkili olan, tepkide bulunmaya ilişkin eğilimdir (Tavşancıl, 2010: 71).

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GENEL BİLGİLER

### 1.1.Model

Fen derslerinin içeriğinde yer alan birçok kavramın öğrencinin zihninde canlandırmasını ve anlamasını güçleştirecek derecede soyut ve karışık olması bu soyut kavramların görselleştirilmesi ve somutlaştırılması için çeşitli yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır (Korgancı vd., 2015: 2463; Yiğit ve Özmen, 2006: 1). Bundan ötürü soyut konuların somutlaştırılması, öğretme ve öğrenmeyi kolaylaştırmak için hazır ya da öğretmen tarafından yapılmış çeşitli modeller kullanılmalıdır (Yiğit ve Özmen, 2006: 3).

Modeller gerçek nesnelere, olaylar ya da olayların sınıflandırılmasına karşılık gelen, açıklama gücüne sahip olan geçici şemalar ya da yapılarıdır. Modeller sistemin nasıl çalıştığını anlamaya yardımcı olurlar (NRC, 1996: 117).

Fen bilimlerinin ürünleri ve metotları, fen bilimlerinin öğrenilmesinde ve öğretilmesinde ana materyaller olan modeller (Gilbert, 1993: 9-10; Harrison ve Treagust, 2000b: 1012) soyut kavramların somutlaştırılmasında kullanılan en önemli yöntemlerden biridir (Harrison, 2001: 403; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002: 357).

Modeller karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş temsilleridir. Modeller nesnelere nasıl oluştuğunu, davranışlarını ve süreçteki gelişimi anlamamızı ve tahminde bulunmamızı sağlarlar (Harrison, 2001:401). Betimleyici, açıklayıcı ve öngörülen olan modeller (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 92) fen eğitiminde önemli bir role sahiptirler (Van Driel ve Verloop, 1999: 1141).

Bilimsel düşünme ve çalışmaların bütünleştirici ve ayrı düşünülenecek bir unsur olarak model (Gilbert, 1993: 9-10) gerçek bir sistemin temsilidir (Gobert ve

Buckley, 2000: 891; Hestenes, 1987: 4), bu sistemin işleyiş şeklini açıklar (Harrison ve Treagust, 2000b: 1017) ve görsel analogik bir araç olarak durumları anlaşılır hale getirir (Richards, Barowy ve Levin, 1992: 69). Öğrenciler model kurma ve kullanma ile eleştirel düşünme becerilerini geliştirirler (MacKinnon, 2003).

Modeller bilimin ve düşüncenin ilerlemesinde, bilginin gelişiminde, bilimin öğretilmesinde (Günbatır ve Sarı, 2005: 187) ve bilimsel açıklamalarda anahtar role sahiptir (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 92; Harrison ve Treagust, 2000b: 1012). Öğretimde kullanılan araçlar olarak modeller (MacKinnon, 2003) bilinmeyen olaylarla bağlantı kuran güçlü köprülerdir (Gödek, 2004: 56). Modeller verileri özetleme, tahmin yapma, sonuçları yorumlama ve bilimde bağlantı oluşturmayı kolaylaştırıcı araçlardır (Giordan, 1991: 329; Raghavan ve Glaser, 1995: 37; Stewart, Hafner, Johnson ve Finkel, 1992: 319).

Modeller makul, genellenebilir ve verimli olan açıklamaların öğretimini destekler (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 94). Model daha görsel ve daha akılda kalıcıdır ve doğası gereği soyut teorilerin daha erişilebilir olmalarını sağlar (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 94).

Öğrenme süreçlerinin bilişsel açıklamasında ön bilgi, doğal akli yürütme becerileri ve modeller son derece önemlidir (Clement, 2000: 1043).

Sisteme ilişkin sade bir sunum olan ve sistemin özelliklerini yansıtan modeller zenginleştirilebilir ve geliştirilebilirler (Ingham ve Gilbert, 1991: 195). Bu bağlamda modellerin yeni bilgilerle değişebilen (Harrison, 2001: 401) dinamik yapılar oldukları anlaşılmaktadır (Justi ve Gilbert, 2002b).

Modeller test edilecek hipotezleri ifade etmek, bilimsel olguların yapısını kavrayarak tanımlamak, tahmin ve ilişkilendirme yapmak için kullanılan araçlardır. Modeller nesne, olay, düşünce veya sistemlerin kolayca zihinde canlandırılmasına yardımcı olan ürünlerdir (Gobert ve Buckley, 2000).

Gerçeği herşeyi ile yansıtmayan modeller (Örnek, 2008: 44) birebir bir kopya değildir. Bundan dolayı model temsil ettiği hedefe ek açıklamalarda ihtiva eder (Gobert ve Buckley, 2000; Harrison, 2001: 432). Model temsil ettiği cisimle büyüklük ve yapı bağlamında aynı olabileceği gibi farklı da olabilir (Çilenti, 1985:



63; Kaptan, 1998: 203). Ayrıca temsil ettiği cisim gibi çalışan ya da çalışmayan bir sistem de olabilir (Okan, 1993: 109).

Modeller öğrencinin zihinsel gelişimine göre basitleştirilerek ya da kompleks bir hale dönüştürülerek öğretimin her kademesinde kullanılabilir. Öğrenme ve öğretme sürecinin daha zevkli olması için ucuz ve kolay temin edilebilecek malzemelerle modeller hazırlanarak öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olarak yer alması sağlanmalıdır (Sarıkaya, Selvi ve Doğan-Bora, 2004: 88).

Zor, soyut ve karışık konuların öğrenilmesinde etkili bir yöntem olan model oluşturma akademik başarıyı artırır. Konunun özellikleri de dikkate alınacak şekilde model oluşturma motivasyon ve başarıyı pozitif yönde etkiler. Modelleri öğrencilerin yapması ve öğrencilerin algılamalarına göre kendi modelleme şekillerini oluşturmaları başarıyı arttırmaktadır. Yapararak öğrenme fen bilimlerinin anlaşılması üzerinde son derece önemlidir (Güneş ve Çelikler, 2010: 26). Konunun çok sayıda duyu organına hitap edilerek öğretilmesi, parçalara ayrılabilmesi öğrenmeyi kolaylaştırır, öğrenilen bilgilerin unutulmasını engeller (Küçükahmet, 2001: 142-143).

## **1.2.Modellerin Sınıflandırılması**

### **1.2.1.Bilimsel Modeller**

Bilimsel bilgileri temel alan (Vosniadou ve Brewer, 1992: 536), bir düşüncenin, nesne, olay, süreç, sistem veya kavramın özel yönlerini görülebilecek veya kolayca saptanabilecek şekilde basitleştirilmiş olarak sunan ve bir temsil aracı olarak nitelendirilen bilimsel modeller (Gobert ve Buckley, 2000; Harrison, 2001: 424) fen bilimlerindeki bir sistemi, sistemin çalışma şeklini, dış görünüşünü, sistemde zaman içinde meydana gelen değişimleri ve bilimsel teorilerle etkileşimini açıklar (Wells, Hestenes ve Swackhamer, 1995: 22). Bilimsel modeller bilimsel araştırmaların ürünleri ve gelecek araştırmaların rehberidir (Harrison ve Treagust, 2000a: 352-353).

Bilimsel modeller amaca göre çeşitlilik gösterebilir de sahip oldukları ortak özellikler vardır. Bunlar (Van Driel ve Verloop, 1999: 1142-1143);

- Model her zaman temsil ettiği hedef olarak bir nesne, olgu, sistem veya süreç ile ilişkilidir.

- Model doğrudan gözlem veya ölçüm yapılamayan bir sistem, nesne, olgu veya sürece ilişkin bilgi sahibi olmak için kullanılan araştırma aracıdır.
- Model temsili olduğu hedef olarak sistem, nesne, olgu veya süreç ile doğrudan etkileşmez.
- Model hedefe uygun benzetmeleri temel aldığı için araştırmacılar modellenen hedef kavramla ilgili yaptıkları çalışmalar boyunca testler yaparak hedef ile ilgili yeni bilgiler oluşturacakları hipotezleri üretebilirler.
- Model mümkün olduğunca basitleştirilir. Model her zaman hedefin bazı detaylarını taşımayabilir ve hedeften bazı detaylarda farklılık gösterir.
- Model hazırlanırken hedef ile model arasındaki benzeyen ve farklı olan özellikler modelin temsil ettikleri ile ilgili tahminde bulunma imkânı sağlamalıdır.
- Bir model etkileşimli süreçler neticesinde geliştirilir ve hedefe ilişkin ortaya çıkan yeni çalışmalar paralelinde model yeniden düzenlenebilir.

Modeller, zihinsel modeller ve kavramsal modeller başlıkları altında toplanmaktadır (Örnek, 2008: 35).

### **1.2.2.Zihinsel Modeller**

Bireylerin zihnindeki içsel, bilişsel temsiller zihinsel modellerdir (Harrison ve Treagust, 1996: 511; Ritchie, Tobin ve Hook, 1997: 232-233). Norman (1983: 7-11) zihinsel modelleri hedef sistem, hedef sistemin kavramsal modeli, hedef sistemin birey tarafından oluşturulan zihinsel modeli ve hedef sistemin bilim adamları tarafından kavramsallaştırılması olarak sınıflandırmıştır. Model, zihinsel bir modelin bilimsel yönlerine dikkat çekerek yoğunlaşır (Ingham ve Gilbert, 1991) ve ilk olarak var olduğu düşünülen ya da var olan yapılarla ve mekanizmalarla ilgili hedef sistemin davranışlarını ya da işlevlerini tanımlar (Borges ve Gilbert, 1999: 96). İnsanlar dünyayı doğrudan kavrayamadıkları için zihinsel modeller oluştururlar (Greca ve Moreira, 2000: 8). Bu modeller konuşma ve yazma yolu ile birey tarafından ifade edilebilir (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 93).

Öğrenmenin gerçekleşebilmesi için öğrencinin kendi şemalarını oluşturması gerekir. Bu şemalar zihinsel modeller olup kişisel temsillerdir. Öğrencilerin zihinsel model oluşturabilmeleri için bilimsel bilgiyi özümsemeleri gerekir. Zihinsel modeller

bireye Dünya'yı ve Dünya'daki olayları anlama, sistem hakkında tahmin ve açıklama yapma imkânı verir (Greca ve Moreira, 2000: 8).

Bir modeli öğrenmek öğretim modeli ile kritik özellikleri paylaşan zihinsel bir model oluşturmaktır (Hestenes, 1992: 28). Bireyler zihinsel modellerini ön bilgileri ile öğrendikleri bilimsel bilgileri kullanarak (Harrison ve Treagust, 2000b) kendi ifade ve davranışları bağlamında yapılandırır (Kurnaz ve Değermenci, 2012: 139). Zihinsel modeller yeni bilgiler oluşturmak için kullanıldıkları için üreticidirler (Vosniadou ve Brewer, 1992: 543). Genellikle büyütülmüş ya da küçültülmüş modeller, zihinsel modellerin basitleştirilmiş temsilleri olduğu için (Gobert, 2000: 965) sisteme ilişkin oluşturulan zihinsel model sistemi kolaylaştırır (Gilbert ve Boulter, 1995). Zihinsel modeller ilişkileri anlaşılır hale getirirler (Harrison ve Treagust, 1996: 532). Zihinsel modeller açıklamalar ve gerekçeler sunmak için amaç ve fonksiyonlara hizmet ederler. Belleği güçlendirerek hafızayı olumlu yönde etkileyen zihinsel modeller fiziksel sistemlerin davranışlarını tahmin etmeye yardım ederler (Williams, Hollan ve Stevens, 1983: 135). Bireysel fonksiyonları etkileyen ilgi çekici zihinsel modeller öğrencilerin kavramsal çerçeveleri hakkında geçerli bilgilerle araştırmacılara ve öğretmenlere yol gösterirler (Vosniadou, 1994: 48). Zihinsel modellerin değiştirilebilir, geliştirilebilir, yeniden yapılandırılabilir (Vosniadou ve Brewer, 1992: 582; Harrison ve Treagust, 2000b: 1017) ve modeli kullanan kişi açısından kullanışlı olmaları gerekli ve önemlidir (Greca ve Moreira, 2000: 8).

Zihinsel modeller 4 aşama halinde yapılandırılabilir (Taylor, Barker ve Jones, 2003: 1210-1211).

- 1) Birinci aşama: Öğrenciler mevcut zihinsel modellerini ortaya koyar ve sınıftaki arkadaşları ile paylaşırlar. Bu paylaşım ile öğrencilerin konu ile ilgili hazır bulunuşluk düzeyleri tespit edilebilir.
- 2) İkinci aşama: Mevcut modellerden hangilerinin konuyu açıkladığı tespit edilerek öğrencinin oluşturduğu modeli problemlerin çözümünde kullanması beklenir. Öğrenciler tahmin ve gözlemlerini ifade etmek için bu modelleri kullanırlar.
- 3) Üçüncü aşama: İkinci aşamada elde ettikleri verileri arkadaşları ile paylaşarak modelleri kritik ederler, değerlendirirler ve oluşturdukları modelleri savunurlar.

4) Dördüncü aşama: Öğrenciler modellerin zihinsel modelleri meydana getirmede ve değerlendirmede etkili olduğunu anlarlar.

### **1.2.3.Kavramsal Modeller**

Sistemlerin öğretimi ya da anlaşılması için bir araç olarak tasarlanan (Greca ve Moreira, 2000: 9; Örnek, 2008: 35), bilimsel bilgilerle uyumlu, kesin ve eksiksiz gösterimler olan kavramsal modeller (Günbatır ve Sarı, 2005: 188-189) paylaşılan, kesin, tutarlı ve ortak bilimsel bilginin dışsal sunumlarıdır (Greace ve Moreira, 2000: 5). Matematiksel modeller, bilgisayar modelleri, fiziksel modeller ve fizik modelleri kavramsal modellerdir (Örnek, 2008: 37).

Kavramsal modeller ezberlenmiş durumlar, denklemler ya da işlemlerin ötesinde fende kavramsal anlamaya ulaşmak için önemlidir (Clement, 2000: 1042). Bilim insanları tarafından kabul gören ve paylaşılan, bilimsel bilgilere uygun olan kavramsal modeller ilişki kurma ve ilişkileri anlamaya imkân sağlarlar. Bu modeller sayesinde öğrenciler kendi zihinsel modellerini oluşturabilirler. Işığın tanecik ve dalga modelleri, manyetik alan çizgisi modelleri birer kavramsal model örneğidir (Greca ve Moreira, 2000: 5-6; Gilbert, 1989; Harrison, 2001: 419).

Modelleri Harrison ve Treagust (1998: 422, 2000b: 1015) ölçeklendirme, pedagojik analogik, simgesel veya sembolik, matematiksel, teorik, haritalar, diyagramlar ve tablolar, kavram-süreç, simülasyonlar, zihinsel ve senteze dayalı olarak sınıflandırılmıştır.

### **1.2.4.Ölçeklendirme Modelleri**

Çoğunlukla detaylı bir şekilde dış görünüşü olmakla birlikte bazen de içyapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtan ölçeklendirme modelleri bitki, hayvan, araba ve binaların renklerini, dış şekillerini ve yapısal özelliklerini tanımlamak amacıyla kullanılır (Black, 1962: 220-221). Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncuğa benzediği için (Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991: 804-805) model ile hedef arasındaki farklılıklar gizli kalabilir.

### **1.2.5.Pedagojik Analogik Modeller**

Bu modeller bilgiyi hedef ile paylaştıkları için analogik (Glynn, 1991), atom ve molekül gibi görülemeyen varlıkları algılanabilir hale getirmek için açıklayıcı olarak geliştirildikleri için pedagojik olarak adlandırılırlar (Shulman, 1986: 8-9).

Örnek: Atomları topa benzetme, DNA' yı ipe benzetme, vb.

Analojinin yapısına bir veya çok sayıda özellik hükmeder ve analogik özellikler kavramsal niteliklere dikkat çekebilmek amacıyla çoğunlukla aşırı basitleştirilmiş veya genişletilmiştir. Analogik modeller hedef ile kaynak arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıtabilirler. Gentner (1983: 167-168) yüzeysel benzerliklerin ötesinde kavram öğrenmenin derin ve sistematik benzerlikler içeren analogik modellerle gerçekleşebileceğini ifade etmiştir.

Tüm modeller, benzerlik ve farklılıkları arayan analogi süreçleri tarafından oluşturulur (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 93). Kavramsal modellerin büyük parçalarını düzenlemek için güçlü kısa yollar olan analogiler yavaş ve dikkatli bir şekilde geliştirilmeli ve modellemenin büyük oluşumu içinde yapı taşları olarak kullanılacak küçük görsel elemanları oluşturmak için kullanılmalıdır (Clement, 1998: 1282).

Analogik modeller bilimsel iletişimi kolaylaştıran ölçeklendirilmiş ya da abartılmış nesnelere, semboller, denklemler, grafikler, diyagramlar, haritalar ve simülasyonlardan oluşmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000b: 1015).

Analogik modeller öğrencilere soyut ve gözlenemeyen olguların zihinsel modellerini oluşturma ve işleme imkânı vermektedir. Analogik modelin hedef analogi hakkında düşünmek için bir araç olarak kullanılabilmesi için duruma benzer, mantıksal ve kolay olması gerekmektedir (Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2006: 502).

Analoji ve modellerle öğretme için rehber yaklaşımın (FAR) odaklanma, hareket (eylem) ve yansıtma olmak üzere 3 yönü vardır (Treagust, Harrison ve Venville, 1998: 91).

-Odaklanma

Kavram: Kavram zor, bilinmeyen ya da soyut mu?

Öğrenci: Kavram hakkında öğrencilerin düşünceleri nedir?

Analoji: Kavramla öğrenci düşünceleri arasında benzerlikler var mı?

-Hareket

Benzeyenler: Analoji ve bilimsel kavramın özelliklerini tartışma.

Hedef ve analogi arasındaki benzerlikleri ifade etme.

Benzemeyenler: Bilimsel kavrama benzemeyen analogiyi tartışma.

-Yansıtma

Sonuçlar: Analogi açık ve anlaşılır mı ya da kafa karıştırıcı mı?

Öneriler: Sonuçların ışığında başlangıçtaki gibi yeniden odaklanma (Treagust, Harrison ve Venville, 1998: 91).

### **1.2.6.Simgesel veya Sembolik Modeller**

Kimyasal formüller veya eşitliklerin ifade edilmesinde kullanılan modellerdir.

Örnek: Kimyasal reaksiyon denklemleri, CO<sub>2</sub> (karbondioksit)' in kimyasal formülü (Pimentel, 1963: 41).

### **1.2.7.Matematiksel Modeller**

Kavramsal ilişkileri açığa çıkaran matematiksel eşitlikler ve grafikler fiziksel özellikler ile süreçlerin temsili niteliğindedir.

Örnek: Boyle-Mariotte Kanunu,  $F=m.a$  eşitliği, ışığın düzgün yansımada gelme ve yansıma açısının eşit olması, vb. (Hodgson, 1995).

### **1.2.8.Teorik Modeller**

İnsanlar tarafından oluşturulan ve iyi yapılandırılmış teorik temellerle tanımlanmış olan modellerdir. Bu modeller sağlam bir teorik alt yapı içerirler ve gerçeklikleri çok iyi bir biçimde açıklarlar (Keenan, Kleinfelter ve Wood, 1980: 222-224).

Örnek: Kinetik teorisinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç (Keenan, Kleinfelter ve Wood, 1980: 222-224), elektromanyetik kuvvet çizgileri, fotonlar vb. (Gee, 1978: 287-290; Smit ve Finegold, 1995: 631-632).

### **1.2.9.Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar**

Bu modeller öğrencilerin kolayca zihinlerinde canlandırabildikleri yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil ederler (Harrison ve Treagust, 2000b: 1016). Diyagram öğrenmeyi kolaylaştırır (Gobert ve Clement, 1999: 40) ve sistemin davranışı hakkında zihinsel modeller oluşturmayı, öngöründe bulunmayı ve çıkarım yapmayı sağlar (Gobert ve Clement, 1999: 40). Diyagramlar gerçeklerin bir dizi sembolik

temsilini içeren görsel modellerin formları olarak öğrenmede çok faydalıdır (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 94).

Örnek: Periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zinciri, vb. (Harrison ve Treagust, 2000b: 1016).

#### **1.2.10.Kavram-Süreç Modelleri**

Fen kavramlarının çoğu bir nesne olmaktan ziyade süreçten oluşmaktadır (Chi, Slotta ve De Leeuw, 1994).

Örnek: Kimyasal denge, asit-baz reaksiyon modelleri, vb (Garnett ve Treagust, 1992).

#### **1.2.11.Simülasyonlar (Benzetişim)**

Çoklu karmaşık ve gelişmiş süreçleri temsil etmek amacıyla kullanılan dinamik modellerdir.

Örnek: Küresel ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları, vb. (Harrison ve Treagust, 2000b: 1016-1017).

#### **1.2.12.Zihinsel Modeller**

Bilişsel süreçler neticesinde oluşturulan zihinsel modeller somut ya da soyut kavramların ve süreçlerin zihnimizde canlandırdığımız hallerdir.

#### **1.2.13.Senteze Dayalı Modeller**

Öğrencilerin ilkel modelleri ile eğitimde öğretmenler tarafından sunulan bilimsel modellerin sentezlenmesi sonucunda öğrencilerin alternatif kavramların gelişimine dair oluşturdukları modellerdir (Vosniadou, 1994: 62-63).

#### **1.2.14.Fiziksel Özelliklerine Göre Modeller**

Modeller fiziksel özelliklerine göre soyut modeller, tam modeller, büyütülmüş veya küçültülmüş modeller, kesitli modeller, yapılıp bozulabilen modeller, çalıştırılabilir modeller ve elle yapılan modeller olmak üzere çeşitli şekillerde sınıflandırılırlar.

Soyut modeller nesnenin yalnızca meydana gelişini ifade eden, ayrıntıların bulunmadığı, renk ve yapı gibi özellikler açısından hedefe benzeyen modellerdir.

Tam modeller iskelet, diş, insan beyni modeli gibi hedefe çok fazla benzeyen modellerdir.

Büyütölmüş veya küçöltölmüş modellerde öğrenciler model üzerinde incelemeler yaparak detayları görebilirler. Göz modeli (Yiğit ve Özmen, 2006: 2), atom modeli, Güneş sistemi modeli, virüs modeli gibi hedefin belli oranlarda büyütölməsi ya da küçöltölməsi ile oluşturulan modellerdir.

Kesitli modeller böbrek kesiti modeli gibi gerçek nesne ile orantılı olan ve nesnenin kesitini görmemizi sağlayan modellerdir.

Yapılıp bozulabilen modeller parçalara ayrılmış bir modeli yeniden yapma imkânı verdiği için konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olurlar (Yiğit ve Özmen, 2006: 2-3). İnsan vücudu modeli (Gobert ve Buckley, 2000: 893), atom modeli gibi modeller bir bölümü ya da tamamı takılıp sökülebilen modellerdir.

Çalıştırılabilir modeller gerçeğine benzer bir şekilde işlevini gerçekleştiren modellerdir. İnsanda solunum sistemi modeli, mekanik enerji korunum modeli, pistonlu kap modeli (Yiğit ve Özmen, 2006: 2-3), elektrik motoru, vinç, elektroskop, buzdolabı ve baraj modelleri gibi bir nesnenin çalışma şeklini gösteren modellerdir.

Elle yapılan modeller Dünya modeli, elektrik devresi modeli gibi bir nesnenin modelini öğrenciye yaptırmak suretiyle öğrenmeyi sağlayan modellerdir (Gobert ve Buckley, 2000: 893).

### **1.3.Modelleme**

Fen eğitiminde model ve modellemenin (1) fen öğrenme, (2) fen hakkında öğrenme ve (3) fen yapmayı öğrenme olmak üzere 3 önemli amacı vardır (Hodgson, 1995).

Modelleme önemli bir yapılandırmacı öğretim stratejisidir. Okulda fen derslerinde bilimsel modelleri öğrencilerin oluşturma, işleme ve yorumlama yollarını keşfetmek için modelleme çok önemlidir (Harrison ve Treagust, 2000b: 1020-1021).

Modelleme bilimsel bilginin gelişiminde dinamik bir süreçtir (Justi ve Gilbert, 2002b: 381-382). Modelleme hem günlük olgular gibi kavramsal değişimin dinamiklerini ve mekanizmasını tanımlar hem de fen eğitiminde kavramsal öğrenmeyi geliştirmek için öğretim stratejileri sunar (Hestenes, 1987: 25-26). Gerçek



problemleri çözmeye öğrenciler kendi modellerini oluşturabilirler, test edebilirler ve modellerini sınıf ortamında tartışabilirler. Bu sayede olaylara bir bilim adamı gibi bakabilmeyi öğrenirler (Henze, Van Driel ve Verloop, 2007: 104).

Gelişmiş bir düşünme süreci olan modellemede öğrencilerin ön bilgileri ya da zihinsel modellerini bilimsel modeller doğrultusunda değiştirmeleri ya da geliştirmeleri sağlanarak bir sistem ya da olay için zihinsel modeller oluşturmaları sağlanır (Harrison ve Treagust, 1998: 420-421). Öğrenciler zihinsel modellerini yapısal, işlevsel ve nedensel bağlamda akıl yürüterek oluştururlar (Gobert ve Pallant, 2004: 8; Seel, 2001: 423-424).

Detayların nasıl ve hangi şekillerde yer alacağını belirlediği çeşitli aşamalardan oluşan karmaşık ve bilimsel bir çalışma olan modelleme, model oluşturmak amacıyla izlenen süreçler sırasında kullanılan işlemlerdir (Justi ve Gilbert, 2002b: 372). Bir model kaynak ile hedef arasında bir temsil olarak karakterize edilir (Erduran ve Duschl, 2004: 112). Kaynak ve hedef modellemenin iki temel ögesidir. Kaynak mevcut bilgilerin tamamını kapsar. Hedef ise kaynaktan hareketle ulaşılabilecek bilgileri içerir. Kaynak incelenerek hedefe ilişkin ilgili tahminler yapılabilir ve bu tahminlerin doğruluğu test edilebilir (Justi ve Gilbert, 2002b). Hedef bilinmeyen bir nesne ya da olguyu açıklarken benzer bir nesne ya da olgu olan kaynak, hedefi anlamaya yardımcı olur (Erduran ve Duschl, 2004: 112). Ulaşılan sonuçlarla hedef açıklanabilirse sunulan model kabul görür. Aksi takdirde mevcut bilgilerin yeniden değerlendirilmesi gerekir (Justi ve Gilbert, 2002b: 371-372).

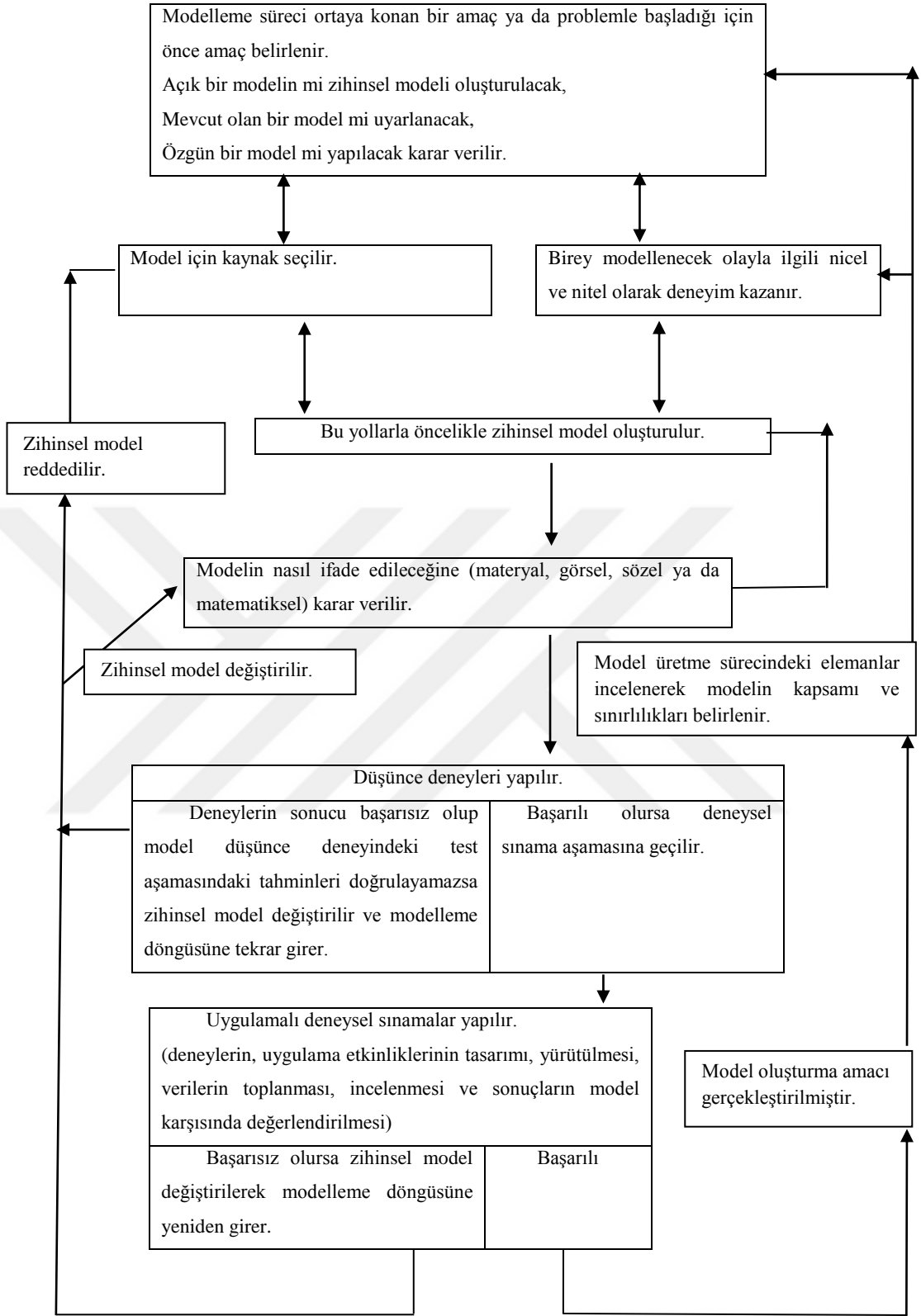
Model oluşturulurken olgu ile hedef arasındaki ortak ve ortak olmayan özelliklerin belirlenmesi, sisteme ait bileşenlerin gelişiminin ve konunun temsil edilmesi, basitleştirilmiş temsiller kullanılarak ortaya tahmin edilebilir bir fikir konulması olmak üzere üç aşamalı teorik bilgi gelişiminin sağlanması gerekmektedir (Justi ve Gilbert, 2002b). Model oluştururken modelin sadece hedefin bazı özellikleri ile ilgili olmasına ve hedefin bazı özelliklerinin modelden ayrı tutulmasına da dikkat edilmelidir (Van Driel ve Verloop, 1999: 1275-1276).

Modelleme öğretimi (1) öğrencilerin var olan araçları ve modelleri kullanma, keşfetme ve dönüştürmeleri, (2) alternatif modelleri karşılaştırma ve (3) bireylerin mevcut ihtiyaçlar için yeni bir yapı oluşturmaları olmak üzere 3 yaklaşım üzerine temellenir (Doerr, 1996: 407).

Modelleme sürecinin sonunda oluşan bir ürün olarak model (Harrison, 2001: 416; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002: 366-367) bilimler arasında bağlantı kurmada çok önemli bir rol oynar (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998: 92).

Modelleme döngüsü (Boulter ve Buckley, 2000; Clement, 1989: 344-347, Gentner ve Gentner, 1983; Gilbert, Boulter ve Rutherford, 1998; Justi ve Gilbert, 2002b: 371; Gilbert ve Reiner, 2000) Şekil 1.3.1’de verilmiştir.





Şekil 1.3.1: Modelleme Döngüsü

#### **1.4.Modelleri ve Modellemeyi Öğretmek ve Öğrenmek**

Yapılandırmacı öğrenme teorisine göre öğrencilerin etkili ilişkisel düşünürler olmaları için model temelli düşünme ve öğrenmeyi genişletilmiş bir biçimde tecrübe etmeleri gereklidir (Harrison ve Treagust, 2000b: 1021).

Modelleri ve modellemeyi öğretmek ve öğrenmek için Justi ve Gilbert (2002b: 372-374) tarafından ifade edilen beş yaklaşım dikkate alınmalıdır.

##### **1.4.1.Modelleri Öğrenmek ve Öğretmek**

Önceden hazırlanmış ve kullanılmakta olan modellerin öğretimi için;

- Hedefin tanıtılması,
- Modelin tanıtılması,
- Hedef ile model arasındaki geçerli ve uyumlu özelliklerin tanımlanması,
- Hedef ve model arasındaki benzerliklerin ilişkilendirilmesi,
- Hedef ile model arasındaki uyumlu olmayan özelliklerin tanımlanması,
- Modellenen hedefin yapısına ilişkin sonuçların ortaya çıkarılması gerekmektedir.

##### **1.4.2.Modellerin Kullanımını Öğrenmek**

Öğrencilerin modelleri genel durumlara uygulamaları ve uygulama neticesinde başarılı oldukları durumları tespit etmeleri gerekmektedir.

##### **1.4.3.Modelleri Yeniden Düzenlemeyi Öğrenmek**

Modeli yeniden düzenlemek öğrencilerin bilgi sahibi oldukları ve kullandıkları bir modeli nerede, nasıl değiştirmeleri ya da yeniden düzenlemeleri gerektiğini öğrenmeleri ile ilgilidir.

##### **1.4.4.Modelin Yeniden Oluşturulmasını Öğrenmek**

Modellemeye ait tüm bileşenlerin yer aldığı bu aşamada mevcut modelin detayları öğrenciler tarafından bilinmediği takdirde öğrencilerin modeli yeniden nasıl oluşturacaklarını öğrenmeleri gerekmektedir.

##### **1.4.5.Model Oluşturmayı Öğrenmek**

Model oluşturmak modeli tamamlayan makro düzeydeki özelliklerin modelin bileşenleri olan mikro düzeydeki özelliklerden çıktığını fark etmeyi öğrenmektir (Justi ve Gilbert, 2002b: 372-374).

Model ve modelleme fen öğretiminin ayrılmaz bileşenleridir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004: 36). Soyut bir yapıya sahip olan fen bilimleri modellerin kullanım alanlarını ve işlevlerini genişletmektedir (Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002: 357).

Öğrenciler soyut kavramları zihinlerinde canlandıramadıkları zaman ezbere yönelirler. Öğrencilerin ezbere yönelmelerini önlemek için soyut kavramlar öğretilirken algılamayı kolaylaştırmak (Lock, 1997: 33) ve karmaşık olguları basitleştirmek için modeller kullanılmalıdır (Justi ve Gilbert, 2002b: 384).

Bilimsel düşünme ve çalışma becerilerinin kazandırılması fen öğretiminin temel felsefesidir. Bu nedenle öğrencilere modelleri ve modellemeyi anlamaları ve bireysel ya da grup olarak uygulama yapmaları için fırsat verilmelidir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004: 36).

### **1.5. Modelle Öğretim Yöntemi**

Gerçek eşyaların, aynı ya da farklı maddelerden hazırlanan örnekleri ile doğal ortamından öğrenme ortamına getirilmiş cisimler kullanılarak gerçekleştirilen öğretim yöntemidir (Çilenti, 1985: 63; Kaptan, 1998: 203).

Model temelli öğrenme zihinsel modeller oluşturma yolu ile öğrenmenin dinamik ve ardışık bir sürecidir. Model oluşturma sürecinde öğrenciler mevcut bilgilerine, yeni bilgiye ve beklenen görevlere dair çizimler yaparlar ve olguların zihinsel modellerini oluştururlar (Buckley, 2000: 896; Kozma, Jones, Wykoff ve Russell, 1992).

Olgu ya da temsiller hakkındaki sebepler görev uygulamalarında başarılı bir şekilde kullanıldığı zaman model desteklenmiş olur (Clement, 1989: 347-348) ve sonunda önceden derlenmiş kararlı bir model oluşur (Vosniadou ve Brewer, 1992: 582). Ancak modelde tutarsızlık ve eksiklikler tespit edilirse (Bransford, Sherwood, Vye ve Rieser, 1986) öğrenciler modeli reddederler ve yeni bir model oluştururlar, mevcut modeli gözden geçirirler ya da başlangıçtaki modeli detaylandırır. Bunun sonucunda yeni model desteklenmiş olur (Clement, 1989: 347-348; Schauble, Glaser, Raghavan ve Reiner, 1991: 233-236).

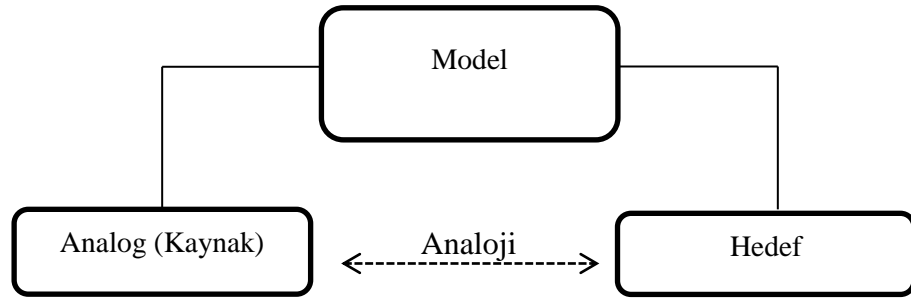
Modeli düzeltme var olan modelin parçalarının değiştirilmesini; modelin detaylandırılması ise mevcut modele ilave yapmayı ya da birleştirmeyi içerir (De Kleer ve Brown, 1983; Monaghan ve Clement, 1994; Stewart ve Hafner, 1991).

## 1.6.Analoji

Daha önce de model türleri arasında ifade edilen analogiler kavram, ilke ve formüllerin benzerlikleri arasında kurulan sağlam bağlantılardır. Analogiler kaynak olarak görülen ön bilgiler ile hedef olarak görülen yeni bilgiler arasında kurulan güçlü köprülerdir (Kesercioğlu vd., 2004: 35). Analogiler ile bilinen bir kaynak kavram ile yeni hedef kavram arasında kavramsal köprüler kurularak kavram yanlışları giderilebilir (Glynn, 1991).

Analogiler insan düşüncesinin bir parçasıdır. Analogilerden yeni bilgiler elde edebiliriz ya da bilişsel yapımızda mevcut olanları değiştirebiliriz. Bu anlamda, analogik akıl yürütme sürecini anlamak nasıl öğrendiğimizi anlamak için önemli bir koşul haline gelir (Mozzer ve Justi, 2012: 429).

Açık bir şekilde kaynak ve hedef olmak üzere iki etki alanının yapılarını karşılaştıran ve bu yapılara ait parçaların kimlik özelliklerini gösteren analoginin ifade ettiği anlam aşağıdaki diyagramda gösterilmektedir (Duit, 1991: 666).



Şekil 1.6.1: Analoginin İfade Ettiği Anlam

Öğretim sırasında analogiler iki yolla kullanılabilir. Öğrencilerden kendi analogilerini oluşturmaları, kavramları açıklamaları ve tüm sınıfla ya da gruplar halinde paylaşmaları istenebilir. Daha da iyisi öğrenciler küçük gruplar halinde kelimeler ve kelimelerin anlamlarını içeren hikayeler oluşturabilirler. Diğer bir yol olarak da öğretmenler zor kavramları öğretmek için analogiler tasarlayabilir. Her iki yolda da öğrencilerin hedef ve analog (kaynak) arasında birebir bağlantı

kurabilmeleri, hedef ve analog (kaynak) arasındaki fonksiyonel farklılıkları anlayabilmeleri önemlidir (Hutchison ve Padgett, 2007: 70).

### **1.7. Analogiler ve Öğrenme**

Rumelhart ve Norman (1981) analogiler ve öğrenmeyi bir şema teorisi ile özetlemiştir. Bu bakış açısına göre şema çevremizdeki olayları yorumlamamızı sağlayan özel bilgi paketleridir. Rumelhart ve Norman öğrenmeyi gruplayarak ilkinin birikim, diğerlerini ise düzenleme, ayarlama, şema evrimi, yeniden yapılanma veya şema oluşturma olarak adlandırmıştır. Birikimde mevcut şemalar kullanılarak yeni bilgiler kodlanır. Öğrenmenin bu türünde yeni bir şema geliştirilmez. Bu Piaget'in özümleme sürecine oldukça benzerdir. Yeni şemanın meydana gelmesi düzenleme, ayarlama, şema evrimi, yeniden yapılanma veya şema oluşturma olarak adlandırılır ve burada analogiler devreye girer. Analoji tarafından kaynağın etki alanlarından hedefin etki alanlarına yapılar aktararak yeni şemalar oluşturulur. Öğrenmenin bu türleri Piaget'in uyum süreci ile ana özellikleri açık bir şekilde paylaşır.

### **1.8. Fen Öğretiminde Kullanılan Analoji Yaklaşımları**

#### **1.8.1. Yapı Haritalama Metodu**

Bu teori bir alana uygulanabilen ilişkisel yapının başka bir alanda uygulanabilmesine dayanmaktadır (Gentner, 1983: 156).

Gentner (1988) alanlar arasında uygulanabilecek benzerliği dört türe ayırmıştır. Bunlar;

**1. Analoji:** Sadece ilişkisel yüklem haritalanır ve nesnelere ilişkin hiçbir özellik verilmez.

**2. Birebir benzerlik:** İlişkisel yüklem ve nesne özellikleri haritalanır.

**3. İlişkisel soyutlama:** Temel alanın soyut ilişkisel yapıları haritalanır. Haritalamada nesnelere somut özellikleri yer almaz.

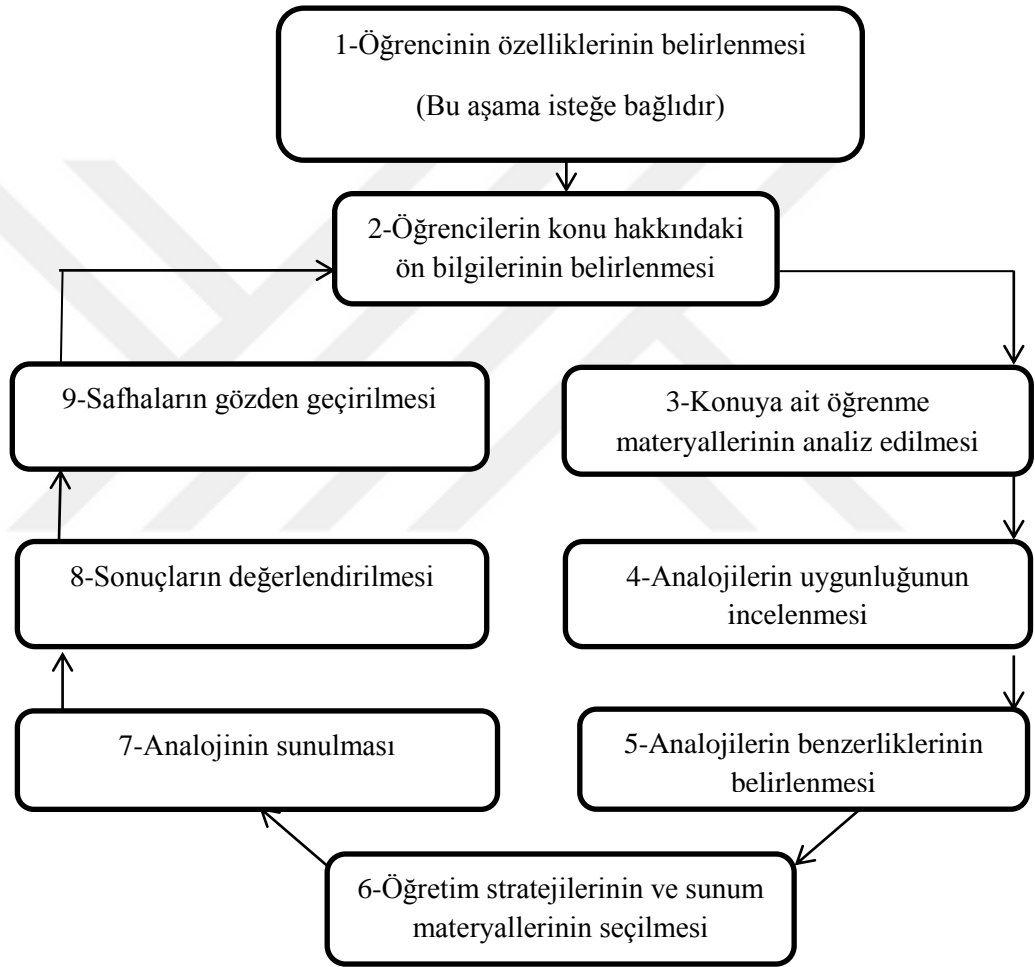
**4. Sadece görünüş eşleştirmesi:** Başlıca nesne tanımları haritalanır.

Öğrenme sürecinde en büyük çıkarımsal güce ilişkisel soyutlamalar sahiptir. Birebir benzerliklerin bu konuda daha az değerli oldukları ve sadece görünüş eşleştirmesinin neredeyse hiçbir değeri olmadığı; buna karşın birebir benzerlik ve görünüş eşleştirmesi ile analogilere erişimin mümkün olduğu ifade edilmektedir. Analogiler birebir benzerlik ve ilişkisel soyutlamalar arasında yer almaktadır.

Analojiler başlıca ilişkisel yapıları haritalamak için tahminde bulunmayı, nesne özellikleri de analogiye erişimi kolaylaştırmaktadır (Duit, 1991: 660-661).

### 1.8.2. Analoji ile Genel Öğretim Modeli

Analoji kullanımı için Zeitoun (1984) bir model geliştirmiştir. Bu model Rumelhart ve Norman (1981) tarafından geliştirilen şema teorisine dayanmaktadır (Duit, 1991: 652). Analoji ile genel öğretim modeli 9 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar (Şekil 1.8.2.1);



Şekil 1.8.2.1: Analoji ile Genel Öğretim Modelinin Aşamaları

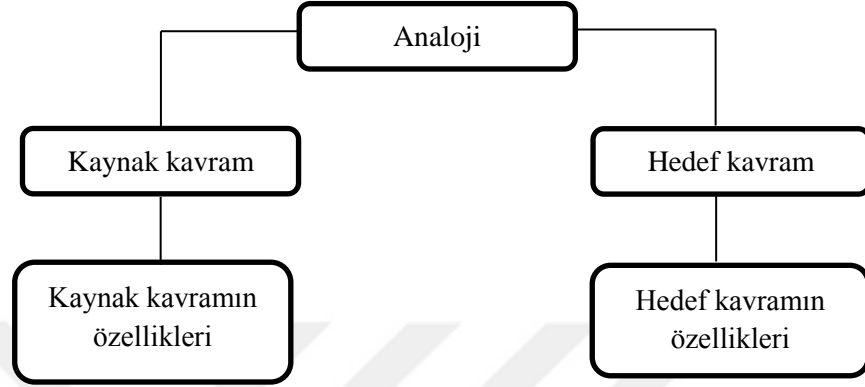
### 1.8.3. Analoji ile Öğretim Modeli

Analoji ile öğretim modeli, analogi kullanımı ile ilgili teorik düşünceler temel alınarak analogik akıl yürütme hakkındaki deneysel çalışmalar ile fizik ders



kitaplarında kullanılan analogilerle ilgili olarak yapılan analitik bir çalışmaya dayandırılarak geliştirilmiştir (Glynn, 1989).

Bir analogide kaynak ile hedef arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.



Şekil 1.8.3.1: Kaynak ile Hedef Arasındaki İlişki

Analoji ile öğretim modeli 6 aşamadan oluşmaktadır.

1. aşamada hedef kavram tanıtılır.
2. aşamada kaynak kavram hatırlatılır.
3. aşamada hedef ve kaynak kavramların benzer özellikleri açığa çıkarılır.
4. aşamada hedef ve kaynak kavramların benzer özellikleri haritalanır.
5. aşamada kavramlar hakkında sonuç çıkarılır.
6. aşamada analogilerin çalışmadığı yerler tespit edilir (Glynn, 1989: 198).

#### 1.8.4.Köprü Kuran Analogiler

Clement ve diğerleri öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermek için köprü kuran analogiler yaklaşımını geliştirmişlerdir. Onlara göre analogi kullanımında yaşanan başarısızlıkların nedeni çoğunlukla (1) öğrencilerin kaynak kavramı tam olarak anlamamış olmaları ve (2) amaçlanan analogi ile uygun benzetmeleri bulamamış olmalarıdır. Köprü kuran analogiler yaklaşımında kaynak kavram (analog) çapa, hedef ve kaynak arasındaki ilişki ise köprü olarak adlandırılmaktadır (Brown ve Clement, 1989: 22; Clement, 1987).

Analoji hedef ve kaynak olmak üzere iki etki alanının parçaları arasındaki ilişkidir. Bu nedenle analogi iki etki alanının yapıları arasındaki benzerlikleri temel alan bir karşılaştırma durumu olarak görülmektedir (Duit, 1991: 649-650).

## 1.9. Analojilerin Sınıflandırılması

Tablo 1.9.1’de analogi türleri kriterler ve açıklamalar bağlamında sınıflandırılarak sunulmuştur (Cha, Byun ve Noh, 2004: 632).

Tablo 1.9.1: Analojilerin Sınıflandırılması

<b>Kriter</b>	<b>Analojilerin Türü</b>	<b>Açıklama</b>
Paylaşılan özelliklerin doğası	Yapısal	Şekil, boyut, renk gibi yapısal özellikler paylaşılır.
	İşlevsel	Rol, davranış gibi işlevsel özellikler paylaşılır.
	Yapısal / İşlevsel	Hem yapısal hem de işlevsel özellikler paylaşılır.
Temsil şekli	Sözel	Kaynağın etki alanında sadece sözel içerik vardır.
	Görsel	Kaynağın etki alanında sadece görsel temsil vardır.
	Sözel / Görsel	Kaynağın etki alanında hem görsel hem de sözel içerik vardır.
Soyutlama	Somut – Somut	Hem kaynak hem de hedef somuttur.
	Soyut – Soyut	Hem kaynak hem de hedef soyuttur.
	Soyut – Somut	Hedef soyut, kaynak somuttur.
Eşleştirme derecesi	Basit	Açıklama yapılmadan sadece hedef ve kaynak arasındaki benzerlikler ifade edilir.
	Zenginleştirilmiş	Paylaşılan özelliklerin bazılarını gösterir.
	Genişletilmiş	Hedefi açıklamak için kaynağın birçok özelliğini ya da birçok kaynağı içerir.
Yapaylık	Günlük içerik	Günlük nesnelere ya da olaylar değiştirilmeden kullanılır.
	Yapay	Günlük nesnelere ya da olaylar bazı değişiklikler yapılarak kullanılır.
Analogi teriminin kullanımı	Kullanılan	Analogi ya da analogik terimini içerir.
	Kullanılmayan	Analogi ya da analogik terimini içermez.
Sistemik olarak	Yüksek	Kaynak ile hedef arasındaki nedensel ilişkileri içerir.
	Düşük	Kaynak ile hedef arasındaki nedensel ilişkileri içermez.
Sınırlılıkların tanımlanması	Tanımlanmış	Paylaşılmayan özellikler açıklanır.
	Tanımlanmamış	Paylaşılmayan özelliklere ait herhangi bir açıklama yoktur.
Öğrencilerin katılımı	Öğrenci merkezli	Öğrencilerin aktif katılımını gerektirir.
	Öğretmen merkezli	Öğrencilerin katılımı gerekmez.

## 1.10. Analojilerin Seçiminde Göz Önünde Bulundurulması Gereken İlkeler

- Kaynak ve hedef iyi belirlenmelidir.
- Bilinmeyen konumunda olan hedef için bilinen ve hedefe benzeyen bir kaynak (analog) kullanılmalıdır.
- Hedef için somut bir kaynak (analog) kullanılmalıdır.
- Bağlantılar hedef kavramın yapısı ile ilişki kurabilecek türden seçilmelidir.
- Öğrencilerin hazır bulunuşlukları dikkate alınmalıdır (Kesercioğlu vd., 2004: 37).

### **1.11.Analojiler Oluşturulurken Dikkat Edilmesi Gerekenler**

Analojilerde hedef kavram ile kaynak kavramın birebir uyumlu olduğu söylenemez. Bu nedenle kaynağın hedeften farklı olan özellikleri yanıltıcı olabilmektedir.

Öğrencinin kaynak kavramla ilgili bir yanılgısı varsa bunu hedef kavrama da transfer etmesi muhtemeldir. Bu nedenle analogilerin öğrenciler tarafından oluşturulması önemlidir.

Öğrenme durumlarında analogik akıl yürütme ciddi bir rehberlik gerektirir. Yüzeysel benzerlikler ve yapının derin özellikleri analogilere erişimi kolaylaştırır. Fakat sadece yapının derin özellikleri çıkarımsal güce sahiptir (Glynn, 1989: 387).

Hedef bilgi ile kaynak bilgi arasındaki benzerlik oranında analoginin etkililiği artmaktadır. Hedef ile kaynak arasındaki benzerliğin fazla olmaması durumunda ise analogi öğrenmede karışıklıklara neden olmaktadır (Günay-Bilaloğlu, 2005: 76). Bu nedenle analoginin öğrenci için bilindik olması son derece önemlidir.

Analojiler oluşturulurken kaynak kavram ve hedef kavram arasındaki benzerlikler, farklılıklar, yeterli ve yetersiz durumlar öğretmenin rehberliği ile ortaya koyulmalı ve analogileri öğrenciler oluşturmalıdır (Kesercioğlu vd., 2004: 43).

Zor bir kavramı açıklamak için kullanılabilecek analogiler öğrencilerin kavram yanılgılarını saptamak ve bu yanılgıları düzeltmek için güzel bir fırsat sunabilir. Bununla birlikte dikkat edilmesi gereken oldukça önemli bir nokta analogilerin öğrenmeyi kolaylaştırırken pek çok kavram yanılgısı oluşturma potansiyeline sahip olmalarıdır. Bu nedenle analogilerin öğretimsel araçlar olarak kullanılabilmeleri için öğretmenlerin analogilerin uygun olduğundan emin olmaları gerekir. Aksi halde analogiler öğrenmeyi kolaylaştırmaktan ziyade öğrencilerin bilgiyi zihinsel olarak düzenlemelerini ve anlamalarını engelleyebilirler (Hutchison ve Padgett, 2007: 72).

### **1.12.Analojilerin Avantajları**

- Analojiler kavramları ulaşılabilir kılarak öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecini kolaylaştırmada güçlü araçlardır.
- Analojiler yeni bakış açıları sağlayan kavramsal değişimi öğrenmede değerli araçlardır.

- Analojiler gerçek dünyada benzerliklere işaret ederek soyut anlamayı kolaylaştırır.
- Analojiler soyut kavramları görselleştirmeyi sağlar.
- Analojiler ilgi çekici ve motive edicidir.
- Analojiler öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almalarını sağlar.
- Analoji kullanımı ile öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilir (Duit, 1991: 666). Bu nedenle öğrencilerin de analoji oluşturmaları sağlanmalıdır.
- Analojiler mevcut belleği yeniden yapılandırmaya ve yeni bilgiler için belleği hazırlamaya yardımcı olurlar (Gentner, 1983).
- Analojiler hedefin etki alanlarının öğrenilmesinde yardımcıdır.
- Kişisel analogiler hedef kavramın etki alanını tanıdık hale getirir.
- Çoklu analogiler tüm etki alanlarının öğrenilmesini kolaylaştırır (Duit, 1991: 667-668).
- Analojiler somut örnekler yardımıyla soyut durumları anlaşılır hale getirir (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007: 101).

### **1.13.Ulusal ve Uluslararası Alanyazında Yer Alan Çalışmalar**

#### **1.13.1.Model ve Modelleme Konulu Çalışmalar**

Jones, Lynch ve Reesink (1987) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay kavramlarına ilişkin algılamalarını şekil, büyüklük ve hareket bağlamında incelemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin zihinsel modellerinin Güneş, Dünya ve Ay sistemi için Güneş merkezli ve Dünya merkezli olduğu ortaya konulmuştur.

Teorik yapılar ve doğal olgulara ait modeller fen eğitiminde yaygın bir şekilde kullanılan öğretim araçları olduğu için Grosslight vd. (1991) modelleri anlama ve fende kullanma ile ilgili olarak orta ve yüksek okul öğrencileri ile uzmanların anlayışlarını incelemişlerdir. Çalışmanın örnekleme 33'ü 7. sınıf (karma) ve 22'si 11. sınıf (derece öğrencileri) olmak üzere 55 öğrenci ve dört uzman ile oluşturulmuştur. Öğrencilerin ve uzmanların model ve modellerin fende kullanımı ile ilgili anlayışlarını belirlemek için görüşmeler yapılmıştır. Örneklemin modellerin bilimsel ürünler olup olmadıklarını belirlemede kullandıkları kriterleri incelemek ve

modelleri anlama seviyelerinin ve bu anlamının farklı epistemolojik bakış açılarını nasıl yansıttığını tanımlamak amacıyla analizler yapılmıştır. İki gruptaki öğrencilerin doğal gerçek epistemoloji ile şekillenen model anlayışına sahip oldukları anlaşılmıştır. Öğrencilerin modellerin özellikle bağlantıları sağlamak gibi özel amaçlar için tasarlandığını düşündükleri saptanmıştır. Uzmanların tamamının görüşlerini soyut ve fiziksel modeller ile düşünceleri test etme ve yapılandırmada kullanılan yapılandırmacı bir çerçevede ifade ettikleri görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin olguların kavramsal yönlerini karşılaştırmalarını sağlayan modelleri daha çok kullanmaları ve bilimsel araştırmanın sunumunda modellerin rollerinin daha çok tartışılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca çalışmada bazı öğrencilerin model konusundaki fikirlerinin yeterli olmadığı anlaşılmıştır. Bu öğrencilerin modelleri bilimsel bir ürün yerine gerçeğin kopyası olarak gördükleri saptanmıştır. Bu durumun aksine bazı öğrencilerin ise modellerin olguları temsil ettiklerini belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin modellerin bilimsel ürünler olduklarını belirtmelerinin yanı sıra gerektiğinde modellerin yeniden düzenlenebileceğini gerektiğinde de reddedilebileceğini belirttikleri ortaya konulmuştur.

Vosniadou ve Brewer (1992) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin Dünya ile ilgili algılamalarını incelemişler ve öğrencilerin bu konuya ilişkin çeşitli zihinsel modeller geliştirdiklerini saptamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre 6 ve 7 yaşındaki öğrenciler Dünya'nın dikdörtgen veya yassı bir disk şeklinde, 10 ve 11 yaşındaki öğrenciler ise Dünya'nın küresel olduğuna inanmaktadır.

Vosniadou ve Brewer (1994) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin gece-gündüz oluşumu ile ilgili algılamalarını incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre 6 ve 7 yaşındaki öğrencilerin Güneş'in aşağı-yukarı hareketinin ve 10-11 yaşındaki öğrencilerin ise gece-gündüz oluşumunda dünyanın hareketinin etkili olduğuna inandıkları tespit edilmiştir. Vosniadou ve Brewer (1992, 1994)'e göre 6 ve 7 yaşındaki öğrenciler yaşantılarına dayanan ilkel zihinsel modellere sahipken 10 ve 11 yaşındaki öğrenciler ise bilimsel nitelik taşıyan bilgiler, kültürel değerler ve deneyimler çerçevesinde gelişen sentez zihinsel modellere sahiptir.

Smit ve Finegold (1995) çalışmalarında fizikteki modellerle ilgili olarak son sınıf fizik öğretmen adaylarının sahip oldukları algıları incelemişlerdir. Öğretmen

adaylarının model, modelin tanımı ve modelin fonksiyonları ile ilgili düşünceleri analiz edilmiştir. Çalışmaya 16 farklı üniversiteden 196 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının öğretimde kullanmak için model hazırlamaktan uzak oldukları görülmüştür. Bazı öğretmen adayları modeli gerçeğin görsel ya da somut bir temsili olarak ifade etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise modeli doğadaki bir şeyin kopyası ya da yansıması olarak belirtmişlerdir. Çalışmada öğretmen adayları tarafından modelin gerçek şeyle hemen hemen aynı olarak görüldüğü; modelle ilgili bu bakış açısının oldukça sınırlı olduğu ve bu durumun konunun öğretiminde ciddi karışıklıklara neden olabileceği vurgulanmıştır. Öğretmen adayları teorilerin görsel ve somut olmadığını, modellerin ise görsel ve somut olduklarını ifade etmişlerdir. Fizik öğretmen adaylarının modelleri bir öğretim aracı olarak gördükleri saptanmıştır. Öğretmen adayları modellerin soyut ve karmaşık kavramları anlamaya, açıklamaya ve bir sistemin nasıl işlediğini göstermeye yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda modellerin fizik öğretiminde ihmal edilen bir konu olduğu ve bu ihmalin öğrencilerin fiziği anlamının zor olduğunu düşünmelerinin temel nedeni olabileceği ifade edilmiştir.

Harrison ve Treagust (1996) çalışmalarında 8, 9 ve 10. sınıfta öğrenim gören 48 öğrencinin atom ve molekül konuları ile ilgili zihinsel modellerini incelemişlerdir. Çalışmada öğrencilerin atomun büyüklüğü, şekli, yapısı, maddelerin oluşumu, elektron kabuğu, elektron bulutu ve model oluşturma gibi çeşitli konulardaki görüşleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin güneş sistemi modeliyle benzeşen orbits model olduğu görülmüştür. Öğrencilerin uygun bulmadıkları model olarak da orbital (modern atom) modelini seçtikleri saptanmıştır. Öğrencilerin model oluşturma yetenekleri incelendiği zaman ise çoğunun 1. düzeyde yani en zayıf model oluşturma basamağında oldukları ortaya çıkmıştır. Basamak 1 de olan öğrencilerin modelin gerçeğin kopyası olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin çoğu atomun mikroskop altında görülebileceğini ifade etmiştir. Çoğu öğrenci tüm maddelerin atomlardan oluştuğunu, bir kısmı ise bazı maddelerin atomlardan oluştuğunu söylemiştir. Çoğu öğrencinin atomun cansız olduğuna, bazılarının ise canlı olduğuna inandıkları saptanmıştır. Öğrencilerin önemli bir kısmı atomu topa ya da küreye, bazıları polisitren topa benzetmişlerdir. Çoğu öğrencinin elektron bulutunu bildiği; ancak elektron kabuğunu bilmediği anlaşılmıştır. Öğrencilerin önemli bir bölümünün

molekül modeli olarak top ve çubuklardan oluşan modeli tercih ettikleri ortaya konmuştur.

Borges ve Gilbert (1999) çalışmalarında yaşları 15 ve 17 arasında değişen öğrenciler ve günlük işler gereği elektrik ile ilgisi olan 3 grup uzmandan oluşan fizik öğretmenleri, elektrik mühendisleri ve elektrikçilerin elektrik konusundaki zihinsel modellerini incelemişlerdir. Deneysel olarak tahmin-gözlem-açıklamaya dayalı yarı yapılandırılmış sorulardan oluşan görüşmeler sonucu elektrikle ilgili akan elektrik, çarpışan akımlar, hareketli yükler ve elektriksel alan olgusu olmak üzere 4 farklı zihinsel model saptanmıştır.

Frederiksen, White ve Gutwill (1999) çalışmalarında öğrencilerin soyut bilimsel modelleri nasıl anladıklarını, problem çözmede ve fiziksel olguları açıklamada bu modelleri nasıl kullandıklarını incelemek amacıyla temel elektrik devreleri için tanecik modeli, toplama model ve cebirsel model olmak üzere 3 model arasında bağlantı kurmuş ve bu durumu örneklerle açıklamışlardır. Çalışmanın katılımcı grubu genellikle kimya olmak üzere fen eğitimine katılmış olan 10 ve 11. sınıflarda öğrenim gören 32 lise öğrencisi ile oluşturulmuştur. İki gruba da tanecik modeli, toplama model ve cebirsel model olmak üzere 3 model sırasıyla verilmiştir. Ama gruplardan biri bilgisayar simülasyonları ile desteklenmiştir. Bilgisayar simülasyonu ile desteklenen grupta anlamlı öğrenmenin sağlandığı; bu grubun nicel ve nitel problemleri çözmede, devre teorisine ilişkin anlamalarını yansıtmada ve modeller arasında bağlantı kurmada başarılı oldukları anlaşılmıştır.

Gobert ve Clement (1999) çalışmalarında levha tektoniğine ilişkin kavramların öğrenilmesinde öğrencilerin oluşturdukları diyagramların etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya 5. sınıfta öğrenim gören 34 erkek, 24 kız olmak üzere 10-12 yaşlarında 58 öğrenci katılmıştır. Öğrencilere levha tektoniği ile ilgili yerin farklı katmanları, katmanlarda oluşan süreçler ve hareket, dağ oluşumunda ve volkan patlamalarında yerde oluşanlar ile ilgili açıklayıcı kısa bir metin okunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerden okudukları metinden yola çıkarak diyagramlar hazırlamaları, kontrol grubundan ise sadece metni okumaları istenmiştir. Çalışma sonucunda diyagram grubunun kavramları anlamada daha başarılı oldukları ve zihinsel model temsillerinde yüksek düzeyde gelişim gösterdiği saptanmıştır. Diyagram hazırlayan öğrenciler daha iyi anlamının bir kanıtı olarak zengin zihinsel

modeller oluşturmuşlardır. Konuyla ilgili metinleri okuyarak çizilen diyagramların zengin zihinsel modeller oluşturma ve derin bir biçimde anlamada etkili olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda uygulanan metni okuyarak özet çıkarmanın zihinsel modellerin gelişimini desteklemediği anlaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin yerin farklı katmanlarını hatırlayamadıkları saptanmıştır.

Van Driel ve Verloop (1999) çalışmalarında öğretmenlerin fen eğitiminde model, modelin doğası, rolü ve modelleme konusundaki bilgilerini incelemiştir. Çalışmada 7 açık uçlu madde içeren bir anket ve 32 maddelik likert tipi bir ölçek kullanılmıştır. Açık uçlu maddelerden oluşan anket fizik, kimya ve biyoloji olmak üzere 5 yıldan fazla deneyimi olan 15 öğretmene uygulanmıştır. Ölçek ise ortalama 7,5 yıllık deneyimi olan 71 öğretmene uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin modeli gerçeğin basitleştirilmiş şematik bir temsili olarak ifade ettikleri görülmüştür. Öğretmenler modellerin özelliklerini ve fonksiyonlarını nadiren tahmin yapmak olarak belirtirken, doğrudan gözlem yolu ile ulaşılamayan bir hedefe ilişkin bilgi sahibi olmak için modeli bir araç olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Çalışmada öğretmenler modelin daha çok açıklayıcı ve betimleyici özelliklerini vurgulamışlardır. Tahmin yapma gibi bazı önemli fonksiyonlar ise nadiren vurgulanmıştır. Çalışmada öğretmenler modellerin farklı karakterlerini ifade etmişlerdir. Tüm öğretmenler model ile hedef arasındaki ilişkiden bahsetmişlerdir. Öğretmenler araştırmacının ilgisine ya da düşüncenin teorik niteliğine bağlı olarak aynı hedef için farklı modellerin bir arada olabileceğini belirtmişlerdir. Pek çok öğretmen modellemeyi yapılandırıcı yönlendirme olarak ifade etmiştir. Ölçek sonuçlarına göre öğretmenler model ve hedef arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve modelin en önemli fonksiyonunun olgunun nedenini açıklama olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenler modelin doğrusal bir süreçte geliştiğini vurgulamışlardır. Bazı öğretmenlerin fotoğrafın model olabileceğini düşündüğü görülmüştür. Öğretmenler ölçek modelleri, çizimler, resimler ya da analogilerin kullanımı ile modellerin temsil edilebileceğini ifade etmişlerdir. Toplumsal bağlamda modeller boyutu ile ilgili olarak araştırmacıların soruları aracılığı ile rehber bir model geliştirilmesi, modelin bilim adamlarının düşüncelerini dile getirdiği ve yaratıcılığın modellerin gelişiminde büyük bir faktör olduğu belirtilmiştir.



Barab, Hay, Barnett ve Keating (2000) çalışmalarında astronomik olguların anlaşılmasını zenginleştirmek için Güneş sistemini modellemek amacıyla 3 boyutlu modellemeyi kullanmışlardır. Çalışmanın katılımcı grubu üniversite öğrencileri ile oluşturulmuştur. Üniversite öğrencileri 3 boyutlu modellemeyi kullanarak Güneş sistemi ile ilgili kendi modellerini yapmışlardır. Çalışmanın müfredatını bir astronomi profesörü, 2 fizik eğitimcisi, astrofizik ve öğretim teknolojileri sistemi konularında çalışan 1 üniversite öğrencisi hazırlamıştır. Öğrencilere bir bilgisayar ekranı aracılığı ile model oluşturma ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu sorular tohum, temel, zenginleştirilmiş ve öğrencilerin kendilerinin oluşturdukları sorular olarak gruplandırılmıştır. Her grup üyesi soruları cevaplamak için plan yapmış, kaynakları tanımış ve kendi modellerini tasarlayıp oluşturmuşlardır. Oluşturdukları modelleri değerlendirmişlerdir. Kendilerine yöneltilen soruların cevaplarını vermek için bu modelleri kullanmışlardır. Öğrenciler kendi modellerini diğer gruplarla paylaşmışlardır. Veriler doğrudan gözlem, alan tarama, grupların bireysel öğrenmelerini kaydetme, öğrencilerle ve öğretmenlerle yapılan görüşmelerin, doküman ve insan yapımı malzemelerin analizi, alanyazın taraması yapılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin model ile temsil ettiği gerçek arasındaki ilişkileri ifade edebildikleri ve 3 boyutlu modellemenin çeşitli astronomik olguları anlamayı geliştiren etkili bir araç olduğu saptanmıştır.

Buckley (2000) çalışmasında biyolojide model temelli öğrenme ve interaktif multimedyanın etkileri, temsiller tarafından ortaya çıkarılan zorlukları ve multimedyanın bu zorlukları aşmadaki etkililiğini incelemiştir. Çalışmada dolaşım sistemi ile ilgili bir interaktif multimedia kullanılmıştır. Çalışmaya 10. sınıfta öğrenim gören 15-16 yaşlarında 28 öğrenci katılmıştır. Veriler ön kavram testleri, ünite testleri, video kasetler, projeler, sunumlar ve çalışma oturumlarının bilgisayar günlüklerinden toplanmıştır. Çalışmada öğrencilerin temsillerle etkileşimleri için özellikle öğrenme amaçları, kazanımları ve etkinlikleri incelenmiş ve daha sonra sınıf arkadaşları ile karşılaştırılmıştır. Zihinsel modellere katkı sağlamak için öğrencilerin oluşturdukları temsiller analiz edilmiştir. Bu temsillerin kullanımı öğrencilerin öğrenme aktivitelerini açıklama bakımından önemlidir. Çalışmada Joanne dolaşım sisteminin yapısını, amacını ve kısımlarını, bu kısımların nasıl çalıştığını, dolaşım sisteminin diğer organlarla ve sindirim sisteminin organları ile nasıl çalıştığını açıklamak için bir proje oluşturmayı planlamıştır. Mevcut kalp

modellerinin öğrencinin kalp modelini oluşturma ve düzenlemesini nasıl desteklediği incelenmiştir. Öğrencinin dolaşım sisteminin yapısı, fonksiyonu, davranışı ve mekanizmaları ile ilgili bilgisini açığa çıkarmak ve dolaşım sisteminin zihinsel modellerini ortaya çıkarmak için çalışılmıştır. Öğrencinin çalışma sonucunda dolaşım sisteminin normal fonksiyonlarını açıklama ve tanımlamada başarılı olduğu ortaya konmuştur.

Gobert (2000) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin yerin içi, levha tektoniğinde nedensel ve dinamik süreçlerle ilgili sahip oldukları farklı model türlerini ve bu modellerin akıl yürütme türleri ile ilişkisini tanımlamıştır. Çalışmada diyagramların öğrenci öğrenmesini ve modelleri düzenlemeyi nasıl etkilediği incelenmiştir. Çalışmaya 5. sınıfta öğrenim gören 10-12 yaşlarında 47 öğrenci katılmıştır. 40 öğrenciye grup testi uygulanmış ve 7 öğrenci ile bireysel görüşme yapılmıştır. Öğrencilere levha tektoniği hakkında bir metin verilerek çeşitli çizimler yapmaları istenmiştir. Öğrencilerden yerin farklı katmanları ile dağ oluşumunda ve volkanlar patladığı zaman yerin farklı katmanlarındaki hareketin resmini çizmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda bilimsel akıl yürütme ve bilimsel öğrenmeyi gerektiren modelleme becerilerinin gelişimini sağlamak için ve öğrenmeyi derinleştirebilmek amacı ile öğrenci merkezli modellemenin ve modelleri düzenlemenin önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Harrison (2001) on öğretmen ile yaptığı görüşmelerde fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin bilimsel düşünceleri öğrencileri için nasıl modellediklerini araştırmıştır. Bu amaçla fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin model kullanımına yönelik görüşlerini ve ders kitaplarında bulunan modelleri incelemiştir. Ders kitaplarının model açısından incelenmesi neticesinde kimya ders kitaplarında daha çok model kullanılmasına rağmen kimya öğretmenlerinin büyük bir bölümünün ders kitaplarında yer alan modellerden habersiz oldukları görülmüştür. Fizik ders kitaplarında az sayıda model kullanılmasına rağmen fizik öğretmenlerinin daha çok ve yaratıcı modeller kullandığı saptanmıştır. Ayrıca ders kitaplarında çoğunlukla pedagojik analogik modellerin yer almakla birlikte bu modellerin kavramsal değişim üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Coll ve Taylor (2002) çalışmalarında lise, lisans 2 ve 3. sınıf ve lisansüstü öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili zihinsel modellerini araştırmışlardır.

Çalışmanın örnekleme lise 2. sınıf, lisans ve lisansüstü olmak üzere 30 öğrenciden oluşturulmuştur. Tasvir modelini kullanan odak kartlar kullanılarak öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada öğretim sırasında kullanılan karmaşık modellerin aksine öğrencilerin zihinsel modellerinin basit ve gerçekçi olduğu görülmüştür. Öğrencilerin metalik bağlar için elektron denizi, iyonik bağlar için elektrostatik model ve kovalent bağlar için oktet kuralı şeklinde çeşitli modeller kullandıkları saptanmıştır.

Justi ve Gilbert (2002a) çalışmalarında fen öğretiminde modellerin rollerine yönelik algıları incelemiştir. Bu amaçla 39 fen bilgisi öğretmeni, öğretmen adayı ve üniversite hocası ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Katılımcılarla modellerin ve modellemenin doğası, modelleyicilerin eğitim için bunları uygulamaları ve fen öğrenme ve öğretimde model ve modellemenin kullanımı hakkında görüşmeler yapılmıştır. Katılımcıların düşünceleri modellerin oluşumu ve değeri, sınıf uygulamalarında bu genel düşüncelerin yansıtılmasının etkileri ve öğrencilerin modelleme faaliyetlerinin sonuçlarını nasıl yanıtladıkları olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmıştır. Görüşmelerde katılımcıların genel olarak fen öğretimde modellerin değerinin farkında olmalarına karşın bilim öğrenmede modellerin değerinin farkında olmadıkları anlaşılmıştır. Modellerin çeşitli türleri arasında meydana gelen ilişkilerin katılımcılar açısından belirsiz olduğu anlaşılmıştır. Öğrenciler tarafından gerçekleştirilen bir aktivite olan modellemenin teoride yaygın olarak takdir görmesine karşın yaygın bir şekilde uygulanmadığı saptanmıştır. Katılımcıların modellerin özelliklerini bilimsel/tarihsel, müfredat ya da öğretim modelleri olup olmadıklarına göre, fen eğitimine olan katkılarını da ifade ederek belittikleri saptanmıştır. Çalışmada katılımcıların öğrenciler tarafından yapılan modelleme aktivitelerinin etkili olduğuna ve bunun sınıfta ifade edilmesinin öğrencilerin düşüncelerini de etkileyeceğine inandıkları görülmüştür. Çalışmada öğrencilerin bilimsel süreçlere ve modelleme aktivitelerine dâhil edilmeleri ve öğrencilerin modelleri kullanmalarının gerekli olduğu, bununla birlikte modelleme aktivitelerinin öğrenme ve öğretimde pozitif bir etki oluşturduğu ifade edilmiştir.

Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya (2002) çalışmalarında öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışmaya kimya ve ilköğretim matematik öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 104

öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerinin güneş sistemi, elektron bulutu, enerji kabuğu gibi derslerde kullanılan benzeşim modelleri ile paralellik gösterdiği saptanmıştır. Bazı öğretmen adaylarının sahip oldukları zihinsel modellerin televizyon, internet ve ders kitaplarında yer alan yanlış resimlerle bağlantılı olduğu görülmüştür. Bazı öğretmen adaylarının ise atomun yapısı ile ilgili açık ve net bir zihinsel modele sahip olmadığı ortaya konulmuştur.

Passmore ve Stewart (2002) çalışmalarında lisede evrimsel biyolojiyi öğretmek için bir modelleme yaklaşımı uygulamışlardır. Çalışmada türlerin çeşitliliğine dikkat çekmek için özellikle doğal seçim modeli tercih edilmiştir. Disiplinin pek çok önemli açıklayıcı modellerinden biri olan Darwin'in doğal seleksiyon modelini geliştirme, değerlendirme ve kullanmaya girişte öğrencilerin evrimsel biyoloji uygulamasını anlamaları için evrimsel biyoloji kursu düzenlenmiştir. Öğrencilerin evrimi anlamaları için bir müfredat tasarlanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin zengin bir anlama geliştirdikleri saptanmıştır. Öğrencilerin doğal seleksiyon modelini evrimsel olgu hakkında özel disiplin yolları ile sonuç çıkarmayı anlamada kullandıkları görülmüştür. Ayrıca çalışma sonucunda öğrencilere bu olguları açıklamak için bilgilerinin kullanma şansı verildiğinde öğrenci anlamasının derinleşmiş ve genişlemiş olduğu ortaya konulmuştur.

Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002) çalışmalarında bilimsel modellere ilişkin öğrencilerin sahip oldukları anlayışları incelemişlerdir. Bilimsel modellerin herhangi bir konuya ilişkin çeşitli bakış açıları sağlayacağı görüşü, modellerin temsil ettiği şeyin kopyası olduğu görüşü büyük oranda kabul görmüştür. Öğrencilerin yarısından fazlası modellerin açıklama gücüne dikkat çekerken, yarısı tahminde bulunma, teorileri formüle dökme ve bilginin kullanım şekline ilişkin maddelere fikrim yok ya da katılmıyorum gibi belirsiz ve olumsuz cevaplar vermiştir.

Van Driel ve Verloop (2002) çalışmalarında deneyimli fen öğretmenlerinin fen eğitiminde model ve modellemeyi öğrenme ve öğretme ile ilgili bilgilerini incelemişlerdir. Biyoloji ve kimya öğretmenleri ile fende model ve modellemeyi öğrenme ve öğretme hakkında görüşmeler yapılmıştır. Çalışmaya 74 fizik, kimya ve biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışma sonucunda fende model ve modellemeye

yoğunlaşan öğretim stratejilerinin kullanımında öğretmenler arasında büyük farklılıklar olduğu görülmüştür. Sonuç olarak öğretmenler bilimsel içerik ve modellere ilişkin öğrenci bilgisinin gelişimi için dikkatli bir şekilde gerçekleştirilen rehberlik girişimlerini içeren öğretim stratejilerini kullanmayı tercih etmişlerdir. Öğretmenlerin modelleri tasarlama ya da geliştirmeden ziyade modellerin içeriğine yoğunlaşan öğretmen merkezli öğretim aktivitelerini kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür. Bunun sonucu olarak öğrencilerine kendi modellerini oluşturma, çeşitli modelleri keşfetme ya da test etme fırsatını vermedikleri saptanmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenlerin çoğunlukla öğretmen merkezli öğretim aktivitelerini uyguladıkları, bilimsel modellerin sadece içeriği üzerine yoğunlaştıkları görülmüştür. Seçtikleri öğretim stratejilerini ise öğrenciler ile ilgili gözlemlerine göre belirledikleri anlaşılmıştır. Bazı öğretmenlerin ise modellerin doğası, tasarımı ve geliştirilmesi üzerine daha fazla dikkat ettikleri ve düzenli bir şekilde çoğunlukla öğrenci merkezli aktiviteleri kullandıkları görülmüştür.

Coll ve Treagust (2003) ortaokul, lisans ve lisansüstü her seviyeden 8 öğrenci olmak üzere üç farklı öğrenci grubunun metalik bağlar konusuna ilişkin sahip oldukları zihinsel modelleri incelemişlerdir. Metalik özellikleri temsil eden kartlar ve müfredat programlarındaki materyallerde yer alan modellerin betimlenmesini içeren kartlar kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada öğrenciler metallerin yapısı ve bağlarla ilgili olarak gerçek bir bakış açısına sahip olmuş ve elektron denizi modelini tercih etmişlerdir. Ancak lisans ve lisansüstü öğrenciler moleküler orbital modelini tercih etmiştir. Bazı öğrenciler metal alaşımlardaki bağları tanımlamış, üç akademik seviye için de öğrenciler metallerin iletkenliği için makul açıklamalar sunmuştur. Ancak öğrenciler metallerin dövülebilirliğini açıklayamamıştır. Çalışma sonucunda her üç gruptaki öğrencilerin de basit ya da gerçekçi modelleri tercih ettikleri ortaya koyulmuştur.

Justi ve Gilbert (2003) çalışmalarında yarı yapılandırılmış görüşmeler yaparak 39 öğretmenin model hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında model ve modellemeyi tanımlama ve bir dizi olgu ile ilgili örnekleri sınıflandırmalarına ilişkin fen öğretmenlerinin anlamaları analiz edilmiştir. Öğretmenler bir modelin doğası, modeli oluşturan unsurlar, modeli açıklamak için ne kullandıkları, modelin gerçek tekliği/eşsizliği, tahmin yapma durumu, modelin var

oluşu ve kullanımı için gerekli temeller, modelin kullanımı olmak üzere 7 farklı yönünü tanımlamışlardır. Öğretmenler modelin doğası ile ilgili bir şeyin çoğaltılması, bir şeyin tamamının temsil edilmesi, bir şeyin bir kısmının temsil edilmesi ve zihinsel temsil şeklinde görüş belirtmişlerdir. Modelin kullanım amacı ile ilgili olarak ise bir standart ya da referans oluşturmak için, bir olguyu görünür kılmak için kişinin oluşturacağı canlandırma, zihinde canlandırma, yeni düşüncenin oluşturulması, yeni kavramların zihinde canlandırılması, herhangi bir şeyi açıklama ya da anlama yolu şeklinde görüş belirtmişlerdir. Modeli oluşturan unsurları nesnelere, olaylar, süreçler ve düşünceler olarak ifade etmişlerdir. Öğretmenler modellerin zamanla değişebileceğini ve tahmin amaçlı kullanılacaklarını belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adayları bir olgunun açıklanmasında tek model olduğunu, bazıları da çok sayıda model olabileceğini ifade etmişlerdir. Genel olarak çalışma sonucunda öğretmenlerin modellerle ilgili görüşlerinin karmaşık olduğu ve anlama seviyesinin görüşlerle uyumlu olmadığı saptanmıştır.

Taylor, Barker ve Jones (2003) çalışmalarında 7-8 yaşındaki öğrencilerden oluşan 33 kişilik bir sınıfta temel astronomi konularını modellemeye dayalı öğretmeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda modele dayalı öğretimin 7-8 yaşındaki öğrencilerin modellerin fenedeki rolünü anlamalarına yardımcı olduğu saptanmıştır. Buna rağmen öğrencilerin pek çoğunun modeli gerçeğin ölçeklendirilmiş bir temsili olarak görmeye devam ettikleri anlaşılmıştır. Çalışmada modele dayalı öğretimin anlamlı öğrenme ve gelişim üzerinde olumlu etkilerinin yanı sıra konuya ilişkin bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunu ve bilimin doğasını anlamaya yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eilam (2004) çalışmasında maddenin yapısı ve arasındaki kuvvetler hakkında 7. sınıf öğrencilerinin sahip oldukları zihinsel modelleri incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin maddenin makro özelliklerinden mikro özelliklerine geçmede zorluk yaşadıkları saptanmıştır.

Gobert ve Pallant (2004) çalışmalarında temel jeoloji konularının öğretiminde modellemeye dayalı öğretimin etkililiğini incelemişlerdir. Çalışmanın örneklemini 360 ortaokul öğrencisi ile oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda epistemolojik olarak daha karmaşık bilgiye sahip olan öğrencilerin aynı zamanda konu alanı ile ilgili daha derin kazanımlar elde ettikleri saptanmıştır. Modellerin doğasını ve nasıl kullanıldıklarını

anlayan öğrencilerin alan bilgilerini modele dayalı akıl yürütürerek daha kalıcı şekilde yapılandırdıkları anlaşılmıştır.

Gülçiçek ve Güneş (2004) çalışmalarında fen eğitiminde kavramların somutlaştırılması, modelleme, bilgisayar simülasyonları ve analogilerin, modellerin ve modellemenin fen eğitimindeki rolünü ayrıntılı olarak tartışmışlardır.

Güneş, Bağcı ve Gülçiçek (2004) çalışmalarında fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerini incelemişlerdir. Çalışmaya ilköğretim ve ortaöğretim okullarında görev yapan 98 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin önemli bir bölümünün çoklu bir temsil olarak modeli doğru algıladığı, modelin temsil ettiği şeye çok benzemesi gerektiğini ve modellerin açıklayıcı araçlar olduğunu düşündükleri, bilimsel modellerin tahminde bulunmada, teori oluşturmada, teorileri formüle etmede ve bilimsel araştırmalarda nasıl kullanılacağını göstermede yararlı rolü olduğunu ve modellerin süreç içinde değişebileceğini ifade ettikleri saptanmıştır. Öğretmenlerin sıklıkla teorik, ölçeklendirme, harita-tablo-diyagram, pedagojik-analojik, matematiksel, simgesel ve sembolik modelleri örneklendirdikleri; çoğunlukla fiziksel modelleri vurguladıkları; kavram-süreç modellerine ve zihinsel modellere ise örnek vermedikleri görülmüştür.

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) çalışmalarında fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının fen bilimleri eğitiminde önemli bir yeri olan modeller, modellerin fen eğitimindeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıklarına ilişkin görüşlerini incelemişlerdir. Çalışmaya 9 fizik, 6 kimya, 3 biyoloji, 4 fen bilgisi ve 3 matematik eğitimi olmak üzere 25 öğretim elemanı katılmıştır. Modellerin kullanım amaçları ile ilgili elde edilen sonuçlar öğretim elemanlarının bilgilerinin yeterli olduğunu ortaya koymuştur. Yeni bilgilerin ortaya çıkışı ile birlikte modellerin değişim gösterebileceği öğretim elemanlarının büyük bir bölümü tarafından kabul edilmiş ve daha çok ölçeklendirme modellerine ve teorik modellere örnek verilmiştir. Buna karşın model örneklerinin sınırlılığında fen ve matematik öğretim elemanlarının modelin temsil ettiği şeyi yansıtması ve nelerin model olarak kabul edilebileceği ile ilgili eksik bilgilere sahip oldukları, bir olgunun birden fazla modelle temsil edilebileceğini ifade etmelerine karşın modellerin temsil ettikleri gerçekleri temsil etme derecesine dair fikir sahibi olmadıkları anlaşılmıştır. Ayrıca kullandıkları temsillerin bir model olduğunun farkında olmadıkları saptanmıştır.

Kuo, Jones, Pulos ve Hyslop (2004) çalışmalarında üniversite öğrencilerinin stereokimya problemlerini çözerken yaşadıkları zorlukları incelemiştir. Çalışmaya 102 organik kimya öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda iki boyutlu çizimler, üç boyutlu çizimler, bilgisayar animasyonu top-çubuk modelleri ve fiziksel top-çubuk modelleri, bilgisayar animasyonları ve fiziksel modeller yardımı ile problem çözmede yaşanan zorlukların aşıldığı saptanmıştır.

Meheut (2004) çalışmasında öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinlerinde yapılandırdıkları modelleri fiziksel olayları tanımlama ve tahmin etmede kullanmaları amacıyla deneyler ve bilgisayar benzetişimlerinin yer aldığı bir öğrenme-öğretme süreci hazırlamışlardır. Sürecin sonunda öğrencilerin gazlarda basınç-sıcaklık-hacim ilişkilerini kavramada başarılı oldukları saptanmıştır.

Sarikaya, Selvi ve Doğan-Bora (2004) çalışmalarında mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde öğrencilerin hazırladıkları modellerin başarılarına olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın örnekleme deney grubu (32) ve kontrol grubu (24) olmak üzere 56 kişiden oluşturulmuştur. Deney grubundaki öğrenciler geleneksel öğretimin ardından mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili modeller yapmışlardır. Kontrol grubu ise sadece geleneksel öğretim görmüştür. Çalışma sonucunda mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde öğrencilerin yaptığı modellerin kullanılmasının başarıyı, hands-on etkinliklerin ise fen derslerine yönelik tutumu ve öğrenci motivasyonunu arttırdığı ortaya koyulmuştur.

Vosniadou, Skopeliti ve Ikospentaki (2004) çalışmalarında Dünyanın şekli ve gece gündüz oluşumu ile ilgili öğrenci muhakemelerini sorgulama metotlarının nasıl etkilediğini karşılaştırarak incelemiştir. Çalışmaya 1. ve 3. sınıflarda öğrenim gören 72 ilkökul öğrencisi katılmıştır. Açık uçlu sorgulamada çocuklara Dünya-Güneş-Ay ve gece-gündüz oluşumu modellerini oluşturmak için oyun hamurları verilmiştir. Seçenekli sorgulama metodunda ise çocuklardan dünyanın oyun hamurundan yapılmış 4 modelinden (yuvarlak, kesik küre, halka, yassı/düz) birini seçmeleri istenmiştir. İki uzman her çocukla okulunda 15-20 dakika görüşme yapmıştır. Açık uçlu metotta öğrencilerin Dünya ile ilgili zihinsel modellerinin sınırlı olduğu görülmüştür. Seçenekli sorgulamanın bilimsel olarak doğru muhakemede artışa neden olmasına karşın iç tutarlılıkta azalmaya neden olduğu saptanmıştır.



Seçenekli sorgulamanın Dünya'nın küresel modeli ile beraber verildiği zaman ise zihinsel modellerin oluşumunu engellediği anlaşılmıştır.

Günbatar ve Sarı (2005) çalışmalarında elektrik ve manyetizma konularındaki anlaşılması zor ve soyut kavramlarla ilgili modeller geliştirmişler, modellerin etkililiğini, öğrencilerin ve öğretmenlerin modellerle ilgili düşüncelerini incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 27 fizik öğretmeni ve 390 lise öğrencisi ile oluşturulmuştur. Seviye olarak birbirine yakın 2 sınıftan birine konu geleneksel yöntemle diğerine ise geliştirilen modeller kullanılarak anlatılmıştır. Çalışmanın sonuçları öğretmenlerin modellerin soyut kavramların anlaşılmasını sağladığını, derse katılımı ve ilgiyi arttırdığını, öğrencilerin düşünmelerine katkı sağladığını düşündüklerini ortaya koymuştur. Pek çok öğretmenin modelleri yararlı bulmasına karşın az sayıda öğretmenin derslerde model kullandığı saptanmıştır. Öğretmenler ve öğrenciler ders kitaplarında yeterli sayıda model olmadığını ifade etmiştir. Elektrik ve manyetizma konusunda geliştirilen modelleri olumlu bulan öğretmenler bu modelleri derste kullanacaklarını, yeni modeller oluşturacaklarını ve model kullanımına daha çok önem vereceklerini ifade etmişlerdir.

M'arquez, Izquierdo ve Espinet (2006) çalışmalarında fen öğretmenlerinin su döngüsünü modellemelerini incelemiştir. Çalışmada öğretmenler tarafından kullanılan modellerin ne ifade ettiği, ortaokul fen sınıflarında su döngüsü konusu öğretilirken ortaokul fen öğretmenleri tarafından kullanılan yöntemlerin neler olduğu, bu farklı yöntemlerin rolleri ve su döngüsü konusu öğretilirken öğretmenin ifadesi ile bu yöntemler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmaya 7. sınıfta öğrenim gören 12 yaşında 30 öğrenci ve 25 yıllık tecrübeli bir biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışmada anlamlı fen sınıfları oluşturmak için modellemeye dayalı uygulamaların çok önemli olduğu ifade edilmiş ve su döngüsünün öğretiminde modellemeye dayalı uygulamalar kullanılmıştır. Uygulamalar ve öğretmenin bilinçli bir şekilde kullandığı iletişim kanalları karmaşık bir bilimsel model olan su döngüsünün açıklanmasında gerekli olan işlevsel mekanizmaların kurulmasını kolaylaştırmıştır.

Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy (2006) çalışmalarında öğrencilerin genetikteki kavramları ve süreçleri anlamalarını sağlamak için lisede moleküler genetik öğretiminde model kullanımının etkilerini incelemiştir. Çalışmada karşılaştırmalı

olmak üzere 11 ve 12. sınıfta öğrenim gören 258 öğrenciden oluşan 3 grup yer almıştır. Kontrol grubu 116 öğrenciden oluşturulmuş ve bu gruba geleneksel öğretim müfredatı uygulanmıştır. Çalışma sonucunda lisede moleküler genetiğin öğretiminde fiziksel ve grafiksel model aktivitelerinin harcanan tüm emeğe değdiği, hem el hem de bellek temelli aktivitelerin öğrencilerin kendilerini rahat hissetmelerini, bilgiyi özümsemelerini sağladığı ve bu gibi aktivitelerin özellikle heterojen sınıflarda çok önemli olduğu ve bu sayede her bir öğrencinin bireysel süreçlerine öğretmenlerin dikkat etmelerine fırsat verdiği anlaşılmıştır. Çalışmada 3 boyutlu modellerin kullanılmasının gerekli olduğu vurgulanmıştır. Geleneksel öğretime kıyasla öğrencilerin başarılarını arttırmada görsellerle gerçekleştirilen aktivitelerle konuya giriş yapılmasının gerekliliği ifade edilmiştir.

Ünal ve Ergin (2006) çalışmalarında fen eğitiminde önemli bir yere sahip modelleri tanımlamış ve sınıflandırmışlardır. Açık (benzetme) ve örtük (içsel) modeller olarak iki ana bölümde ele aldıkları modellere örnekler vermişlerdir. Öğrencilere modellerin ve modellemenin doğasını anlama ve uygulama imkanı verilmesi, fen öğreticilerinin model ve modelleme konusunda donanımlı olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Fen ders kitaplarının model ve modelleme ile ilgili öğretimi destekleyecek nitelikte olmalarının model ve modellerin bileşenlerinin anlaşılmasında kolaylık sağlayacağını vurgulamışlardır.

Yiğit ve Özmen (2006) çalışmalarında fen öğretiminde kullanılmak amacı ile hazırlanan modelleri kazandırmayı hedefledikleri davranışlar açısından incelemişlerdir. Çalışmaya 100 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmada OFMAE bölümü fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme dersinde oluşturdukları 3 boyutlu modeller kazandırmayı hedeflediği davranışlar açısından doküman analizi ile incelenmiştir. Fizik, kimya ve biyoloji öğretim programlarındaki konularla ilgili hazırlatılan modeller ve bunların kazandırmak istediği hedef davranışlar adayların yazılı cevapları ile raporlarının incelenmesi sonucunda belirlenmeye çalışılmıştır. Veriler üniteler düzeyinde davranış özelliği ve model özelliği olmak üzere ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda öğretim programındaki hedef davranışların genellikle bilgi ve kavrama düzeyinde olması nedeni ile her konuyla ilgili model oluşturulamadığı, oluşturulan modellerin ise bilgi ve kavrama düzeyindeki davranışları kazandırabilecek nitelikte olduğu

görülmüştür. Bilgi düzeyindeki davranışlara yönelik hazırlanan modellerin genellikle görsel model niteliğinde olduğu, kavramaya yönelik hazırlanan modellerin ise genellikle çalıştırılabilir ve yapıpı bozulabilen modeller oldukları saptanmıştır.

Acher, Arc`a ve Sanmart`i (2007) çalışmalarında öğrencilerin maddedeki değişim ve maddenin özellikleri ile ilgili modelleme sürecini karakterize etmelerini incelemiştir. Çalışmada modelleme sürecinin bilimsel bilgi ile ilişkisi, fiziksel Dünya ile ilişkisi, sınıflardaki öğrenciler arasındaki etkileşimlerle ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada bireysel performanstan ziyade grup çalışmaları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışmaya 3. sınıfta öğrenim gören 7-8 yaşlarında 24 ilkokul öğrencisi ve 2 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin farklı maddelerin özelliklerini açıklayan bir modelleme süreci oluşturdukları görülmüştür. Çalışmada modellemenin fen öğrenme ve öğretmede kullanılan önemli yollardan biri olduğu ve modelleme sürecinde öğrencilerin karmaşık kavramları anlama şekillerinin tanımlanabileceği ve yönetilebileceği ifade edilmiştir.

Khan (2007) çalışmasında öğretmen temelli sınıflarda öğrencilerin deneyimlerini sorgulama ve öğrencilerin zihinsel modellerini zenginleştirme, zihinsel model oluşturma ve kritik etmeyi sağlamanın nasıl gerçekleştirileceğini, bu duruma öğretmenlerin nasıl katkıda bulunabileceğini incelemiştir. Çalışmaya kimya bölümünde öğrenim gören 33 lisans öğrencisi katılmıştır. Çalışmada atomun yapısı, moleküllerin yapısı, organik kimya, gazlar, sıvılar, katılar, elementlerin özellikleri, kimyasal reaksiyonlar, enerji ve reaktivite konuları seçilmiştir. Çalışmanın sonuçları model temelli sorgulamanın uygulandığı sınıflarda öğrencilerin molekül yapısı ile ilgili zengin modeller oluşturduklarını, hipotezleri oluşturma, değerlendirme ve yeniden düzenleme süreçleri boyunca sorgulama ile molekül içi bağları anladıklarını, deneylerle okul müfredatında yer alan tüm temel süreçler ile ilgili anlamalarını geliştirdiklerini ortaya koymuştur.

Sarıkaya (2007) çalışmasında ucuz ve kolay bulunan malzemelerle öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilere molekül modelleri yapmalarını önermiştir. Çalışmada molekül modellerinin yapılışı hakkında bilgi verilmiştir. Çalışmada ucuz ve kolay bulunan malzemeler kullanılarak molekül modellerinin hazırlanma şekilleri hakkında yöntemler sunulmuştur.

Schwarz ve Gwekwerere (2007) çalışmalarında fen öğretim uygulamalarına model temelli bilimsel sorgulamayı dâhil etmede modelle öğretim çerçevesi ve rehberli sorgulamanın etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada ders planlama becerilerinin, model kullanımının, fen öğretim oryantasyonlarının modelle öğretim çerçevesi ve fen öğretim metotlarının uygulanmasından sonra nasıl etkileneceği de araştırılmıştır. Çalışmaya 21 kadın, 3 erkek olmak üzere 24 son sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının içerik ve yapısına bakılmıştır ve öğretim çerçevesinin içeriği ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının öğretimsel düşüncelerini oluştururken ders planlarında ve öğretimde modelle öğretim çerçevesini kullandıkları görülmüştür. Bilimsel modelleri kullanarak öğrencileri bilimsel sorgulamaya dahil etme üzerine yoğunlaşan ders planlarının son test sonuçlarında arttığı saptanmıştır. Modelle öğretim çerçevesi ve öğretim uygulamalarının öğretim aktivitelerini sınıfa taşımada başarılı olduğu görülmüştür. Model temelli bilimsel sorgulama gibi reform temelli öğretim yaklaşımlarına giriş için modelle öğretim çerçevesinin kullanılmasının bilgiyi yapılandırmayı, sentez etmeyi ve bilgileri uygulamayı sağladığı anlaşılmıştır. Modelle öğretim çerçevesinde öğretmen adayları bir soru ile öğrencilerin konuya giriş yapmalarını sağlayacak sorgulama temelli fen derslerini tasarlamayı, sorgulamalara öğrencilerin katılımını ve öğrencilerin düşüncelerini uygulamalarını sağlamayı öğrenmişlerdir. Çalışma sonucunda bu öğretimsel çerçevenin kullanılmasının öğretmen adaylarının bilgilerini genişletmelerini sağlamada etkili olduğu anlaşılmıştır. İlkokul öğretmen adayları için bilim kursunda önemli düşünceler vurgulanmış ve bu düşüncelerin astronomi, kimya, jeoloji ve biyolojide gösteriler ve hands-on aktiviteler aracılığı ile uygulanmasının gerekli ve önemli olduğu vurgulanmıştır.

Shen ve Confrey (2007) çalışmalarında fen öğretmen adaylarının bir astronomi eğitiminde fiziksel modelleri kullanabilmelerini ve model geliştirebilmelerini incelemişlerdir. Çalışmada mevcut modeller ve mevcut modellere yeni unsurların eklenmesi ile ilgili dönüşüm ve oluşturma süreçleri incelenmiştir. Çalışmada öğretmenlerden Dünya-Güneş-Ay sistemini tasvir eden çeşitli fiziksel modelleri karşılaştırmaları istenmiştir. Katılımcılardan birinin detaylı olarak incelendiği çalışmada katılımcının çeşitli modellerle çalışarak nasıl öğrendiği incelenmiştir. Katılımcının zihinsel modellerin farkında olduğu ve öğrenmesinin

modeli yeniden oluşturma deneyimleri ile desteklendiği görülmüştür. Katılımcının problem çözerek ve verilen modelleri değiştirerek kendi özerkliğini arttırdığı, arkadaşları ile iletişim kurarak ve modelleri gerçekleştirerek bilgilerini paylaştığı saptanmıştır. Ayrıca katılımcının kendi deneyimlerine dayanan yeni modeller oluşturabildiği görülmüştür. Çalışmada katılımcının oluşturduğu modeli değerlendirebildiği ve modelinin (iki boyutlu Ay modeli-top ve hulahop modeli) ne olduğunu, modeli niçin ve nasıl yaptığını bildiği anlaşılmıştır. Çalışma sonucunda dönüşüm sürecinin bilimsel bilgiyi üretmede bir anahtar olduğu ve çoklu modellerle yeniden oluşturma deneyiminin öğrencilere yüksek düzeyde anlama ve oluşturdukları modelin farkında olma imkânı sunduğu saptanmıştır.

Çökelez, Dumon ve Taber (2008) çalışmalarında 10, 11 ve 12. sınıf Fransız öğrencilerin molekül içi ve/veya moleküller arası bağ kırılması açısından molekül ve atomlar içindeki değişikliklere ilişkin kimyasal değişimi nasıl yorumladıklarını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmaya 930 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda Fransız orta öğretim öğrencilerinin atomlar ve moleküller, kimyasal değişim ve kimyasal bağlar kavramlarını anlamada bir kimyasal reaksiyonda atom ve moleküllerin uğradığı değişimler, atomların yeniden düzenlenmesi açısından moleküller içi ve/veya moleküller arası bağların kırılması konularında zorlandıkları saptanmıştır.

Gümüş vd. (2008) çalışmalarında ilköğretim 5. sınıf “Sindirim ve Görevli Yapılar”, “Boşaltım ve Görevli Yapılar” ve “Çiçekli Bir Bitkiyi Tanıyalım” konularının öğretiminde model kullanımının başarıya etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarını 5. sınıfta okuyan 6 şubeden 200 öğrenci ile gerçekleştirmişlerdir. Bu 6 şubeden 3 şube deney, 3 şube kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Dersler deney grubunda modelle öğretim, kontrol grubunda ise düz anlatım yöntemi ile işlenmiştir. Çalışmanın sonucunda modelle öğretimin öğrenci başarısını arttırdığı ve daha iyi öğrenmeyi sağladığı saptanmıştır.

Örnek (2008) çalışmasında alanyazını temel alarak farklı model türleri, modeller ve özellikle fizik eğitimi ile ilgili modellemenin uygulanmasını ifade etmiştir. Modelleri zihinsel modeller ve matematiksel, bilgisayar, fiziksel ve fizik modelleri olan kavramsal modeller olarak ifade etmiştir. Ayrıca çalışmasında fen

derslerinde öğretmenlere ve öğrencilere rehber olabilecek model örnekleri de vermiştir.

Adadan, Irving ve Trundle (2009) çalışmalarında lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısını kavramsal anlamaları üzerinde çoklu temsillerin oluşturulmasının etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya 11. sınıfta öğrenim gören 42 lise kimya öğrencisi katılmıştır. Çalışmada 2 grup oluşturulmuştur. Bu gruplardan birine geleneksel öğretim diğer gruba da görsel, yazılı ve sözel temsiller olmak üzere çoklu temsillerle geleneksel öğretim uygulanmıştır. Çoklu temsillerin uygulandığı grup 23 kişi (12 erkek, 11 kız) ve diğer grup 19 kişiden (11 erkek, 8 kız) oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda çoklu temsiller kullanılarak işlenen derslerin maddenin tanecikli yapısını kavrama, anlama hakkında bilimsel bir anlayış geliştirilmesinde daha etkili olduğu görülmüştür. Çoklu temsillerin kullanımının (görsel, yazılı metin, öğrencilerin çizimleri ve statik/animasyon modellerin kullanımı) maddenin tanecikli yapısı ile ilgili olarak öğrencilerde değişmeyen kavramsal anlamaları değiştirmede etkili olduğu saptanmıştır. Sadece sözel ve yazılı temsillerin kullanıldığı grupta maddenin tanecikli yapısı hakkında yetersiz ve zayıf bir anlama oluşmuştur. Öğrencilere maddenin 3 durumunda taneciklerin hareketi gibi doğal olguların görsel makroskopik temsilleri verildiği zaman maddenin dinamik yapısını daha iyi öğrendikleri anlaşılmıştır. Durgun tanecik modeli temsilleri ile hareketli bilgisayar simülasyonları verildiği zaman ise öğrencilerin bilimsel bir anlayış geliştirdikleri ve sıvıların tanecikleri arasındaki boşluk ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarını değiştirmelerine yardımcı olduğu görülmüştür. Çalışmada öğretmenlerin hem hareketli ya da durgun parçacık temsillerini kullanmaları hem de öğrencilerin kendi anlayışlarını temsil eden çizimler yapmalarına izin vermeleri gerektiği vurgulanmıştır.

Berber-Cerit ve Güzel (2009) çalışmalarında öğretmen adaylarının bilim ve fende modellerin rolü ve amacına yönelik algılarını incelemişlerdir. Çalışma fizik, kimya, biyoloji, ilköğretim fen bilgisi eğitiminde ve matematik eğitiminde öğrenim görmekte olan 453 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının modelleri gerçeğin birebir bir kopyasından ziyade bir temsil olarak nitledikleri, bilimsel olguların çok sayıda modelle açıklanabileceğini, modellerin kabul görmeleri üzerinde bilim adamlarının duyguları yerine gerçeklerin

etkili olduğunu, modellerin gördükleri destek ve sahip oldukları açıklayıcı güçle orantılı olarak kabul gördüklerini düşündükleri ve modellerin fen eğitimindeki rolünün farkında oldukları saptanmıştır.

Bouwma-Gearhart, Stewart ve Brown (2009) çalışmalarında model temelli öğretimin öğrenci öğrenmesine ve öğretime etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya iki ayrı liseden 41 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın sonuçları öğrenci merkezli model temelli öğretim sonucunda öğrencilerin ısıtılmış ve ısıtılmamış katılarda tanecik hareketiyle ilgili bilimsel modeller oluşturduklarını, oluşturdukları modeller aracılığı ile daha karmaşık modelleri anlayabildiklerini ve model temelli öğretimin öğrenme üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Çökelez (2009) çalışmasında ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili tanecik kavramı konusunda model oluşturma aşamasında yaşadıkları güçlükleri ve bu güçlüklerin 2 yıllık bir süre içindeki değişimini incelemiştir. Ayrıca çalışmada bu konuda öğrenilmiş bilginin ortaya konması ve öğretilecek bilgi ile aradaki sapmanın tespit edilmesi, bunların tartışılarak çözümlerin önerilmesi de amaçlanmıştır. Çalışma 6. (37), 7. (60) ve 8. (66) sınıflarda öğrenim görmekte olan 163 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin tanecik modellerini maddenin haline göre hareket, sertlik ve akışkanlığı temel alarak oluşturdukları saptanmıştır. Öğrenilen bilgi ile öğretilecek bilginin örtüşmediği ortaya konmuştur. Ayrıca çalışmada alanyazında bulunmayan sekiz kavram yanılığı saptanmıştır.

Everett, Otto ve Luera (2009) ilköğretim öğretmen adaylarının modeller hakkındaki bilgilerini bir bilim dersi ile geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında ilköğretim öğretmen adayları ile çalışmışlardır. Çalışmada ön test-son test desen kullanılmıştır. Çalışma sonuçları bilim kursunun ilköğretim öğretmen adaylarının modeller hakkındaki bilgilerinde önemli bir gelişime neden olduğunu ortaya koymuştur.

Maia ve Justi (2009) çalışmalarında model ve modelleme diyagramını kullanarak model temelli yaklaşımla öğrencilerin kimyasal denge konusunu öğrenme süreçlerini incelemişlerdir. Model temelli öğretimin kimyasal dengenin temel nitel yönleri hakkında öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecine nasıl katkıda bulunduğu incelenmiştir. Çalışmaya 1. sınıfta öğrenim gören 26 öğrenci katılmıştır. Çalışma

sonucunda model ve modelleme diyagramının öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkilediği ve model temeli öğretimin öğrencilerin yeni bilgiler oluşturmalarını desteklediği görülmüştür. Modelleme aktivitelerinin öğrencilerin öğrenmesini etkilediği ve modellemenin öğrenme süreci ile bilgilerin gelişiminde önemli bir faktör olduğu saptanmıştır. Model temelli öğretimin öğrencilerin aktif düşünürler olmalarını desteklediği ortaya konmuştur. Çalışmada model ve modelleme diyagramının anlamlı, doğru ve çok yönlü bir fen öğrenimi için güçlü bir yaklaşım olduğu vurgulanmıştır.

Ünsal, Ergin ve Kızılcık (2009) çalışmalarında 9, 10, 11 ve 12. sınıf fizik ders kitaplarında yer alan simgesel modelleri, matematiksel modelleri, diyagram ve tablolardan oluşan bilimsel modelleri analiz etmişlerdir. Tüm kitaplar incelendiğinde modellerin nitelik ve nicelik yönlerinden vasat olmalarına karşın sunulan örneklerin doğruluk yüzdelerinin yüksek olduğu görülmüştür. Dört kitap içinde tamamen hatalı bir modele rastlanmamıştır. Kısmen hatalı modellerin ise kavram yanılgısı oluşturabilecek kadar ciddi hatalar barındırdıkları saptanmıştır. Ders kitaplarında kullanılan bilimsel model ve modelleme unsurlarının bilimsel içeriği incelendiğinde sonuçların olumlu olduğu ortaya koyulmuştur.

Danusso, Testa ve Vicentini (2010) çalışmalarında fizik, matematik ve mühendislik öğrencilerinin bilimsel modeller ve modelleme hakkındaki bilgilerini incelemişlerdir. Ayrıca çalışmalarında öğrencilerin bilimsel modeller ve modelleme hakkındaki bilgilerini geliştirmek amacıyla araştırma temelli öğretmen eğitiminin etkililiğini keşfetmeyi ve tasarım-deneme-yeniden tasarım döngüsü üzerinde temellendirilen eğitimin etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma iki İtalyan üniversitesinden 400 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki bilgilerinin yetersiz ve karmaşık olduğunu göstermiştir. Araştırma temelli öğretmen eğitimine katılan öğretmen adaylarının bilimsel modeller hakkındaki bilgilerinde gelişim olduğu saptanmıştır. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının yarısından fazlasının modellerin bileşenlerini ve fonksiyonlarını doğru bir şekilde tanımlayan modeller önerebildikleri görülmüştür.

Güneş ve Çelikler (2010) çalışmalarında model oluşturma ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmaya fen



bilgisi öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 132 öğrenci katılmıştır. Çalışmada kontrol, modelleme ve bilgisayar destekli olarak adlandırılan 3 grupta hücre bölünmesi konusu işlenmiştir. Hücre bölünmesi konusunda yapılan çalışma sonucunda zor olan soyut ve kompleks konuların öğrenilmesinde model oluşturmanın başarı düzeyini olumlu etkilediği ve modelleme grubunun en başarılı grup olduğu tespit edilmiştir.

İyibil ve Sağlam-Arslan (2010) çalışmalarında fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modellerini araştırmışlardır. Çalışmaya 4 ve 5. sınıfta öğrenim gören 56 fizik öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarının çoğunluğu yıldızın bir gök cismi olduğunu ifade etmiştir. Yıldızların parlak olmalarını ışık kaynaklarından aldıkları ışığı yansıtma ya da yüzeylerinde gerçekleşen bir takım reaksiyonlara bağlamışlardır. Yıldızların şeklini genellikle küresel ve yuvarlak olarak ifade eden öğretmen adaylarının tümünün yıldızların değişebileceğini düşündükleri saptanmıştır. Çalışmanın sonuçları öğretmen adaylarının sahip oldukları zihinsel modellerin bilimsel bilgilerle uyumlu olmadığını ve yeterli düzeyde bilimsel bilgiye sahip olmadıklarını göstermiştir.

Sağlam-Arslan ve Devecioğlu (2010) çalışmalarında öğretmen adaylarının Newton'un hareket yasalarını anlama seviyeleri ve bu seviyelerle ilgili anlayış modellerini incelemişlerdir. Araştırmaya 45 öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarının Newton'un hareket yasaları hakkında bir durumu açıklamada başarı durumlarını gösteren anlama düzeyleri analiz edilmiştir. Bununla birlikte bu yasaları tanımlama başarılarının düşük olduğu anlaşılmıştır. Geliştirdikleri farklı anlama modellerinin en iyi model, yaratıcı olmayan model, teorik model, pratik model, ezbere dayalı model ve uygun olmayan model şeklinde analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda sadece birkaç öğretmen adayının bilimsel bir anlama modeline sahip olduğu saptanmıştır. Sonuçlar öğretmen adaylarının bu konuyu anlamada oldukça zayıf olduklarını göstermiştir. Bu durumun bilimsel bilgi ile gerçek yaşam deneyimlerini ilişkilendirme eksikliğinden kaynaklanıyor olabileceği ifade edilmiştir.

Stocklmayer (2010) çalışmasında bir alan modeli kullanarak doğru akım teorisini öğretmeyi amaçlamıştır. Çalışmada ilk uygulamaya 9. sınıfta öğrenim gören 25 kız öğrenci, ikinci uygulamaya 11. sınıfta öğrenim gören 10 erkek ve 8 kız öğrenci, üçüncü uygulamaya 9 erkek ve 3 kız öğrenci (A grubu), 7 erkek ve 1 kız

öğrenci (B grubu) katılmıştır. Çalışma sonuçları öğrencilerin kullandıkları ifadelerin ve son test sonuçlarındaki gelişimin başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin potansiyel fark hakkındaki ifadelerinin öğretimden sonra oldukça geliştiği ortaya koyulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre alan modelinin geleneksel elektron akış modelinden daha başarılı olduğu anlaşılmıştır.

Ergin, Özcan ve Sarı (2012) çalışmalarında öğrenme ve öğretimde model ve modellemenin yerini, modellemenin içeriğini, bilimsel modellerin sınıflandırılmasını, ortaöğretim fen öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Çalışmaya fen liselerinde görev yapan 74 lisans mezunu, 22 yüksek lisans mezunu olmak üzere toplam 96 matematik, fizik, kimya ve biyoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin modellerin açıklayıcı bir araç olarak kullanılmasına ilişkin görüşlerinin olumlu olduğu saptanmıştır. Öğretmenlerin modellerin fiziksel ve görsel olmak üzere temsil amaçlı kullanıldıklarını, bilimsel olayların zihnimizde canlandırılmasına yardımcı olduklarını düşündükleri saptanmıştır. Öğretmenlerin model örneklerine ilişkin düşüncelerinin yeterli olmadığı ve modelleri bilinçli bir şekilde kullanmadıkları anlaşılmıştır. Öğretmenlerin modellerin temsil ettiği nesneyi veya durumu yansıtmaya derecesi ve nelerin model olarak kabul edilebileceğine yönelik eksikliklerinin olduğu saptanmıştır. Lisans ve yüksek lisans mezunu öğretmenlerin ise model ve modelleme ile ilgili görüşleri arasında farklılık görülmemiştir.

Kurnaz ve Değermenci (2012) çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya, Ay ve Güneş-Dünya-Ay sistemi ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışma 7. sınıfta öğrenim gören 76 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda bilimsel modelleri kabul etmeyen ya da anlamayan öğrencilerin sunulan bilimsel modelleri ilkel modellerle bütünleştirerek yorumladıkları ve bilimsel bilgilerle yeteri kadar uyumlu olmayacak nitelikte sentez modeller oluşturdukları saptanmıştır.

Aktan (2013) çalışmasında fen öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki görüş ve bilgilerini incelemiştir. Çalışmaya 7 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının görüşlerinde farklılıklar ve yetersizlikler olduğu, bilimsel modellerin özgün karakteristik özelliklerini belirleyemedikleri anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının model tercihlerinde modelin estetik çekiciliğini,

bilimsel içeriğini ve kullanılabilirliğini göz önünde bulundukları saptanmıştır. Öğretmen adaylarının model ve modelleme konusunda sahip oldukları içerik bilgisini geliştirmeleri için eğitim süreçleri boyunca modelleme etkinliklerine daha çok katılmaları önerilmiştir.

Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu (2013) çalışmalarında hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı konularına ilişkin üstün yetenekli öğrencilerin düşüncelerini ve zihinsel modellerini incelemişlerdir. Çalışmaya 7. sınıfta öğrenim gören üstün yetenekli 16 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde maddenin tanecikli yapısı hakkında kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Öğrencilerin maddenin taneciklerinin madde ile aynı özellikleri gösterdiğini düşündükleri saptanmıştır. Bu kavram yanılgılarının öğrencilerin maddede gerçekleşen makroskobik düzeydeki değişimleri mikroskobik düzeydeki değişimlere atfetmelerinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

Kurt, Ekici ve Aksu (2013) tarafından yapılan çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının tuz kavramı ile ilgili zihinsel modelleri incelenmiştir. Çalışmaya 42 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının tuz kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının “Tuzun içeriği”, “Tuzun tanımı”, “Tuzun sebep olduğu hastalıklar”, “Tuzun özellikleri”, “Tuz kullanımı”, “Canlılık için önemi” ve “Tuz çeşitleri” olmak üzere 7 kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin çoğunlukla tuzun kimyasal özellikleri ve tuzun yaşamda kullanımı kategorilerinde yoğunlaştığı saptanmıştır. Öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının “Tuzun içeriği” üzerinde yoğunlaşmasından ve “NaCl”, “nötr”, “asit”, “baz”, “su”, “iyot”, “sodyum”, “potasyum”, “ $H^+=OH^-$ ”, “klor”, “ametal”, “iyon”, “halojen”, “metal” ve “NaOH” kelimelerine odaklanmalarından tuz kavramını biyoloji açısından değil daha çok kimyasal özellikleri açısından düşündükleri anlaşılmıştır.

Ünal-Çoban ve Ergin (2013) çalışmalarında modelleme temel alınarak gerçekleştirilen aktivitelerle işlenen fen ve teknoloji derslerinin öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki düşünceleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmaya 7. sınıfta öğrenim görmekte olan 34 deney, 31 kontrol grubunda olmak üzere toplam 65 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel bilgi anlayışlarında nicel açıdan anlamlı bir fark görülmezken nitel veriler bağlamında modellemeye

dayalı öğretim yapılan grupta bilimin amacı, bilimsel çalışmalar, bilimsel bilgi ve bu bilginin gerekçelendirilmesi konularında olumlu yönde bir değişim olduğu saptanmıştır.

Yurdatapan ve Şahin (2013) tarafından yapılan çalışmada genetik ve biyoteknoloji dersinde DNA, RNA, DNA replikasyonu ve protein sentezi ile ilgili kavramların öğretilmesinde model yaptırılmasının ve animasyon kullanımının öğrencilerin öğrenmesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalında 3. sınıfta öğrenim gören 66 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda model yaptırılarak gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretimden daha etkili olduğu saptanmıştır.

Adadan (2014) çalışmasında model tabanlı öğrenmenin maddenin tanecikli yapısı kavramının ve bilimsel modellerin doğasının anlaşılması üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmaya kimya öğretmenliği bölümünde okuyan 40 öğrenci katılmıştır. Katılımcıların maddenin tanecikli yapısı kavramını ve modellerin doğasını anlamalarında ön testten son teste istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olduğu görülmüştür. Model tabanlı öğrenmenin öğrencilerin bilimsel anlamlar geliştirmelerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Ergün ve Sarıkaya (2014) çalışmalarında modele dayalı etkinliklerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili başarı ve bu konudaki kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın tarama grubunun örneklemini 278 ilköğretim öğrencisi, deney grubunun örneklemini tarama grubunun içinden seçilen 166 ilköğretim öğrencisi oluşturmuştur. Modele dayalı etkinliklerle işlenen dersin öğrencilerin maddenin makroskobik boyuttaki değişimleri mikroskobik boyuta genellemelerinden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu saptanmıştır.

Çelik (2015) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modellerle ilgili anlayışları incelenmiştir. Çalışmaya 1. sınıfta öğrenim gören 91 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel modellerle ilgili anlayışlarının yeterli olduğu anlaşılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün alanyazındaki sonuçların aksine bilimsel modellerin gerçeğin birebir kopyası olmadığını ifade ettikleri saptanmıştır.

### 1.13.2. Analoji Konulu Çalışmalar

Burns ve Okey (1985) çalışmalarında analoji temelli öğretim ile geleneksel öğretimin lise 4. sınıfta öğrenim gören biyoloji öğrencilerinin başarıları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 123 öğrenci katılmıştır. Uygulamadan önce öğrenciler analojiye yönelik ön bilgi ve bilişsel yetenek açısından değerlendirilmiştir. Analoji temelli uygulama, kaynağın etki alanı ile hedef bilgiyi karşılaştıran analogik metin, diyagram ve grafiklerin öğrenci tarafından incelemesi ve öğretmen tarafından anlatılmasını içermiştir. Geleneksel öğretim ise hedef kavramın öğretmen tarafından ifade edildiği ve ders kitabından okuma ödevleri ile desteklendiği didaktik bir sunumu içermiştir. Analoji ile ilgili metin ve diyagramlar sindirim sistemi, sinir sistemi ve dolaşım sistemi olmak üzere 3 fen konusunu kapsamıştır. Sindirim, sinir ve dolaşım sistemleri ile ilgili olarak analoji temelli öğretim metotları ve geleneksel öğretim öğrenci performansını arttırmaya yönelik etkileri bağlamında karşılaştırılmıştır. Analoji temelli öğretim modelinde sindirim sistemi çöp atık sistemine, sinir sistemi bilgisayar ağına ve dolaşım sistemi de tipik bir okul gününe benzetilmiştir. Çalışma sonucunda analoji temelli öğretimin uygulandığı öğrencilerde anlamlı düzeyde yüksek başarı elde edildiği, analoginin anlaşılabilirliğinin yüksek olduğu durumlarda uygulamanın etkilerinin daha belirgin olduğu, analogilerin hedef kavramlar için bağlantılar sağladığı saptanmıştır. Gerçekleştirilen uygulama ile analoginin gücü ortaya konmuştur.

Thiele ve Treagust (1992) çalışmalarında lise kimya ders kitaplarında bulunan analogileri kapsam ve nitelik açısından incelemişlerdir. Çalışmada içerik analizi yapılan 10 kimya kitabında 93 analogi saptanmıştır. 93 analoginin içerik alanları asit ve bazlar (6), analitik metotlar (3), atomik yapı (21), biyokimya (6), kimyasal bağlar (12), kimyasal denge (5), kimyasal süreçler (1), enerji (11), endüstriyel süreçler (1), maddenin doğası (8), organik kimya (5), periyodik tablo (2), reaksiyon hızları (3), çözeltiler (3), sitokiyometri (6) olarak belirlenmiştir. Bu analogilerden 44 tanesinin resimsel, 42 tanesinin basit analogi olduğu, analogilerin 35'inin zenginleştirilmiş, 16'sının genişletilmiş türden olduğu ifade edilmiştir. Analogilerden 15 tanesinde analogi, analog gibi herhangi bir açıklamanın yer almadığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada kitapların yazarlarıyla gerçekleştirilen görüşmelerde öğretmenlerin bu alanda pedagojik alan bilgisine sahip olduklarına dair herhangi bir kanıt olmamasına

karşın kitap yazarlarının sınıf öğretmenlerinin analogjileri etkili bir biçimde kullanacaklarını kabul ettikleri; ders kitaplarında analogji kullanımının kitap yazarları tarafından bir isteksizlik olarak ima edildiği ve yazarların alanyazında yer alan analogji konulu çalışmaların sonuçlarına ilişkin bilgi sahibi olmadıkları anlaşılmıştır.

Glynn (1994) çalışmasında fen öğretiminde analogjilerin rolünü tanımlamıştır. Yazarların kavramları açıklamak için ders kitaplarında analogjileri nasıl kullandıklarını saptamak amacıyla ortaokul, lise ve üniversite ders kitaplarını incelemiştir. Bu inceleme için uygun bir model geliştirmiştir. Ayrıca çalışmada 10 ortaokul fen bilgisi öğretmeni tarafından yapılan analizlerle çalışma bulguları desteklenmiştir. Geliştirilen model sistematik bir şekilde analogjiler oluşturmak ve öğrenciler için anlamlı olacak şekilde önemli kavramları açıklamak için fen öğretimi boyunca analogjileri sistematik bir biçimde kullanmak için yönergeler sunmaktadır. Ders kitaplarından elde edilen yeni bilgiyi etkinleştirme, transfer etme ve uygulama yolu ile öğrencilere mevcut bilgileri üzerine yenilerini inşa etmelerine yardımcı olmak için öğretmenlerin ve yazarların etkili analogjileri nasıl oluşturduklarını ortaya koymaktadır. Analogji ile öğretim modeli hedef kavramı tanıtmak, analog kavrama ait ipucu alma, hedef ve analog kavramın ilişkili özelliklerini belirleme, hedef ve analog kavram arasındaki ilişkileri haritalama, analogjilerin kırılma noktalarını belirleme ve sonuçlar çıkarmayı içermektedir. Çalışmada öğretmenlerin ve yazarların analogji ile öğretim modelini uygulayarak analogjileri daha etkili bir şekilde kullanabilecekleri ortaya koyulmuştur. Öğretmenler ve yazarların yeni bir kavramı anlamak için analogji oluşturacakları zaman modeldeki 6 aşamayı zihinsel olarak kontrol edebilecekleri ifade edilmiştir. Yazarın analogjisi etkili olduğunda ve öğretmenin de bu analogjiyi genişletmek istediği durumlarda 6 aşamadan oluşan analogji ile öğretim modelinin kullanılabilmesi ve bu sayede analogjinin öğretimsel değerinin artırılabilmesi belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin karşılaştıkları herhangi bir durumda kendi bilgilerini kullanmaları nedeni ile analogjileri kendilerinin oluşturmalarının avantajlı olduğu da ifade edilmiştir.

Cosgrove (1995) çalışmasında yapısal ve fonksiyonel analogjilerin bilimde kullanıldığını vurgulamıştır. Çalışma kapsamında öğretmen bir araçla evlerinden okula giden ve evlerine geri dönen insanlarla ilgili olarak evi pil, okulu da direnç

şeklinde modellemiştir. Öğrenci ise kömür taşıyan bir treni temel alan analogik bir model tasarlamıştır.

Newby, Ertmer ve Stepich (1995) tarafından yapılan çalışmada fizyolojik kavramların anlaşılma düzeyi üzerinde analogi kullanılarak gerçekleştirilen eğitimin etkisi incelenmiştir. Zengin içerik alanından dolayı çalışmada fizyoloji alanı seçilmiştir. Çalışmada ilgili kavramların öğretiminde 18-35 yaş aralığında olan 161 üniversite öğrencisine analogi kullanılarak ve analogi kullanılmadan eğitim verilmiştir. Çalışmada öğrencilerin performansları her bir kavram için örnekler ve tanımları da içeren kavram dersleri, her bir kavram için bir analogi içeren benzer kavram dersleri ve rehberlik gerektiren ek analogi kullanımı ile analogi kavram dersleri olmak üzere üç durum için karşılaştırılmıştır. Ayrıca çalışmada analogi kullanılarak ve analogi kullanılmadan gerçekleştirilen kavram derslerinde öğrenci grupları arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuçlar analogi ile öğretim gören öğrencilerin daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca analogilerle ders işlenen öğrencilerin daha keyifli ders işledikleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda analogilerin fizyoloji kavramlarını öğrenme ve uygulamada etkili olduğu anlaşılmıştır.

Heywood ve Parker (1997) tarafından yapılan çalışmada ilkokul öğretmenlerinin elektrik konusunu öğrenme ve öğretmede analogilerin kullanılabilmesini keşfetmeleri amaçlanmıştır. Uygulamalı araştırmalar ve eleştirel inceleme ile öğretmenlere analogilerin faydaları ve sınırlılıklarını keşfetme fırsatı sağlanmış ve elektrik konusunun öğretiminde kullanılan analogilerin bireylerin öğrenmesi üzerindeki etkileri ve kullanışlılığı incelenmiştir. 25 ilkokul öğretmenin basit elektrik devreleri konusu ile ilgili olarak bilgilerini geliştirmek için 20 günlük bir ders tasarlanmıştır. Bu dersler fen öğrenmede analogi kullanımı ve basit elektrik devrelerinin çalışma şekline yönelik tasarlanmıştır. Çalışmada öğrenciler küçük gruplar halinde tartışmış ve araştırmalar yapmışlardır. Basit elektrik devresi konusunda sahip oldukları kavramları tespit etmek için başlangıçta onlardan biraz tel ve bir pil kullanarak bir ampülü yakmaları istenmiştir. Devrede ne olduğu ile ilgili grup üyelerinin düşüncelerini ifade etmeleri ve gözlemleri sonucunda ortaya çıkan soruları listelemeleri istenmiştir. Bu şekilde araştırmanın başlangıç noktasının genel yapısı oluşturulmuştur. Basit elektrik devrelerini inceleyen öğrencilere analogiler

tanıtılmıştır. Öğrencilerin öğrenmelerini analogilerin nasıl etkilediğine ilişkin detaylı açıklamalar elde etmek amacıyla öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Analoji 1’de insan dolaşım sistemi kapalı bir sistem olarak kullanılmıştır. “Kalp vücudun etrafında kanı pompalamak amacıyla bir pompa görevi görür. Kalbe giren kan miktarı kalpten çıkan kan miktarına eşittir. Bununla birlikte oksijen seviyesi açısından kanın doğası değişir. Analoji 1 için sabit kan hacmi-korunan akım, bir pompa gibi kalbin hareketi-pilin işlevi, kandaki oksijen seviyesi-elektriğin değişen doğası şeklinde kaynak ve hedef kavram arasında ilişki kurulmuştur.” Analoji 2’de devredeki elektronların hareketi temsil edilmiştir. “Analoji 2 için bireylerin yürümesi-akım, geri dönen bireyler-sabit akım, yürüme hızı-akım miktarı, tünelde kol hareketlerinin kısıtlanması-enerji transferi, tünelin sıcak olması-enerji transferi sonucunda ampulün yanması, tünelin boyutu-devredeki direnç, kol hareketinin sonucu-pilin rolü, kol hareketinin büyüklüğü-pilin boyutu şeklinde kaynak ve hedef kavram arasında ilişki kurulmuştur.” Analoji 3’te elektriğin öğretiminde kullanılan tipik bir analogi olarak bir pompa tarafından suyun sirküle edildiği kapalı bir su sistemi kullanılmıştır. “Analoji 3 için suyun akışı-akım, sistemdeki basınç-devrenin tepkisi, daralma-devredeki direnç, pompa-pil, basınç, daralma ve suyun akışı arasındaki ilişki- voltaj, direnç ve akım arasındaki ilişki şeklinde kaynak ve hedef kavram arasında ilişki kurulmuştur.” 24 öğrenci analogi 1’i faydalı bulmuştur. 1 öğrenci kan ve dolaşım kaynak alanını güçlkle ifade edebilmiştir. 2 öğrenci ise eğer akım korunuyorsa pilin çalışmasını durduran şeyler olmalı, akım sabitse pil neden tükenir konularını sorgulamıştır. Bu durumun temel sebebinin korunan akım kavramı olduğu saptanmıştır. 23 öğrenci analogi 2’yi faydalı bulmuştur. 19 öğrenci bu analoginin korunan akım hakkındaki düşüncelerini geliştirdiğini belirtmiştir. 16 öğrenci bu analogiyi lambada enerji transferini açıklayan analogi olarak ifade etmiştir. 10 öğrenci pilin rolünü açıklamada 2. analogiyi faydalı bulmuştur. Bu pozitif etkilere rağmen 2. analoginin ampulde elektronların enerjinin birazını ya da tamamını kaybedip kaybetmediklerini, lambada enerji transferini ve devre etrafında hareket eden elektronlar için gereken enerji arasındaki farkı açıklamada başarısız olduğu saptanmıştır. 16 öğrenci analogi 3’ü faydalı, 8 öğrenci ise başarısız bulmuştur. 1 öğrenci ise fayda ya da başarısızlığa ilişkin görüş belirtmemiştir. 4 öğrenci analogi 3’ü önceki analogilerden daha etkili bulmuştur. Analoji 3 korunan akımı tanıtmada, bir devredeki direnci kavramsallaştırmada, öğrenci özgüvenini arttırmada ve



devrenin bütüncül görünümünü geliştirmede faydalı bulunmuştur. 1 öğrenci su basıncı ya da su akışını göz önünde bulundurarak kaynak kavramı görselleştirmede zorlanmıştır. 2 öğrenci düşüncelerini bir analogiden diğer analogiye transfer etmede; 2 öğrenci de analogiyi görselleştirmede zorlandıklarını ve analogiyi çok soyut bulduklarını ifade etmişlerdir.

Clement (1998) çalışmasında köprü kuran analogiler metoduna dayalı olarak çeşitli dersler hazırlamış ve kavramların kalıcılığı üzerindeki etkisini görmek için stratejiyi kontrol grubuna karşı test etmiştir. Çalışmada ilk yılda fizik dersi alan 2 liseden 3 deneysel grup ve 2 liseden 2 kontrol grubu yer almıştır. Kontrol grubu 55, deney grubu ise 150 öğrenci ile oluşturulmuştur. Araştırmada normal kuvvetler, sürtünme kuvvetleri, gerilim ve Newton'un üçüncü hareket yasası ve çarpışmalarda reaksiyonlar ile ilgili 7 ders tasarlanmıştır. Kontrol grubunda ise normal müfredat takip edilmiştir. Uygulama sonucunda analogi kullanılan deney grubunun daha başarılı olduğu anlaşılmıştır. Analogik köprülerin öğrencilerin mantıklı bir şekilde akıl yürütmelerini sağlayan bir teknik olduğu; analogilerin gerek oluşturulmasının gerekse geçerliliğinin değerlendirilmesinin problem çözmede çok önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir. Köprü kuran analogiler metodunun öğrencilerin bilimdeki kavram yanlışlarının üstesinden gelmeleri için umut verici bir strateji olarak görüldüğü ve öğrencilerin analogik bir ilişkinin geçerliliğini teyit etmeye çalışmaktan yarar gördükleri belirtilmiştir. Köprü kuran analogiler metodunun fen öğrencileri için tümevarıma dayalı olarak yapılan akıl yürütme stratejilerinin nasıl kullanıldığının anlaşılmasını sağladığı ifade edilmiştir.

Glynn ve Takahashi (1998) çalışmalarında fen metinlerinin içine zenginleştirilmiş analogilerin yerleştirilmesinin ortaokul öğrencilerinin kavram öğrenmeleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Zenginleştirilmiş analogiler, analogilerle öğretim modeline göre oluşturulmuştur. Çalışmanın ilk bölümünde 33 erkek, 25 kız olmak üzere 12-14 yaş aralığında olan ve 8. sınıfta öğrenim gören 58 öğrenci ile çalışılmıştır. Zenginleştirilmiş analogi içeren metinde kaynak kavram (fabrika) ile hedef kavram (hayvan hücresi) eşleştirilmiştir. Çalışmanın diğer bölümünde 18 erkek, 14 kız olmak üzere 10-12 yaş aralığında ve 6. sınıfta öğrenim görmekte olan 32 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışmada zenginleştirilmiş analogi metinlerinin kullanımının hedef kavramın özelliklerinin hatırlanması üzerindeki

etkileri incelenmiştir. Analoji öğrencilerin hedefin özelliklerini hatırlamalarını kolaylaştırmıştır. Zenginleştirilmiş analogilerle çalışan 8. sınıf öğrencilerinin hücrenin kısımlarının işlevlerini kontrol metni ile çalışan öğrencilerden daha çabuk öğrendikleri ve daha uzun süre hatırladıkları saptanmıştır. Zenginleştirilmiş analogik bir metinle çalışan öğrenciler kontrol metni ile çalışan öğrencilere göre hedef kavramın daha anlaşılır olduğunu ifade etmiştir. Zenginleştirilmiş analogi ile çalışan 6. sınıf öğrencilerinde öğrenme, hatırlama ve tanıma daha çabuk ve kolay olmuştur. 6. ve 8. sınıflarla yapılan uygulamalarda da analogi öğrencinin mevcut bilgisi ve metinde yer alan yeni bilgi arasında bir arabulucu olarak yorumlanmıştır. 6. sınıfta daha fazla olmak üzere iki sınıf düzeyinde de öğrenciler analogilerden faydalanmıştır. Analogilerin çoğu insan vücudu, ekip ve toplum gibi kısımların işlevleri ile tanımlanmıştır. Analogilerin çoğu öğrencilerin günlük yaşamda kullandıkları kavramlara dayandırılmıştır. Analoginin hedef kavramı daha anlaşılır ve hatırlanır yaptığı, hedef kavramın somut şemasını tanıdık bir şekilde haritaladığı ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda zenginleştirilmiş analogilerin standart metinlerden daha etkili olduğu anlaşılmıştır (Glynn ve Takahashi, 1998).

Tsai (1999) çalışmasında lise öğrencilerinin faz değişimlerinin mikroskobik yönleri ile ilgili kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için tasarlanan analogi aktivitesinin etkililiğini araştırmıştır. 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 83 öğrenci rastgele deney ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Çalışmada kontrol grubu için dersler sözlü anlatım ve ders kitabından okuma şeklinde geleneksel öğretime göre tasarlanırken deney grubundaki öğrencilere drama ve öğrenci merkezli etkinlikleri içeren analogik bir aktivite uygulanmıştır. Dramada öğrenciler parçacıklar gibi hareket etmiş ve faz değişimlerinin koşullarını gerçekleştirmek için birlikte çalışmışlardır. Çalışmada 3 ayrı faz durumu için öğrenciler tarafından yapılan çizimler analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen analogi aktivitesinde  $Br_2$ 'nin faz değişimi öğrencilere gösterilmiştir. Deney grubundaki öğrenciler farklı sıcaklıklarda ve farklı fazlardaki brom atomları ile ilgili olarak yaptıkları drama etkinliğini 4 kişilik gruplar oluşturarak Amonyak ( $NH_3$ ) için de yapmışlardır. Çalışma sonucunda analogilerin öğrencilerin bilimsel kavramları yapılandırmalarına yardımcı olduğu, öğrencilerin uzun süreli hatırlamalarını sağladığı ve lise öğrencilerinin anlamlı öğrenmelerinde olumlu sonuçları olduğu görülmüştür. Uzun süreli gözlemler neticesinde analogi

aktivitelerinin öğrencilerin bilimsel kavramlar konusundaki kavramsal değişimleri üzerinde pozitif etkileri olduğu saptanmıştır.

Swain (2000) tarafından yapılan çalışmada kalp damar sisteminin fonksiyonlarını daha iyi açıklamak için şehir su kaynağının çalışmasına benzer bir analogi hazırlanmıştır. Kalp ve damar sistemini su kulesi analogisi ile öğretmek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada yer alan analogide kalp damar sistemi hidrolik bileşenlerin karmaşık bir düzenlemesi olarak tasarlanmıştır. Bir su kulesinin kullanıldığı şehirlerde kule dağıtım borularının geniş bir paralel düzenlemesi aracılığı ile evlere su sağlamak için bir basınç deposu olarak hizmet görür ve temiz su bir nehir ya da diğer kaynaklardan kulenin içine pompalanır. Ev sahibi musluk yolu ile kendi su kullanımını kontrol eder. Oysa şehir kuledeki su düzeyini izleyerek su basıncını muhafaza etmeye çalışır. Sensör-baroreseptör (basınç değişikliklerini algılama yeteneği olan sinir ucu), su kulesi-aort, nehir-damarların kapasitesi, pompa-kalp, kontrol edici-medulla, evler-organlar, musluklar-arteriyoller, lavabolar-kılcal yataklar, aksesuar pompa-iskelet kası pompası olmak üzere kalp damar sistemi analogik olarak şekillendirilmiştir. Kalp damar sistemi ile su kulesinin benzer noktaları şehir pompası: kalp, su kulesi: aort, paralel dağıtım boruları: arterler (damarlar), musluk: arterioller şeklinde eşleştirilmiştir. Kalp damar sisteminin fonksiyonlarını açıklamak için hazırlanan bu analogi yıllarca yazar tarafından üniversitede uygulamalı fizyoloji sınıflarında ve kalp damar fizyolojisi derslerinde kullanılmıştır. Öğrencilerin öz ve akran değerlendirmeleri bu karmaşık fizyolojik sistemi anlamada analoginin etkili bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Abak, Eryılmaz, Yılmaz ve Yılmaz (2001) çalışmalarında çekim ve eylemsizlik konularının öğretiminde kullanılan bağdaştırıcı analogilerin kavram yanlışları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın örnekleme 9. sınıfta öğrenim gören 67 öğrenci ile oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda ön test uygulamasında saptanan kavram yanlışlarını gidermede bağdaştırıcı analogilerin kullanımının etkili olduğu son test sonuçları ile ortaya konmuştur.

Bilgin ve Geban (2001) çalışmalarında lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusunu anlamaları ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde analogilerin etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın örnekleme 38 lise öğrencisi ile oluşturulmuştur. Çalışmada deney grubu öğrencilerine analogiler yaptırılırken kontrol

grubundaki öğrencilere geleneksel öğretim yöntemi ile ders anlatılmıştır. Çalışma sonucunda analogilerin kimyasal denge konusunun anlaşılmasında ve kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili araçlar oldukları, deney grubunun daha başarılı ve kavram yanlışlarının daha az olduğu görülmüştür. Analogilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu, öğrencilerin analogi oluşturarak öğrenmeye aktif olarak katıldıkları ve anlamakta zorluk çektikleri olayları analogi ile algılayarak kavramları daha iyi öğrendikleri anlaşılmıştır.

Taylor ve Coll (2001) çalışmalarında ilkökul öğretmen adaylarının eğitiminde fende kavramsal değişimi sağlama üzerinde analogi ve model kullanımını incelemişlerdir. 26 ilkökul öğretmen adayı ile analogi ve model kullanımı 6 haftalık bir öğretim uygulaması ile işlenmiştir. Çalışma sonucunda fiziksel, şematik analogiler ve fiziksel modellerin kullanımını içeren uygulamanın öğrencilerin madde ve maddenin değişimi konularındaki temel kavramlara ilişkin kavramsal anlamalarını geliştirdiği saptanmıştır. Öğretim uygulamaları sırasında kullanılan fiziksel ve şematik analogilerin kullanımının öğrencilerin kaynak kavramlar ile hedef kavramlar arasında bağlantı kurmalarında etkili olduğu saptanmıştır. Öğretim uygulamasından elde edilen veriler neticesinde madde ve değişimi konusunun, enerji ve parçacıklar arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından anlaşılmasında modeller ve analogilerin etkili olduğu anlaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen nitel bulgular öğrencilerin analogileri ve modelleri öğretimde faydalı öğrenme araçları olarak gördüklerini ortaya koymuştur. Çalışmada analogilerin ve modellerin kullanımının öğrenciler için pedagojik açıdan etkili olacağı ifade edilmiştir.

Clement ve Steinberg (2002) çalışmalarında öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi için zihinsel modellerin gelişiminde anahtar rolü olan analogileri kullanmışlardır. Çalışmaya 16 yaşındaki 1 öğrenci katılmıştır. Öğrenci lamba ve pil arasındaki kabloları herhangi bir şeyin hareket ettiği yollara benzetmiştir.

Justi ve Gilbert (2002a) çalışmalarında bir modeli başarılı bir şekilde üretebilmek için gerekenlere yönelik bilgi ve becerileri saptamak amacıyla 39 fen bilgisi öğretmeni ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Çalışma grubu 6-14 yıllık deneyime sahip olan 10 öğretmen, 15-17 yıllık deneyime sahip olan 10 öğretmen, 10 öğretmen adayı ve 9 kimya bölümü öğrencisinden oluşmaktadır.

Çalışma sonucunda öğretmenler başarılı bir modelleme için modelin oluşturulma amacının açık bir şekilde algılanması gerektiği konusunda ikna edilmiştir. Modellenen olgunun deneyim edilmesinin modellemede başarı için bir önkoşul olduğu saptanmıştır. Öğretmenlerin analogileri değerli olarak gördükleri ve benzerlik derecesinin ve doğasının açıklanmasının çok önemli olduğunu ifade ettikleri saptanmıştır. Öğretmenlerin zihinsel model üretme konusunda bilim adamlarının diğer insanlara göre çok farklı yeteneklere sahip olduklarını düşündükleri anlaşılmıştır. Modelleme yapacak kişinin ilgili olması ve çaba sarfetmesi gerektiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Temsil için seçilecek yapının uygun olması gerektiğini belirttikleri görülmüştür. Başarılı modelleme aktiviteleri için gözlem gücü ve el becerilerine sahip olmanın gerekli olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. Modelleme süreci sırasında modellerin kapsam ve sınırlılıklarının dikkate alınması ve bu sınırlılıkların öğrencilere ifade edilmesinin gerekliliğini vurgulamadıkları saptanmıştır.

Kaptan ve Arslan (2002) tarafından yapılan çalışmada soru cevap ve analogi tekniklerinin başarı ve derse yönelik görüş üzerindeki etkisi karşılaştırılmıştır. Araştırmada 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 71 öğrenci ile çalışılmıştır. “Genetik” ünitesindeki “insan cinsiyetlerinin belirlenmesi” ve “hemofili” konularının anlatımında deney grubunda analogi, kontrol grubunda ise soru cevap tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin derse yönelik görüşlerinin olumlu yönde değişim gösterdiği saptanmıştır. Grupların başarıları arasında ise anlamlı bir fark elde edilememiştir.

Nashon (2003) fizik kavramlarının öğretiminde öğretmenlerin kullandıkları analogileri belirlemek amacıyla nitel bir durum çalışması kapsamında gözlemler yapmıştır. Araştırmada 14 haftalık bir dönem içinde 3 fizik öğretmeni gözlemlenmiş ve tüm dersler videoya kaydedilmiştir. Analogik olarak bir araç ve yolcunun hareketi elektron akışı, yol kenarında nesnelere belirgin hareketi de konvansiyel akım ile eşleştirilmiştir. Çalışmada fizik öğretmenleri tarafından dağıtılan ve öğrenciler tarafından üretilen analogilere yer verilmiştir. Analogiler hem öğretmen hem de öğrenciler tarafından oluşturulmuştur. Bunlar büyük ölçüde öğrencilerin sosyo kültürel çevrelerinden alınmış, yaşam ve insan özelliklerine atfedilmiş analoglardır. Ayrıca analog ve hedef kavramların bilimselliğinin sınırlı olduğu anlaşılmıştır. Bazı durumlarda analogilerin öğrenciler için sorunlu olduğu ve ciddi kavram yanılgılarına

yol açtığı görülmüştür. Çalışmada analogi öğretimi için genel model, analogi ile öğretim ve analogilerle çalışma da dâhil olacak şekilde modeller tartışılmıştır. Analoginin iyi bir şekilde kullanımının analog-hedef yapısının eşleşen ve eşleşmeyen özelliklerinin açıkça tanımlanmasına bağlı olduğu ifade edilmiştir.

Yerrick vd. (2003) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının işbirliğine dayalı sorgulayıcı-araştırmacı fizik aktivitelerinde analogileri nasıl kullandıklarını ve yorumladıklarını araştırmışlardır. Sınıfın yapısı ve etkileşimler işbirliğine dayalı grupla problem çözme, günlük yazma ve rehberli sorgulama faaliyetlerine uygun olarak düzenlenmiştir. Öğrenciler lamba, bağlantı kablosu ve pil içeren basit elektrik devrelerinin fonksiyonlarını açıklayan yardımcı modeller oluşturmak ve veriler toplamak için 3-4 kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Öğretmenin doğrudan müdahalesinin az olduğu dersler yoğun bir şekilde öğrencilerin bilimsel kavramları kendi anlayışları temelinde tartışmalarını ve keşfetmelerini içeren küçük grup çalışmalarına ayrılmıştır. Çalışmada analogilerin bilişsel süreç becerileri, bilimsel ve kavramsal anlama, problem çözme için sosyal bağlamların geliştirilmesi olmak üzere üç farklı rolünün olduğu ortaya konmuştur. İşbirliğine dayalı problem çözme etkinlikleri ile ilgili yapılan analiz sonucunda analogilerin bilimsel bilginin bireysel ve kolektif bir şekilde oluşturulmasında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Gelişen diyaloglar, görüşmeler, toplanan eserler ve öğrenci günlüklerinin analizinden elektrik olgusu ve ilgili bilimsel kavramlar hakkında zengin açıklamalar geliştiren analogilerin bu bilginin ortak oluşumunda merkezi bir rol oynadığı saptanmıştır.

Atav, Erdem, Yılmaz ve Gücüm (2004) çalışmalarında enzimler konusunun temel kavram ve olayları hakkında üniversite öğrencilerinin analogilerini, konuyu anlama düzeylerini, kavram yanlışlarını ve analogi yönteminin anlamlı öğrenme üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada biyoloji öğretmenliği bölümünde okuyan 50 öğrenci ile çalışılmıştır. Konu kontrol grubunda yer alan öğrencilere düz anlatım, deney grubunda olan öğrencilere ise analogi yöntemi ile anlatılmıştır. Enzimler konusunun öğretilmesinde kullanılan analogilerin konunun öğrenilmesinde anlamlı derecede etkili olduğu, öğrencilerin konuyu hatırlamasına ve anlamasına yardımcı olduğu ve başarıyı arttırdığı görülmüştür. Öğrencilerinin oluşturdukları analogiler incelendiğinde ise öğrencilerin büyük çoğunluğunun analogi oluşturmada

çok başarılı olmadıkları ve zorlandıkları, geliştirilen analogilerin de daha çok zenginleştirilmiş ve genişletilmiş analogi düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Blake (2004) çalışmasında kaya döngüsünün kavramsal yapısının kullanıldığı öğretimin ve alüminyumun geri dönüşüm analogisinin 9-11 yaşlarında olan 60 ilköğretim öğrencisinin kayalar konusunu anlamaları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Kontrol grubunda analogi kullanılmazken deney grubunda analogi kullanılmıştır. Her iki grupta gelişim görülmesine karşın sadece analogi kullanılan deney grubunun bilimsel olarak bilgilerini nasıl organize edebilecekleri ile ilgili istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde ettikleri saptanmıştır. Analogilerin bilişsel değişimin doğasını, karmaşıklığını ve bilimi anlamayı destekleme üzerindeki potansiyel değeri ortaya konmuştur. Öğrenmeyi ve kavramsal anlamayı desteklemede analogilerin pozitif rolü olduğu saptanmıştır.

Kesercioğlu vd. (2004) çalışmalarında analogilerin farklı alanlardaki kullanımlarına yönelik teorik bilgi ve örnekler vermişlerdir. Analogilerin soyut kavramların anlaşılmasında yaşanan zorlukların giderilmesinde kullanılabilecek tekniklerden biri olduğunu; kavram, ilke ve formüllerin bazı özellikleri arasındaki benzerlik olarak ifade edilen analogilerin benzer özellikler arasında kurulan sağlam bir köprü olduğunu belirtmişlerdir.

Orgill ve Bodner (2004) çalışmalarında analogiler ve analogilerin biyokimya sınıflarında kullanımı hakkında biyokimya öğrencilerinin algılarını incelemişlerdir. Araştırmada en az bir dönem biyokimya dersi almış ya da almakta olan 43 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada öğrenciler analogilerin kavram öğrenmede, anlamada, görselleştirmede, hatırlamada faydalı ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler analogilerin kullanım zamanı, hangi tür analogilerin iyi ya da faydalı olduğu, analogilerin sınıflarda faydalı olması için nasıl sunulması gerektiği ile ilgili öneriler de vermiştir. Hedef kavramlar zor veya zorlayıcı olduğunda, görselleştirilemediğinde ve hedef kavram tanıtıldığında analogilerin kullanılması gerektiğini; hedef kavramlar basit ya da zaten anlaşılır olduğunda, çok zor olduğunda ve ezberlendiğinde analogilerin faydalı olmadığını; iyi analogilerin basit olduğunu, hatırlamayı kolaylaştırdığını ve kaynak kavrama benzediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca analogilerin sınıfta açık benzetme yapılarak, kaynak ve hedef kavramlar arasındaki ilişkiler açıklanarak, mevcut benzetmeler için kolay anlaşılır

kelimeler, coşku, görseller kullanılarak ve ilk olarak eğitimciler tarafından deneyerek sunulmasını önermişlerdir.

Paatz, Ryder, Schwedes ve Scott (2004) çalışmalarında 16 yaşındaki bir kız öğrencinin basit elektrik konusunu analogi tabanlı öğrenmeye göre öğrenme sürecinin nasıl gerçekleştiğini incelemişlerdir. Başlangıçta elektrik devreleri ile ilgili olarak öğrencide görülen kavram yanılgıları elektrik devresinin öğretiminde analogi olarak su devresinin kullanımından sonra ortadan kalkmıştır. Çalışmada Gentner'in teorisini açıklayan bir yaklaşım kullanılarak aktiviteleri karakterize eden yapısal şemalandırma teorisinin geçerli ve analogi tabanlı akıl yürütmenin avantajlı olduğu ortaya koyulmuştur.

Rule ve Furletti (2004) çalışmasında insan vücudunda yer alan sistemleri öğretmede analogik nesne kutularının kullanımı ile geleneksel yöntemin etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya 10. sınıfta öğrenim görmekte olan iki sınıftan 32 lise öğrencisi katılmıştır. Ön test-son test deseninin kullanıldığı çalışmada iskelet, sindirim, bağışıklık ve sinir sistemleri iki sınıfta dönüşümlü olarak işlenmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilere insan vücudunda yer alan sistemlerin kısımlarına ait şekiller ve kısımların işlevleri analogik nesne kutuları kullanılarak sunulmuştur. Bağışıklık sistemi için hazırlanan nesnelere ve ilgili kartlarda burun için sigara dedektörü, periferik sinirler (çevresel sinir sistemi) için telefon ve beyin için plastik fermuarlı çanta yer almıştır. Sinir sistemi için hazırlanan nesnelere ve ilgili kartlarda beyaz kan hücreleri için vakum çantası, aşı için oyuncak örümcek ve AIDS için bilgisayar yazılım virüsü yer almıştır. Çalışmada insan vücut sistemlerinin çalışma şeklini anlamada şekil ve işlevsel analogik nesne kutularının kullanımının öğrenci performansını geliştirdiği saptanmıştır.

Sarantopoulos ve Tsapralis (2004) çalışmalarında kimya öğretiminde analogi kullanımının 10. ve 11. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal faktörleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada 61 erkek ve 87 kız olmak üzere toplam 148 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışmada 10. sınıflar için temel kavramlar, modern atom teorisi, periyodik tablo, kimyasal bağlar-kimyasal gösterim, çözeltiler, asitler, bazlar ve tuzlar; 11. sınıflar için termokimya, kimyasal kinetik, kimyasal denge, asitler, bazlar ve tuzlar, oksidasyon ve redüksiyon, organik kimyaya giriş, kimyasal formül ve organik bileşiklerin yapısı, hidrokarbonlar konularını içeren



dersler işlenmiştir. Araştırmada ders işlenişinde kontrol grubunda geleneksel öğretim kullanılmıştır. Deneysel grupta ise ders analogjilerle öğretim modeline uygun olacak şekilde analogjiler kullanılarak işlenmiştir. Çalışma sonucunda başarı yüzdelerinde 10. sınıflar için istatistiksel bir fark olduğu ancak 11. sınıflar için istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin analogjilere karşı olumlu görüşleri olduğu saptanmıştır. Analogjilerin pek çok öğrenci için pozitif etkileri olduğu anlaşılmıştır. Kimya öğretiminde analogji kullanımının uzun süreli uygulamalarda faydalı olduğu saptanmıştır. Analogjilerin öğrenciler için ilgi çekici ve eğlenceli olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca analogjilerin etkililiğinde gelişim düzeyi ve motivasyon özelliklerinin kesin bir rolü olduğu ve düşük bilişsel gelişime sahip olan öğrencilerde analogjilerin faydalı olacağı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada cinsiyet açısından bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Bryce ve MacMillan (2005) çalışmalarında köprü kuran analogjilerin yapılandırmacı yaklaşımın bir parçası olan kavramsal değişim üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada uygulama konusu olarak fizikte etki tepki kuvvetleri seçilmiş ve 15 yaşında 21 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda köprü kuran analogjilerin etki-tepki kuvvetleri ile ilgili öğrencilerin düşüncelerine yönelik ilgi çekmede etkili olduğu görülmüştür. Öğrencilerin her analogjiyi hedef kavramla eşleştirmede başarılı oldukları anlaşılmıştır. Öğrenciler analogjilerle hedef kavramları eşleştirirken, reaksiyon kuvveti ile ilgili nedensel teorileri oluştururken ve geliştirirken analogjileri kullanmada başarılı olmuşlardır. Dikkatli bir şekilde seçilen analogjik örneklerin reaksiyonun ne anlama geldiği ile ilgili kavram yanlışlarının üstesinden geldiği saptanmıştır. Köprü kuran analogjilerin öğrencilere özgün kavramsal değişimler oluşturmada ve reaksiyon kuvvetinin nedenini daha iyi anlamada etkili olduğu anlaşılmıştır.

Çetingül ve Geban (2005) tarafından yapılan çalışmada kavramsal değişim metinleri ile birlikte uygulanan benzeştirmelerin (analogjilerin) asit ve baz konusundaki bilgiler ve konunun anlaşılması üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada onuncu sınıfta öğrenim görmekte olan 47 öğrenci yer almıştır. Çalışma sonucunda kavramsal değişim yaklaşımı uygulanarak gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin performansını arttırdığı saptanmıştır.

Günay-Bilaloğlu (2005) çalışmasında okul öncesi fen öğretiminde analogi tekniğini, analogi çeşitlerini, analogi yöntemlerini, analogi kullanımının yararlarını ve analogi kullanılırken dikkat edilmesi gereken noktaları açıklamıştır. Okul öncesi eğitim kurumlarında da fenle ilgili kavramların doğru, somut ve kolay anlaşılır bir biçimde öğretilmesine dikkat edilmesi gerektiği için soyut bir kavramı çocuğun iyi bildiği bir kavrama benzeterek somutlaştırmada analogilerin etkili olduğunu belirtmiştir. Okul öncesinde fen öğretiminde yer alan çok sayıda soyut kavramın öğretiminde analogi kullanımının anlamlı öğrenmeyi sağladığı ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı ifade edilmiştir.

Şenpolat, Seven ve Düzgün (2005) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi derslerinde analogi kullanımının akademik başarı, kavrama ve tutum üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 7. sınıfta okuyan 60 öğrenci ile çalışılmıştır. Akan elektrik ünitesi kontrol grubuna geleneksel yöntemle, deney grubuna geleneksel yöntem ve analogi kullanılarak anlatılmıştır. Analogi kullanılarak ders anlatılan öğrencilerin kavrama ve başarıma düzeylerinin daha yüksek olduğu ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarının olumlu yönde etkilendiği gözlenmiştir.

Akkuş (2006) çalışmasında kimyasal tepkimelerin dengeye ulaşmasının öğretiminde kullanılabilecek bir analogi olan meslek seçimi analogisini tanıtmıştır. Analogi ile öğretim modeli kullanarak meslek seçimi ile bir tepkimede dengenin ne olduğu ve tepkimelerin dengeye ulaşma nedenleri arasında ilişki kurmuştur. Kararlılığı (minimum enerjili durum)-gelir düzeyinin fazlalığına, düzensizliği (entropi)-sosyal imkânların çeşitliliğine, yürütücü kuvveti-kişinin mesleği seçme nedenine, tepkimenin dengeye ulaşmasını-mesleki hayatta maddi gelirin ve diğer sosyal boyutların dengelenmesine benzetmiştir.

Karamustafaoğlu ve Kandaz (2006) tarafından yapılan çalışmada okul öncesi öğretmenlerinin fen ve doğa etkinliklerinde uyguladıkları yöntem, teknikler ve uygulamaları yürütürken yaşadıkları güçlükler incelenmiştir. Araştırmada 50 okul öncesi öğretmeni ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının yarısından azının analogi kullandıkları görülmüştür. Öğretmenlerin analogi hakkındaki bilgilerinin eksik olduğu ve fen kavramlarını öğrencilere öğretirken analogilere daha az yer verdikleri saptanmıştır.

Pabuçcu ve Geban (2006) tarafından yapılan çalışmada kavramsal değişim metinlerinin 9. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili kavramları anlamaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada kavramsal değişim metinleri ile öğrencilerin ön kavramlarının ve kavram yanlışlarının tespit edilmesi, öğrencilere kimyasal bağlarla ilgili kavramların açıklamalar, analogiler ve örnekler kullanılarak öğretilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kavramsal değişim metinleri kavram yanlışlarını düzeltebilmek için analogilerle desteklenmiştir. Araştırmaya 14-15 yaşlarında 41 öğrenci katılmıştır. Deney grubunda analogilerle desteklenmiş kavramsal değişim metinleri, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan metinde mıknatıs analogisi kullanılmıştır. “Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker. Atomlar da elektriksel olarak şarj edildiğinde mıknatısın kutupları gibi birbirini çeker. Atomlar arasındaki bu etkileşim kimyasal bağ oluşumuna neden olur ve birlikte yapıları bir arada tutarlar. Bu nedenle bağ, atomlar arasındaki elektrostatik kuvvetler anlamına gelir.” Çalışma sonucunda analogilerle desteklenen kavramsal değişim metinlerinin kavramları anlama ve kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel öğretime göre olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavramları öğrenmede kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre daha başarılı oldukları ortaya koyulmuştur.

Rothhaar, Pittendrigh ve Orvis (2006) çalışmalarında eğitimciler için genomik (gen ve fonksiyonları ile ilgili çalışma alanı) CD, internet sitesi ve laboratuvar uygulamalarını içeren 3 aşamadan oluşan analogik bir model geliştirmişlerdir. Genomik analogi modelinde modern genetiğin teknik ve bilimsel yönlerini açıklamak için kolay bir şekilde anlaşılabilir basit analogiler kullanılmıştır. Çalışmada eğitimciler için geliştirilen genomik analogi modelinin yükseköğretim öğrencileri üzerindeki etkililiğinin değerlendirilmesi ve öğrencilerin biyoteknolojiye yönelik tutumları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada 7 ayrı okulda 9. ve 10. sınıfta öğrenim gören 13-15 yaş aralığında 182 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda biyoteknoloji eğitimi için geliştirilen analogik modelin kullanımının öğrencilerin son test puanlarında pozitif bir değişime, genomik ve biyoteknoloji bilgilerinde artışa neden olduğu; buna karşın genomik ve biyoteknolojiye yönelik tutumlarında önemli bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür.

Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş (2007) tarafından yapılan çalışmada öğrenci çizimleri ve açıklamaları yaratıcı düşünme sürecinin iki bileşeni olan hayal etme ve ıraksak düşünme açısından incelenmiştir. Çalışma lise 2. sınıfta öğrenim gören 46 öğrenciden oluşan iki grupta gerçekleştirilmiştir. Birinci grupta analogilerle kimyasal tepkimelerin işlenmesinin ardından öğrencilerin yaptıkları çizimler incelenerek hayal etme yetenekleri belirlenmiştir. İkinci grupta ise gazlar konusunun yaratıcı düşünmeyi destekleyen öğretim teknikleri ile işlenmesinin ardından öğrencilerin yaptıkları açıklamalar incelenerek ıraksak düşünme yetenekleri belirlenmiştir. Gerçekleştirilen uygulama sonrasında öğrencilerin hayal etme yeteneklerinden yararlanarak zihinsel modellerini temsil eden çizimler ve ıraksak düşüncelerini ortaya koyan açıklamalar yaptıkları saptanmıştır. Çalışma sonucunda analogiler ve modellerle gerçekleştirilen öğretimin kimyasal tepkimeler konusunun anlaşılmasında ve yaratıcı düşünmeyi destekleyen öğretimin ise gazlar konusunun kavranmasında etkili olduğu saptanmıştır.

Dikmenli ve Kıray (2007) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim öğrencileri için hazırlanan on adet 4, 5 ve 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitaplarındaki analogi çeşitleri, kapsamı, bunların ne sıklıkta kullanıldığı, analogilerde kaynak açıklamasına, strateji tanımına ve sınırlılıklara yer verilip verilmediği incelenmiştir. Belirlenen analogiler analogik ilişki, sunuluş biçimi, soyutluk düzeyi, hedefe ilişkin kaynağın pozisyonu, zenginlik düzeyi, konu öncesi yönlendirme ve sınırlılıklar gibi kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Fen ve teknoloji ders kitaplarında toplam 144 analogi tespit edilmiştir. Analogilerin fonksiyonel analogi, sözel analogi, somut-soyut analogi, gömülü aktive edici tipteki analogi ve basit analogi şeklinde yapılandığı görülmüştür. Ders kitaplarında sunulan analogilerde kaynak açıklaması ve strateji tanımının yetersiz olduğu ve analogilerin sınırlılıklarının gerekli şekilde belirtilmediği saptanmıştır. Kitaplarda analogiler için analogilerin öğretimdeki rolü ile ilgili herhangi bir açıklamaya rastlanmamıştır. Ayrıca ders kitaplarında analogilere çok sık başvurulmasına karşın çoğunun analogilerle öğretim modeline uygun olmadığı görülmüştür.

Ekici, Ekici ve Aydın (2007) çalışmalarında üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 49 fen bilgisi öğretmen adayının fen bilgisi derslerinde analogilerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerini ve öğretmen adaylarının oluşturdukları analogi

örneklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının görüşleri ve verdikleri örneklerden analogilerin fen kavramlarının öğrenilmesinde etkili ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun olduğu anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının ifade ettikleri görüşlerde ilköğretim ikinci kademe çocuklarının gelişim düzeylerine uygun olacak şekilde öğrencilerin hayal güçlerinin harekete geçirilmesinde ve görselliğin ön planda tutulmasıyla öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında analogilerin etkili olduğuna sıkça rastlanmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının analogiler ile çalışmaktan hoşnut kaldıkları, tutum ve davranışlarının olumlu olduğu hem uygulama hem de görüşmeler sırasında gözlenmiştir. Öğretmen adayları görüşlerinde analogi örneklerinin kendilerine hazırlatılmasının analogi tekniğini daha iyi kavramalarını ve bilinçlenmelerini sağladığını belirtmişlerdir.

Oliva, Azcarate ve Navarrete (2007) çalışmalarında fen sınıflarında analogi kullanımında farklı öğretim modellerini incelemişlerdir. Çalışmanın örneklemi 38'i fizik ve kimyada, 35'i biyoloji ve jeolojide uzmanlık alanına sahip olmak üzere toplam 73 ortaöğretim öğretmeni ile oluşturulmuştur. Ders kitaplarında yer alan ve öğretmenler tarafından sık kullanılan analogilerden bazıları çalışmada doğru akım devresi için hidrolik devre, ışığın kırılması için sertten yumuşak bir ortama geçen tekerleğin kayma yönü, ışık dalgaları için su dalgaları, atom için minyatür güneş sistemi, kimyasal reaksiyonlarda çarpışmalar için bilardo toplarında çarpışmalar, kimyasal reaksiyonun aktivasyon enerjisi için sırıkla yüksek atlama yüksekliği, kalp için hidrolik pompa, gözün çalışma şekli için kameranın çalışma şekli, bir hücrenin organizasyonu ve işleyişi için bir fabrikanın organizasyonu ve işleyişi olarak ifade edilmiştir. Bu analogilerin seçiminde öğretmenlerin görüş ve anlayışlarının etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmada sınıfta analogilerin kullanımını karakterize eden farklı boyutlar da tartışılmıştır. Bu boyutlar arasında en önemlileri öğrencinin aktivitesi ve öğretmen kontrolünün derecesi olarak ifade edilmiştir.

Tezcan ve Seyitoğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim kimya derslerinde okutulmak üzere MEB tarafından onaylanmış 4 adet dokuzuncu sınıf, 5 adet onuncu sınıf ve 3 adet on birinci sınıf kimya ders kitabı analogik açıdan incelenmiştir. Ortaöğretim kurumlarında kullanılan kimya kitaplarının içerdiği analogilerin kitap ve konulara göre sayıca dağılımının, dağılım gösterdiği konular ve

içerdiği açıklamaların yeterliliğinin, resimsel ya da sözel olarak kullanılış biçimlerinin, kullanılan modellerin çeşit ve içerik olarak konuya uygunluğunun incelenmesi amaçlanmıştır. 12 ders kitabında 66 resimli ve 16 sözlü olmak üzere toplam 82 adet analoginin yer aldığı saptanmıştır. Analogilere içerik olarak bakıldığında ise 15 farklı analogik modelin kullanıldığı görülmüştür. Analogilerin herhangi bir açıklama verilmeden kullanıldığı, sınıf ve seviye arttıkça analogilerin sayısının azaldığı ve kitap başına düşen analogi çeşidinin yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. 9. sınıftan üst sınıflara sözlü analogiden resimli analogiye doğru bir geçiş olduğu anlaşılmıştır. Kavramanın zor olduğu kimyasal reaksiyonlarda, enerji ve denge, indirgenme-yükseltgenme gibi konularda analogi kullanımının yetersiz olduğu görülmüştür. Yazarların çoğu zaman analogileri gelişi güzel kullandıkları saptanmıştır.

Demirci-Güler ve Yağbasan (2008) tarafından yapılan çalışmada fen ve teknoloji dersinde kullanılan analogiler ve analogilerin kullanımında karşılaşılan sorunları incelenmiştir. Çalışmada ilköğretim 4, 5, 6. sınıf fen ve teknoloji; 7 ve 8. sınıf fen bilgisi kitaplarındaki analogiler sınıflandırılarak analogilerle ilgili belirlenen problemler ifade edilmiştir. Kitaplarda 89 analogi saptanmıştır. Bu analogilerin kitaplardaki sayısal değerlerinin sınıf düzeyine göre 8, 4, 6, 7, 5 şeklinde olduğu görülmüştür. Analogi kullanımına ilişkin problemler olarak analogilerin sınırlılıklarının belirtilmemesi, analogilerin bazılarının öğrencilerin bilişsel seviyelerinin üstünde bazılarının altında olması, genişletilmiş analogiler yerine basit analogilerin kullanılması olarak ifade edilmiştir. Ders kitaplarında yer alan analogilerin bir çoğunun basit, fonksiyonel, gömülü aktive edici düzeyinde ve resimsel, sözel analogiler olduğu, soyut kavramların öğretiminde somut analogilerin kullanıldığı, genel olarak konunun öncesinde kaynağa ilişkin açıklamaların verildiği buna karşın analogilerin sınırlılıklarının verilmediği saptanmıştır. Bazı analogilerin ise öğrencilerin yaşına hitap etmediği, analogilerin bazılarının anlaşılmasının oldukça güç, bazılarının ise oldukça basit düzeyde olduğu görülmüştür.

Dilber ve Düzgün (2008) tarafından yapılan çalışmada analogi ile öğretimin öğrencilerin elektrik kavramlarını öğrenmeleri, başarıları ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkileri geleneksel öğretim ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Araştırmada 15-16 yaş aralığında olan 78 lise öğrencisi yer almıştır. Bu öğrencilerin

oluşturduğu 2 sınıf deney (40) ve kontrol grubu (38) olarak atanmıştır. Çalışmada deney grubunda elektrik kavramlarının öğretimi için tren analogisi, basit elektrik devresi ve akvaryum arasında kurulan analogi, su devresi ve elektrik devresi arasında kurulan analogi, u borusu, bir nehirde suyun akışı ve ampul parlaklığı arasında kurulan analogi, su akışı ve engelli koşu arasında kurulan analogi kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi, ders anlatımı ve tartışma metotları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin elektrik kavramları ile ilgili sergiledikleri performansların kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Analogilerle gerçekleştirilen öğretimin fen kavramlarının öğretimini kolaylaştırdığı, elektrikle ilgili soyut ve kompleks kavramların anlaşılmasını geliştirdiği ve kavram yanlışlarını ortadan kaldırdığı saptanmıştır.

Rule, Baldwin ve Schell (2008) çalışmalarında hayvanların adaptasyon davranışlarını öğrenmede analogi kullanımının, analogik nesne kutularının şekil ve işlevlerinin etkilerini araştırmışlardır. Ön test-son test biçiminde tasarlanan çalışmaya 11 erkek, 10 kız olmak üzere toplam 21 öğrenci katılmıştır. Araştırmada öğrenciler öğretmenin yaptığı modellemeyi ve öğretmen rehberliğini anlamada zorlanmışlardır. Ancak sonuç olarak öğrencilerin bağımsız bir şekilde çalışabilmeleri sağlanmıştır. Aktivitelerin zorlayıcı yönü öğrencilerin akran işbirliği ile öğrenmelerine yardımcı olmuştur. Yenilik ve mizah ile öğrencileri motive etmek, dikkati yoğunlaştırmak ve kavramların soyut temsillerini sağlamak için nesnelere kullanım analogik faaliyetlerin etkili olduğunu kanıtlamıştır. Çalışmada analogi aktivitelerinin organizasyon, bağlantılar ve bellek konusunda kartlar ve grafik düzenleyicileri, öğrencileri zorlayan akran etkileşimini teşvik eden kompleks düşünme aktiviteleri, dikkat ve motivasyona odaklanan ve kavramların somut temsillerini veren nesnelere ilgili olduğu saptanmıştır. Kartların ve grafik düzenleyicilerin kullanımının öğrencilerin bilgileri organize etmelerine, bağlantı kurmalarına, hatırlamalarına yardımcı olduğu saptanmıştır. Öğrenciler analogileri tanımları için gereken kompleks düşünme aktiviteleri sayesinde yeni analoglar (kaynaklar) ve yeni analogiler oluşturmuşlardır. Ayrıca nesne kutuları ile öğrencilerin hem doğal hem de tasarlanmış dünyanın şekil ve fonksiyonlarını nasıl eşleştirdiklerini gösteren bütünleştirici bir temel aracılığıyla bilimsel içerik sunulmuştur.

Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez (2008) tarafından yapılan çalışmada geleneksel öğretim yöntemine alternatif olarak Ausubel'in anlamlı öğrenme yaklaşımına uygun hazırlanan analogilerin buharlaşma ve kaynama konularında başarı, tutum ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 9. sınıfta öğrenim görmekte olan 96 öğrenci ile çalışılmıştır. Deney grubunda dersler analogi, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak işlenmiştir. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin başarılarının daha yüksek ve kavram yanlışlarının daha az olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak geliştirilen analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını önlediği ve öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğu anlaşılmıştır.

Çalık, Ayas ve Coll (2009) tarafından yapılan çalışmada çözeltiler kimyası konusunun öğretiminde ve bu konuda kavramsal değişimin geliştirilmesinde analogi aktivitesinin etkililiği incelenmiştir. Çalışmada öğrencilerin uzun süreli hafızalarında yerleşmiş olan kavramsal düşüncede değişiklik olup olmadığı ve bu değişimin ne kadar güçlü olduğu da incelenmiştir. Her bir sınıfta 22 öğrenci olmak üzere 18'i erkek, 26'sı kız olan toplam 44 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Çalışmada yer alan dolu otobüs analogi aktivitesinin ana amacı öğrencilerin doymamış, doymuş ve aşırı doymuş çözeltiler arasında ayırım yapmalarını, çözünürlük kavramını anlamalarını, seyreltik ve derişik çözeltileri belirlemelerini, bu gibi karşılaştırmaları yaparken her çözeltiler için çözücü miktarının aynı olmasının gerektiğini unutmamalarını sağlamaktır. Çalışma sonucunda ön-son test sonuçları arasında anlamlı fark olmasına karşın son-kalıcılık testi arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Analogi aktivitesinin öğrencilerin çözeltiler kimyası konusunun öğretiminde, kavramsal değişimin gerçekleştirilmesinde ve konunun öğrencilerin uzun süreli belleklerine yerleştirilmesinde etkili olduğu saptanmıştır.

Günel, Kabataş-Memiş ve Büyükkasap (2009) tarafından yapılan çalışmada öğrenme amaçlı yazma aktiviteleri hazırlanmanın ve öğrenme amaçlı yazma çalışmaları ile iç içe işlenecek şekilde analogi oluşturmanın akademik başarı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada eğitim fakültesi 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 157 öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrenme amaçlı yazma aktiviteleri yoğunluk, kuvvet ve basit makinalar konularında gerçekleştirilmiştir. Yazma ya da analogi oluşturmanın gruplar arasında performans farkına neden olduğu saptanmıştır.



Alt akademik seviyedeki öğrencilere analogik mektup hazırlayan grubun daha başarılı olduğu anlaşılmıştır.

Şaşmaz-Ören vd. (2010) tarafından analogi ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımına uygun olacak şekilde madde ve değişim öğrenme alanı için 6. ve 7. sınıflar için rehber materyaller hazırlanmıştır. Geliştirilen rehber materyalin etkililiğinin incelenmesi için fen ve teknoloji dersinde 6. ve 7. sınıflarda uygulamalar yapılmış, analogi ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımı hakkında öğrenci görüşleri alınmıştır. Hazırlanan rehber materyal 39 öğrenciye uygulanmış ve uygulamalara ilişkin öğrenci görüşleri alınmıştır. Uygulamaların öğrencilere bilişsel ve duyuşsal açıdan katkı sağladığı anlaşılmıştır. Öğrencilerin rehber materyal uygulamalarının öğrenilen bilgiyi arttırdığını, bilginin kalıcılığını sağladığını, konuları günlük yaşamla ilişkilendirmelerine katkı sağladığını, derse merak ve ilgiyi arttırdığını, öğrenmeyi kolaylaştırdığını, farklı düşüncelerin ortaya çıkmasını ve derse karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığını ifade ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin deney ve aktiviteleri yapmaktan memnun oldukları, etkinlikleri eğlenceli buldukları ve derse katılımlarının arttığı görülmüştür.

Demirci-Güler ve Yağbasan (2010) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim fen ve teknoloji dersinin öğretilmesinde analogi kullanımının başarı, kalıcılık ve tutum üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada “Ya basınç olmasaydı” ünitesi kapsamında 7. sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Analogi kullanımının başarı ve bilgilerin kalıcılığı üzerinde olumlu etkileri olduğu, tutum üzerinde ise herhangi bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır.

Dikmenli (2010) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim biyoloji ders kitaplarında kullanılan analogilerin çeşitleri, analogilerin kullanıldığı hedef kavramlar, analogilerin nasıl yapılandırıldığı ve sunulduğu, kullanım sıklığı, kaynakla ilgili açıklamaya, strateji tanımına ve analoginin sınırlılıklarına yer verilip verilmediği incelenmiştir. Çalışmada 7 adet ortaöğretim biyoloji ders kitabı incelenmiştir. 7 biyoloji kitabında toplam 119 analogi olduğu tespit edilmiştir. Ders kitaplarında analogilerin sıklıkla kullanılmasına karşın bu analogilerin çoğunun analogilerle öğretim modeli veya odaklanma-eylem-yansıtma modeli gibi analogi temelli öğretim rehberlerine uygun olacak şekilde yapılandırılmadığı görülmüştür. Hedef kavramın içerik alanı açısından analogilerin çoğunlukla hücrenin yapı, fonksiyonu ve nükleik

asitlerle ilgili kavramların açıklanmasında kullanıldığı saptanmıştır. Biyoloji ders kitaplarında yer alan analogilerin çoğunlukla yapısal, sözel, somut-soyut, gömülü aktive edici ve basit analogiler şeklinde yapılandırıldığı ve sunulduğu görülmüştür. Yüzeysel benzerlikler temel alınarak oluşturulan basit analogiler gibi pek çok analoginin analogi temelli öğretim modellerine uygun olacak şekilde yapılandırılmadığı saptanmıştır. Kitaplardaki analogilerin çoğunda kaynak açıklamasına ve strateji tanımına yer verilmediği, analogilerin sınırlılıklarının ifade edilmediği görülmüştür.

Yılmaz (2010) çalışmasında öğretmen adaylarının Newton'un üçüncü kanununu bilimsel bağlamda nasıl algıladıklarını benzeşim örnekleri üzerinden cinsiyet ve sınıf düzeyi açısından incelemiştir. Çalışmada sınıf öğretmenliği bölümünde 1, 2 ve 3. sınıfta okuyan 244 öğrenci yer almıştır. Erkeklerin kavram yanılgılarının kızlara nazaran daha az olduğu saptanmıştır. Sınıf düzeyine göre kızların puan ortalamaları yaklaşık aynı kalırken erkeklerin puan ortalamaları ikinci sınıfta ciddi bir artış, üçüncü sınıfta ise ciddi bir düşüş göstermiştir.

Aykutlu ve Şen (2011a) yaptıkları çalışmada fizik öğretmeni adaylarının analogilere yönelik görüşleri ile elektrik akımı konusunun öğretiminde tercih edecekleri analogileri araştırmışlardır. Çalışmaya 5. sınıfta öğrenim görmeye olan 39 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının analogilerin fizik derslerinde kullanılabileceğini, başarı, kalıcılık, öğrenme, yaratıcılık ve tutum üzerinde olumlu etkilerinin olacağını düşündükleri saptanmıştır. Analogiyi iki farklı durum arasında benzerlikler kurmak olarak ifade eden öğretmen adaylarının zor ve soyut konuların öğretiminde analogi kullanımının gerekli olduğunu, gerekirse dersin her aşamasında analogilerin kullanılabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının analogilerin sadece konu anlatımında kullanılabileceğini, ölçme ve değerlendirme amaçlı kullanılamayacağını ifade ettikleri belirlenmiştir. Elektrik akımının öğretiminde borudan akan su modelini kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür. Analogi üretmede çok da başarılı olmadıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının ptansiyel fark ve üreteç kavramları ile ilgili ürettikleri analogilerin hedef ve kaynak açıklaması bağlamında yetersiz olup analogilerin sınırlılıklarının ifade edilmediği saptanmıştır.

Aykutlu ve Şen (2011b) tarafından yapılan çalışmada analogilerin elektrik akımı konusunun öğretilmesinde, tamamlayıcı değerlendirme aracı olarak kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve “Elektrik akımı” konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada 11. sınıfta fen bölümünde okuyan 146 öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrencilerin oluşturdukları analogilerin kavram yanlışlarının saptanmasında kullanılabilmesi ve analogi destekli öğretimin kavram yanlışlarının giderilmesi, kavramsal değişimi sağlama ve başarının artırılması üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Bayazit (2011) çalışmasında ortaöğretim matematik bölümünde öğrenim görmekte olan 22 öğretmen adayının matematik öğretiminde analogi kullanımının yararlarına yönelik görüşlerini ve analogi kullanımı ile ilgili yeterliliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının analogi kullanımının etkililiğine inandıkları, analogi kullanımının anlamlı öğrenmeye sağlayacağı katkı, kazanımlar konusunda pozitif düşüncelere sahip oldukları ve bu kazanımların sosyal-psikolojik ve bilişsel kazanım alanlarını da içerdiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Öğretmen adaylarının öğrencilerin motive edilmesi, derse karşı olumlu tutum ve davranış geliştirmeleri, muhtemel korku ve kaygılarından kurtulmaları ve bunların sonucu olarak da derse aktif olarak katılmaları konularında analogilerin olumlu rol oynayacağına inandıkları anlaşılmıştır. Öğretmen adaylarının analogilerin bilgiler arası ilişki kurmayı kolaylaştıracağını savundukları, hedef kavram üzerinde öğrencilerin daha rahat soyutlamalar yaparak zengin ve doğru bilgiler geliştirmelerine yardımcı olacağını düşündükleri, analogilerin matematiksel bilginin kodlanarak uzun süre bellekte tutulmasına yardımcı olduğunu ve bilginin hatırlanmasını kolaylaştıracağını ifade ettikleri saptanmıştır. Analogilerin yararları konusunda güçlü inançlara sahip olmalarına karşın öğretmen adaylarının bu araçları kullanırken bazı sıkıntılar yaşadıkları görülmüştür. Öyle ki, öğretmen adaylarının kullandıkları analogilerden birçoğunun içeriksel açıdan geçersiz olduğu, içeriksel açıdan geçerli analogiler kullandıkları durumlarda ise kaynak ile hedef kavram arasında var olan anlamsal ilişkileri izah etmede zorlandıkları saptanmıştır.

Demir, Önen ve Şahin (2011) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının analogilerin kullanımına ilişkin görüşleri ve analogileri uygulayabilme yeterlilikleri incelenmiştir. Araştırmada üçüncü sınıfta öğrenim

görmekte olan 31 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Öğretmen adayları analogilerin öğretimin çeşitli aşamalarında uygulanabileceğini, analogilerin kavram yanlışlarının giderilmesi, bilimsellikten uzaklaşmaması ve güncel yaşamla bilimin bütünleştirilmesi için kullanılması gerektiğini, alan bilgisi, emek ve dikkatin gerekli olduğunu, ve her konuda kullanılmasının uygun olmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının önemli bir bölümü görselliği, günlük yaşamla ilişki kurmayı, kalıcılığı, eğlenceli ders işlemeyi ve dikkat çekmeyi sağlama, anlatımı, öğrenme ve öğretimi kolaylaştırma nedenleri ile analogilerle ders işlemenin etkili olduğunu; kavram kargaşası ve yanlış öğrenme gibi sebeplerle dezavantajlı olduğunu; zaman açısından da hem olumlu hem de olumsuz sonuçların olabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının faydalı ve etkili bir metot olması, kalıcılığı sağlaması, görselliği, günlük yaşamla ilişki kurmayı sağlaması ve öğrenmeyi kolaylaştırması nedenleri ile meslek yaşantılarında analogileri kullanmayı düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretim ve değerlendirme süreçlerinde analogiyi kullanmayı düşünmedikleri, daha çok hikâye ve oyun türündeki analogileri kullanmayı ve biyoloji konularında analogi oluşturmayı tercih ettikleri saptanmıştır. Bazı öğretmen adaylarının analogilerin hazırlanması, uygulanması ve alan bilgisi gibi farklı konularda eksiklikleri olmasına karşın analogi hazırlamayı önemsedikleri ve analogilere yönelik düşüncelerinin olumlu olduğu anlaşılmıştır.

Ören vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada analogi ve araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınarak fen ve teknoloji dersi “Madde ve Değişim” öğrenme alanına yönelik bir rehber materyal geliştirilmiştir. Materyalde etkinlikler araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun olacak şekilde hazırlanmış ve soyut konuların somutlaştırılması için araştırma döngüsünün farklı basamaklarında analogi tekniğine yer verilmiştir. Rehber materyalde 6, 7 ve 8. sınıf seviyesindeki beş konu ve beş etkinlik yer almıştır. Rehber materyal ilköğretim 6. sınıf düzeyinde “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinin “Maddenin Hallerinin Tanecikli Yapısı” ile “Madde ve Isı” ünitesinin “Isının Yayılma Yolları” konularını, ilköğretim 7. sınıf düzeyinde “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinin “Maddeyi Oluşturan Tanecikler (atom modelleri)” ile “Elementler ve Sembolleri” konularını ve ilköğretim 8. sınıf düzeyinde “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinin “Su Arıtımı” konusunu içermektedir. Çalışma kapsamında öğrencilerin konuları

somutlaştırabilmeleri için analogi tekniği kullanılarak rehber bir materyal geliştirilmiştir.

Wichaidit, Wongyounoi, Dechsri ve Chaivisuthangkura (2011) tarafından yapılan çalışmada analogi ve model kullanımı ile ortaokul öğrencilerinin fotosentez konusunu öğrenmelerinden sonra öğrencilerde gerçekleşen kavramsal değişim incelenmiştir. Çalışma ön test-son teste dayalı olarak tasarlanmıştır. Öğrencilerin fotosentez konusundaki ön bilgilerini tespit etmek amacıyla 7. sınıfta öğrenim görmekte olan 12-13 yaşlarında 58 öğrenciye fotosentezle ilgili 24 soruluk bir anket öğretim öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Analogilerle öğretim modelinin kullanıldığı çalışmada anahtar kavramlar olarak kaynak kavram için yemek pişirme ve hedef kavram için fotosentez olayları eşleştirilmiştir. Uygulamalar neticesinde son test sonuçlarının ön test sonuçlarından daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin fotosentez için gerekli maddeler, fotosentez ürünleri ve klorofilin rolü ile ilgili alternatif kavramları pek çok açıdan düzenleyebildikleri saptanmıştır. Model ve analogi ile öğretimin öğrencilerin fotosentez konusunu ve biyolojik süreçleri anlamalarına yardımcı olduğu anlaşılmıştır.

Ayutlu ve Şen (2012) tarafından yapılan çalışmada 11. sınıf lise öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının saptanmasında üç aşamalı teşhis testi, kavram haritası ve analogilerin etkileri incelenmiştir. Çalışmaya 97 öğrenci katılmıştır. Kavram yanlışlarının saptanmasında kavram testleri ile birlikte kavram haritaları ve analogilerin de kullanılabilceği anlaşılmıştır. Öğrencilere yaptırılan kavram haritaları ve analogilerin onların bilişsel yapılarını somut olarak görme olanağı sağlaması nedeniyle kavram yanlışlarının saptanmasında kullanılabilceği ifade edilmiştir.

Azizoğlu ve Salifoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada 5 fen ve teknoloji ve 5 sosyal bilgiler öğretmeninin analogi tekniği ve analogi kullanımı konusundaki görüşleri incelenmiş; analogi tekniğine bakış açıları ve kullanım düzeylerinde farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin derslerde analogi tekniğine yer verdikleri ve öğretmenlerin analogilere yaklaşımları arasında büyük farklar olmadığı gözlenmiştir. Hem fen ve teknoloji hem de sosyal bilgiler öğretmenlerinin analogi kullanımının gerekliliğine inandıkları anlaşılmıştır. Fen ve teknoloji öğretmenlerinin analogi tekniğini daha iyi bildikleri ve derslerinde daha

fazla yer verdikleri gözlenmiştir. Sosyal bilgiler öğretmenlerinin ise dersin sözel bir ders olmasından dolayı en sık sözlü analogilere yer verdikleri ancak analogilerle öğretim modeline uygun bir kullanım sergilemedikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin tekniği daha çok gözle görülemeyen mikro ya da makro boyuttaki konuları anlatırken soyut konuları somutlaştırmak ve kalıcılık sağlamak için kullandıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Analogilerin avantajlarını kullanım kolaylığı bakımından ele aldıkları, sınıfta analogi türlerinden en çok sözlü ve oyunlaştırılmış analogileri kullandıkları, sözlü analogileri sıklıkla zamandan tasarruf, oyunlaştırılmış analogileri ise eğlenirken öğretmesi nedeni ile kullandıklarını ifade ettikleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda genel olarak öğretmenlerin analogileri bildikleri fakat uygulama konusunda eksik kaldıkları, analogileri analogilerle öğretim modeline uygun olacak şekilde kullanmadıkları, bu tür yöntemler hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve örnek vermeyi analogi yapmak ile eşdeğer tuttukları ortaya konmuştur.

Çakır ve Azizoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada altıncı sınıf öğrenme düzeyi “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesi kapsamındaki “Maddeyi Oluşturan Tanecikler” konusunun yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak analogilerle destekli öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına etkileri incelenmiştir. Konu deney grubunda analogilerle destekli öğretimle, kontrol grubunda ise fen ve teknoloji öğretmen kılavuzundaki yönergeler doğrultusunda işlenmiştir. Uygulama sonucunda deney grubunun başarısında artış olduğu saptanmıştır. Çalışmada öğrenciler “Maddeyi Oluşturan Tanecikler” konusunun analogiler kullanılarak işlenmesinin dersleri zevkli ve eğlenceli hale getirdiği; maddenin yapı taşlarının analogiler aracılığı ile anlaşılır hale geldiğini ve öğrenilmesinin kolaylaştığını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin derse olan ilgilerinin arttığı da öğretmen tarafından gözlenmiştir. Çalışmada ders esnasında öğrencilerin oluşturdukları analogilerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirmek amacıyla kullanılabileceği önerilmiştir.

Çalık ve Kaya (2012) tarafından yapılan çalışmada 4. sınıfta yedi, 5. sınıfta dört, 6. sınıfta üç ve 7-8. sınıflarda birer ders kitabındaki analogiler ile öğretim programındaki analogiler karşılaştırılmış ve gruplandırılmıştır. 16 ders kitabında toplam 170 analogi saptanmıştır. 16 ders kitabında 53 basit analoginin yanında en fazla zenginleştirilmiş analogilerin kullanıldığı görülmüştür. Kitaplardaki analogilerde

kaynak ile hedef arasındaki ilişkinin açıklanmadığı saptanmıştır. Analogilerin dağılımının rastgele yapıldığı anlaşılmıştır. Biyoloji ünitelerinde daha çok, kimya ve fizik ünitelerinde ise daha az sayıda analogi kullanıldığı görülmüştür. Genişletilmiş analogilerin gerek alt gerekse üst sınıflarda yok denecek kadar az olduğu saptanmıştır. Öğretim programında önerilen analogilerin, ders kitaplarında yer alan analogilerle genel anlamda örtüştüğü anlaşılmıştır.

Çamurcu, Kırtak-Ad ve Azizoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada 2011-2012 eğitim öğretim yılında ortaöğretim fizik öğretiminde kullanılan lise fizik ders kitaplarındaki analogiler analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda 9. sınıf fizik kitabında 11, 10. sınıf fizik kitabında 10, 11. sınıf fizik kitabında 11 ve 12. sınıf fizik kitabında 13 adet olmak üzere toplam 45 analogi saptanmıştır. Kullanılan analogilerin çoğunun sözel/görsel, sınırlılıklarının tanımlanmamış, öğretmen merkezli, somut kaynak-somut hedef kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Ayrıca “Dalgalar” ünitesinde diğer ünitelere göre daha fazla analogi kullanıldığı belirlenmiştir. Kitaplarda yer alan analogilerin genellikle paylaşılan özellik bağlamında yapısal/işlevsel, sunum şekli bağlamında sözel/görsel, soyutlama düzeyi bağlamında somut-somut, analogik zenginlik durumu bağlamında zenginleştirilmiş, yapaylık bağlamında günlük içerik, analogi teriminin kullanımı bağlamında kullanılmayan, sistematiklik bağlamında nedensel ilişkileri yüksek, sınırlılıklarını tanımlama bağlamında tanımlanmamış, öğrenci katılımı bağlamında öğretmen merkezli ve alandaki yeri bağlamında alanlar içi türdekilerin sayıca çok olduğu saptanmıştır.

Lancor (2012) çalışmasında öğrencilerin enerjiyi tanımlamak için ne tür analogiler kullandıklarını ve öğrencilerin oluşturdukları analogilerin enerji kavramını anlamalarıyla ilgili neler ifade ettiğini incelemiştir. Araştırmada biyoloji, kimya ve fizik derslerine girişte lisans öğrencilerinden ekosistemler, kimyasal reaksiyonlar, mekanik sistemler ve elektrik devreleri bağlamında enerjinin rolü ile ilgili anlamalarını yansıtan analogiler yazmaları, bu analogilerin gücünü ve sınırlamalarını değerlendirmeleri, hedef kavramla kaynağın etki alanını eşleştirmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin çeşitli bilimsel içeriklerde enerjinin rolünü açıklamak için 7 farklı kavramsal metafor ve 40 analogi kullandıkları saptanmıştır. Öğrencilerin enerjiyi akabilen, şekil değiştirebilen, taşınabilen, kaybolabilen, açıklanabilen bir madde ya da ürün, bir süreç ya da etkileşim olarak ifade ettikleri

görülmüştür. Çalışmada enerji açıklanabilen bir madde olarak ayakkabıya, engele, kâğıt parçasına; akabilen bir madde olarak hortumla bir havuzu doldurmaya; şekil değiştirebilen bir madde olarak muza; taşınabilen bir madde olarak trene; kaybolan bir madde olarak öğretmen tarafından dağıtılan bir kova şekere; madde ya da bir ürün olarak ekmek pişirmeye; bir süreç ya da etkileşim olarak basketbol oynamaya benzetilmiştir. Araştırmada metafor teorisi kullanılarak öğrencilerin oluşturduğu analogilerin incelenmesinin öğrencilerin çeşitli bilimsel bağlamlarda enerjiyi nasıl kavramsallaştırdıklarını anlamaya yardımcı olduğu anlaşılmıştır.

Mozzer ve Justi (2012) çalışmalarında öğrencilerin kendi analogilerini oluşturmalarını ve açıklamalarını teşvik etmek amacıyla oluşturulmuş bir ortamda yaratıcı bir süreç olarak öğrencilerin analogik akıl yürütme süreçlerini araştırmışlardır. Çalışmada atomlar arasındaki bağların kurulması hakkında öğrencilerin ne düşündükleri, konunun öğretiminden önce ve sonra kendilerine verilen konu hakkında çizdikleri analogiler, her bir analogik akıl yürütme sürecinde öğrencilerin performanslarını etkileyen faktörler, öğrencilerin analogik akıl yürütmelerinin analogik akıl yürütme hakkındaki farklı teorik görüşlerin elemanları ile nasıl açıklanabileceği incelenmiştir. Çalışmada özel bir okulda öğrenim görmekte olan sosyo-ekonomik düzeyi orta olan bir sınıftan seçilen 13-14 yaşlarındaki 9 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışmada öğrencilerin mevcut bilgilerinin analogi çizimleri üzerinde büyük bir etki yaptığı anlaşılmıştır. Öğrencilerin analogik akıl yürütmelerinin amaçlardan, öğretmen, sınıf tartışmaları, ders kitabı gibi formal bilgi kaynaklarından, günlük deneyimler gibi informal bilgi kaynaklarından etkilendiği saptanmıştır. Atomlar arası bağlarla ilgili olarak çoğu öğrencinin temel varlık olarak bir mıknaatı; temel etki alanı olarak da somut varlıkları seçtikleri görülmüştür. Tüm öğrencilerin fonksiyonel ilişkileri belirledikleri ve seçtikleri anlaşılmıştır. Analogilerin öğrencilerin bilişsel yapılarında mevcut olan geniş bir bilgi sistemi tarafından desteklendiği ortaya koyulmuştur. Her bir öğrencinin iki görüşmede de belirttiği analogiler arasında karşılaştırılmalar yapılmıştır. Öğrenciler tarafından eşleştirilen yapısal benzerlikler düzeyinde değişiklik gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan analogiler alt süreçlere erişim ve eşleştirmeyi kolaylaştıran etkilere kıyasla benzerlikler içeren kavramları sunmuştur. Bireyin göze çarpan bilgisine dayalı bir analogik öğrenme sürecinde öncekinden sonrakine geçiş imkânı olduğu anlaşılmış; analogilerin gerçek benzerlikler aksine sadece etki alanları (hedef ve kaynak)



arasındaki ilişkişel eşleştirmeleri içermesi nedeni ile bu geçişin öğrencilerin bilgi edinmesini teşvik edebileceği ifade edilmiştir.

Sert-Çıbık ve Yalçın (2012) çalışmalarında elektrik akımı konusunun analogilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yöntemine göre işlenmesinin fen bilgisi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarındaki değişime etkisini incelemiştirlerdir. Çalışmaya Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında 1. sınıfta öğrenim gören 40 deney, 40 kontrol olmak üzere toplam 80 öğrenci katılmıştır. Elektrik akımı konusu deney grubunda analogilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yöntemi, kontrol grubunda düz anlatım, soru-cevap yöntemi ile ders işlenmiştir. Çalışmada doğru akımda 9, ölçü araçlarında 2 ve değişken akımda 4 olmak üzere 15 basit analogi ile konu anlatılmıştır. Öğrenciler tarafından proje temelli öğrenme yöntemindeki temel aşamalara uygun olacak şekilde her kategoriyi temsilen projeler yapılmıştır. Örnek olarak doğru akım konusunda yer alan elektrik yükü, doğru akım, iletken tel, direnç, üreteç, anahtar, potansiyel farkın öğretilmesinde “su pompası” ve “nehirden akan su” analogileri ile araştırmacı tarafından geliştirilen “radyatör sistemi” ve “damacana” analogileri kullanılmıştır. Ayrıca bu kavramlarla ilgili öğrenciler “Lambalar hayata ışık saçıyor” adlı bir proje yapmıştır. Çalışma sonucunda tutum puanlarında deney grubu lehine anlamlı farklılık saptanmıştır.

Şimşek, Hırça ve Coşkun (2012) tarafından yapılan öğretmenlerin fen ve teknoloji derslerinde kullanmayı tercih ettikleri öğretim yöntem ve teknikleri ile kullanma düzeyleri incelenmiştir. Çalışmaya 76 fen ve teknoloji öğretmeni katılmıştır. Çalışmada öğretmenlerin analogi tekniğini nadiren kullandıkları, en az kullanılması gereken öğretim tekniği olarak analogi tekniğini ifade ettikleri görülmüştür. MEB hizmet içi eğitim seminerlerine katılan öğretmenlerin analogi kullanımlarında katılmayanlara nazaran anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır.

Taşkın, Şenel ve Yıldırım (2012) tarafından yapılan çalışmada analogiler kullanılarak “Nükleik Asitler ve Protein” konusunun işlendiği bir biyoloji dersi incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin analogilere aşina olmasının öğrenci başarısı ve eleştirel düşünme becerileri açısından olumlu sonuçları olduğu saptanmıştır. Ayrıca analogilerin öğrenenler açısından önemli olduğu, analogilerin

öğrenenlere açıklanmasında eğitmenin sorumlu olduğu ve analogilerin sınıf içinde etkin kullanımının gerekliliği ifade edilmiştir.

Eskandar, Bayrami, Vahedi ve Ansar (2013) çalışmalarında 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 147 kız öğrencinin kimyaya yönelik tutum ve başarıları üzerinde mantıksal düşünme yeteneği ile etkileşim içinde kullanılan öğretici analogilerin etkisini incelemişlerdir. Öğrenciler 7. sınıfta “Madde ve Maddedeki Değişimler” ve 8. sınıfta da “Atomik Yapı ve Kimyasal Bileşimi” konularını kimya derslerinde görmüşlerdir. Çalışmada yer alan tüm gruplar için Thomson Atom Modeli, Rutherford Atom Modeli, Bohr Atom Modeli, kimyasal bileşim ve iyonik bağ konuları seçilmiştir. 1. deney grubuna ders analogi ile öğretim modeli, 2. deney grubuna müfredata ek bir etkinlik olarak metne dayalı detaylandırılmış analogi ve kontrol grubuna geleneksel öğretim metodu kullanılarak işlenmiştir. Araştırmanın verileri kimya başarı testi, kimyaya yönelik tutum ölçeği ve mantıksal düşünme yeteneği testi ile toplanmıştır. Kimya başarı testi sonuçları 2. deney grubunun 1. deney grubundan, 1. deney grubunun da kontrol grubundan daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Müfredata ek olarak metne dayalı detaylandırılmış analogi uygulanan öğrencilerin somut düşünme düzeyinde bilgi testinde daha iyi performans sergiledikleri görülmüştür. Ayrıca çalışmada analogi ile öğretim modeli, müfredata ek olarak metne dayalı detaylandırılmış analogi ve geleneksel öğretim metodunun hem deney hem de kontrol gruplarında kimyaya yönelik tutumun alt ölçekleri olarak ilgi ve kendine güven boyutları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Erökten ve Kahraman-Gökharman (2013) tarafından yapılan çalışmada “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde analogi kullanımının öğrenci başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan 44 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunda kullanılan analogi yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı saptanmıştır.

Kobal, Şahin ve Kara (2013) tarafından yapılan çalışmada “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinin öğretiminde analogi kullanılarak ve analogi kullanılmadan gerçekleştirilen öğrenme süreçlerinin akademik başarı ve kalıcılık üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya 8. sınıfta öğrenim gören 93 öğrenci katılmıştır. 2 deney ve 1 kontrol grubunun yer aldığı çalışmada deney gruplarının birinde öğrencilerin ürettikleri analogilere, diğer deney grubunda hazır analogilere yer verilerek kontrol

grubunda ise analogilere yer verilmeden öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda analogiler ile desteklenen öğrenmenin akademik başarı ve hatırd tutma düzeyleri üzerinde olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Ancak öğrencilerin kendi analogilerini üretmeleri ile gerçekleştirilen öğretim ile hazır analogiler kullanılarak gerçekleştirilen öğretim arasında başarı ve kalıcılık yönünden anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Öztuna-Kaplan ve Boyacıoğlu (2013) tarafından yapılan çalışmada karikatürler aracılığıyla maddenin tanecikli yapısı ile ilgili bilgi, düşünce ve kavram yanlışlarının saptanması amaçlanmıştır. Çalışmaya 6. sınıfta öğrenim görmekte olan 14 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin çizdikleri karikatürlerde atom ve benzeri yapıların kişileştirildiği, karikatürlerin daha çok analogilerden yararlanılarak çizildiği, karşılıklı diyaloglara, analogilere ya da metaforlara yer verildiği, hayattan örneklere yer verildiği ve günlük yaşamla bağ kurulduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmada tüm maddelerin katı-sıvı-gaz olmak üzere üç halinin de olduğu ve ısı değişimi ile herhangi bir bozunma olmadan bir halden diğer hale geçişin gerçekleştiğini, moleküller arasında görülebilen boşlukların ve atomlar arasında bağlantı sağlayan sopayan benzeyen somut nesnelere olduğu şeklinde kavram yanlışları saptanmıştır.

Öztürk ve Aydın (2013) tarafından yapılan çalışmada “boşaltım sistemi, sinir sistemi, vida ve eğik düzlem, elektrik devresi, seri bağlı devre, elementlerin sembolleri, elektronların çekirdek etrafında hareketi, katman (enerji düzeyi), katmanlardaki (enerji düzeylerindeki) elektronların çekirdek etrafında hareket ettiği alan, kimyasal bağ” kavramları ile ilgili 7. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında yer alan analogilerin öğretmenler tarafından kullanılma sıklığı ve kitaptaki analogiler haricinde öğretmenlerin derslerde kavramlara özgün anlamlar/analogiler yükleyip yüklemedikleri araştırılmıştır. Araştırmada 100 fen ve teknoloji öğretmeni ile çalışılmıştır. Araştırma sonucunda en çok “vida ve eğik düzlem” kavramları ile ilgili analogi örneklerinin kullanıldığı, “katman” kavramına yönelik analogi örneklerinin ise az kullanıldığı saptanmıştır. Ayrıca ders kitabında geçen analogilerin dışında örneklemin elektrik devresi ve elementlerin sembolleri hariç diğer kavramlara ilişkin özgün anlamlar/analogiler yükledikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının yarısından fazlasının kitapta geçen analogileri yeterli buldukları anlaşılmıştır.

Akçay ve Şişe (2014) çalışmalarında aralarında ortak yapılar bulunan ışık optiği ile elektron optiği arasında zenginleştirilmiş bir analogi kurmuşlardır. Bu analogide ışık optiğini benzetilen, elektron optiğini ise benzeyen olarak ifade etmişlerdir. Analogi oluşturma işleminde ilk olarak benzeyen (hedef) ve benzetilen (kaynak) arasındaki kıyaslanabilir ve kıyaslanamaz benzerlikleri detaylı bir şekilde açıklamışlardır. Odak uzaklığı, lineer ve açısal büyütme, aberasyonlar (küresel, kromatik, eksen-dışı), asıl düzlemler ve cisim ve görüntü uzaklıkları terimleri iki alan arasında bire bir kullanılan terimlerdir. Bu çalışmada ışık ve elektron optiği arasındaki bu paralellikler kıyaslanabilir ve kıyaslanamaz olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca çalışmada zenginleştirilmiş analogilerin elektron optiği gibi karmaşık görünen soyut konuların öğretiminde faydalı olacağı ifade edilmiştir.

Azizoğlu, Çamurcu ve Kırtak-Ad (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada lise fizik ders kitaplarındaki analogiler belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda dokuzuncu sınıfta 11 tane, onuncu sınıfta 10 tane, on birinci sınıfta 11 tane ve on ikinci sınıfta 14 tane olmak üzere toplam 46 tane analogi saptanmıştır. Dört kitap içinde en çok analogiye 12. sınıf ders kitabında rastlanmıştır. Ünite bazında ise en fazla analoginin “Dalgalar” ünitesinde olduğu görülmüştür. Paylaşılan özellik bakımından yapısal/işlevsel (f=23), sunum şekli bakımından sözel/görsel (f=24), soyutlama düzeyi bakımından somut-somut (f=28), analogik zenginlik durumu bakımından zenginleştirilmiş (f=27), yapaylık bakımından günlük içerik (f=44), “analogi” teriminin kullanımı bakımından kullanılmayan (f=46), sistematiklik bakımından nedensel ilişkileri yüksek (f=43), sınırlılıkları tanımlama bakımından tanımlanmamış (f=41), öğrenci katılımı bakımından öğretmen merkezli (f=43) ve alandaki yeri bakımından alan-içi (f=27) kategorilerinde analogilerin çoğunlukta olduğu görülmüştür. Sunum şekli bakımından “görsel”, analoginin zenginlik durumu bakımından “genişletilmiş” ve “analogi” teriminin kullanımı bakımından “analogi teriminin kullanıldığı” bir analogiye rastlanmamıştır.

Çıray ve Erişti (2014) tarafından yapılan çalışmada disiplinler arası analogi tabanlı öğretimin akademik başarıları farklı seviyelerde olan ilköğretim öğrencilerinin “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesindeki öğrenmeleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya 8. sınıfta öğrenim gören 104 öğrenci katılmıştır. Deney gruplarındaki etkinliklerde analogi ile öğretim modeli uygulanarak

raştırmacıların geliştirdikleri analogiler kullanılmıştır. Kontrol gruplarında ise ise öğretmen kılavuz kitabında yer alan etkinlikler uygulanmış ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda disiplinler arası analogi tabanlı öğretimin yüksek ve düşük akademik başarıya sahip olan deney grubu öğrencilerinin öğrenmeleri ve öğrenme düzeylerinin artırılması üzerinde güçlü bir etki oluşturduğu saptanmıştır.

Şeker-Gökulu ve Geban (2014) tarafından yapılan çalışmada analogilerle desteklenmiş kavramsal değişim yaklaşımına dayalı öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin atom, molekül, iyon ve madde konusu ile ilgili kavramları anlamaları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun yanında analogilerle desteklenmiş kavramsal değişim yaklaşımına dayalı öğretimin tutum ve cinsiyet farkının kavram anlama üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmaya yedinci sınıfta öğrenim gören 70 öğrenci katılmıştır. Uygulama aşamasında dersler kontrol grubunda geleneksel yöntem, deney grubunda ise analogilerle desteklenen kavramsal değişim metinleri ile işlenmiştir. Çalışma sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin atom, molekül, iyon ve madde konularındaki başarılarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Cinsiyet değişkeni açısından ise atom, molekül, iyon ve madde kavramlarını anlama ve derse yönelik tutumları üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı saptanmıştır.

Korgancı vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde su devresi analogisinin etkisi incelenmiştir. Çalışmada iki deney, bir kontrol olmak üzere toplam 46 lise öğrencisinden oluşan üç grup yer almıştır. Deney gurubu I'de öğrencilerin zihnindeki elektrik devreleri canlandırılmış ve uygulanmış, deney grubu II'de elektrik devresi zihinsel modelleri ve su devresi analogisi uygulanmıştır. Kontrol grubu I'de ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda deney grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Deney gruplarında kullanılan elektrik devre modeli ve su analogisinin elektrikle ilgili kavramların anlaşılmasında kontrol grubunda kullanılan geleneksel öğretim yönteminden daha etkili olduğu saptanmıştır. İki deney grubu arasında da anlamlı fark olduğu, su devresi analogisinin elektrikle ilgili kavramları öğrencilere açıklamada elektrik devre modelinden daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Kavram yanılgılarının giderilmesinde de

elektrik devre modeli ile su analogisinin geleneksel öğretimden daha etkili olduğu saptanmıştır.

### **1.13.3.Eğitimde Model ve Analoji Kullanımının Önemi**

Temel elektrik devreleri (Frederiksen, White ve Gutwill, 1999), levha tektoniği (Gobert ve Clement, 1999; Gobert, 2000), Güneş sistemi (Barab vd., 2000), dolaşım sistemi (Buckley, 2000), maddenin tanecikli yapısı (Meheut, 2004), mitoz ve mayoz bölünme (Sarıkaya, Selvi ve Doğan-Bora, 2004), sindirim ve görevli yapılar, boşaltım ve görevli yapılar ve çiçekli bir bitkiyi tanıyalım (Gümüş vd., 2008), hücre bölünmesi (Güneş ve Çelikler, 2010), doğru akım teorisi (Stocklmayer, 2010) olmak üzere farklı konularda model kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin akademik başarı üzerindeki olumlu etkileri alanyazında yer alan çalışmalarda ortaya koyulmuştur.

Modellerin karmaşık konuların açıklanmasında (M´arquez, Izquierdo ve Espinet, 2006), zor olan soyut ve kompleks konuların öğrenilmesinde (Bouwma-Gearhart, Stewart ve Brown, 2009; Gümüş vd., 2008; Güneş ve Çelikler, 2010; Maia ve Justi, 2009), kazanımlara ulaşılmasında, alan bilgilerinin daha kalıcı bir şekilde yapılandırılmasında (Gobert ve Pallant, 2004), bilginin özümlemesinde (Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2006), sentez edilmesinde ve uygulanmasında etkili olduğu saptanmıştır (Schwarz ve Gwekwerere, 2007).

Modele dayalı öğretimin anlamlı öğrenmeye, konuya ilişkin bilimsel modellerin nasıl ortaya konulduğunu, gelişimi ve bilimin doğasını anlama üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (Taylor, Barker ve Jones, 2003). Modellerin bilimin amacı, bilimsel çalışmalar, bilimsel bilgi ve gerekçelendirilmesinde olumlu yönde bir değişim sağladığı belirtilmiştir (Ünal-Çoban ve Ergin, 2013). Model yaptırılarak gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretimden daha etkili olduğu (Yurdatapan ve Şahin, 2013), model tabanlı öğrenmenin konuya ilişkin kavramların ve bilimsel modellerin doğasının anlaşılması üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya konulmuştur (Adadan, 2014).

Öğretimde model kullanımının öğrencinin muhakeme etmesine (Vosniadou, Skopeliti ve Ikospentaki, 2004), aktif düşünmesine (Günbatır ve Sarı, 2005; Maia ve Justi, 2009) katkı sağladığı saptanmıştır. Model kullanımının problem çözümede yaşanan zorlukların aşılmasında etkili olduğu ortaya konulmuştur (Kuo vd., 2004). Modellerin soyut kavramların anlaşılmasını sağladığı (Günbatır ve Sarı , 2005),

kavramsal anlama (Adadan, Irving ve Trundle, 2009; Khan, 2007; Passmore ve Stewart, 2002) ve kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Adadan, Irving ve Trundle, 2009; Ergün ve Sarıkaya, 2014).

Fen öğrenme ve öğretmede kullanılan önemli yollardan biri olan modelleme sürecinde öğrencilerin karmaşık kavramları anlama şekillerinin tanımlanabileceği ve yönetilebileceği ifade edilmiştir (Acher, Arc'a ve Sanmart'i, 2007). Öyle ki, alanyazın incelendiğinde Güneş, Dünya ve Ay (Jones, Lynch ve Reesink, 1987), Dünya (Vosniadou ve Brewer, 1992), Gece-gündüz oluşumu (Vosniadou ve Brewer, 1994), yıldız (İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010), Güneş, Dünya, Ay ve Güneş-Dünya-Ay sistemi (Kurnaz ve Değermenci, 2012), Newton'un hareket yasaları (Sağlam-Arslan ve Devecioğlu, 2010), elektrik (Borges ve Gilbert, 1999), atom ve molekül (Harrison ve Treagust, 1996), kimyasal bağlar (Coll ve Taylor, 2002), atomun yapısı (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002), metalik bağlar (Coll ve Treagust, 2003), maddenin yapısı ve arasındaki kuvvetler (Eilam, 2004), kimyasal değişim (Çökelez, Dumon ve Taber, 2008), maddenin tanecikli yapısı ile ilgili tanecik kavramı (Çökelez, 2009), hal değişimi, maddedeki değişim ve çözünme sırasında maddenin tanecikli yapısı (Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu, 2013), tuz kavramı (Kurt, Ekici ve Aksu, 2013) olmak üzere farklı konularda zihinsel modellerin araştırıldığı çalışmalar görülmektedir. Zihinsel modellerin saptandığı çalışmalar, öğrencilerin konuya yönelik ön bilgilerinin, kavram yanlışlarının ve öğrenme güçlüklerinin saptanması ve saptanan bulguların öğretimin planlanmasına ışık tutması bakımından son derece önemlidir.

Model kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin derse yönelik tutum, motivasyon üzerinde olumlu etkileri olduğu (Sarıkaya, Selvi ve Doğan-Bora, 2004), derse katılımı ve ilgiyi arttırdığı (Günbatır ve Sarı, 2005), hem el hem de bellek temelli aktivitelerin öğrencilerin kendilerini rahat hissetmelerini sağladığı saptanmıştır (Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2006).

Kimyasal denge (Bilgin ve Geban, 2001), modern atom teorisi, periyodik tablo, kimyasal bağlar-kimyasal gösterim, çözeltiler, asitler, bazlar ve tuzlar (Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004), kimyasal bağlar (Pabuçcu ve Geban, 2006), buharlaşma ve kaynama (Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008), maddeyi oluşturan tanecikler (Çakır ve Azizoğlu, 2012), atomik yapı ve kimyasal bileşimi

(Eskandar vd., 2013), atom, molekül, iyon ve madde (Şeker-Gökulu ve Geban, 2014), maddenin yapısı ve özellikleri (Erökten ve Kahraman-Gökharman, 2013; Kobal, Şahin ve Kara, 2013), sindirim, sinir ve dolaşım sistemleri (Burns ve Okey, 1985), fizyoloji (Newby, Ertmer ve Stepich, 1995), enzimler (Atav vd., 2004), biyoteknoloji (Rothhaar, Pittendrigh ve Orvis, 2006), nükleik asitler ve protein (Taşkın, Şenel ve Yıldırım, 2012), normal kuvvetler, sürtünme kuvvetleri, gerilim ve Newton'un üçüncü hareket yasası ve çarpışmalarda reaksiyonlar (Clement, 1998), yoğunluk, kuvvet, basit makinalar (Günel, Kabataş-Memiş ve Büyükkasap, 2009), basınç (Demirci-Güler ve Yağbasan, 2010), akan elektrik ünitesi (Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005), elektrik akımı (Aykutlu ve Şen, 2011b) olmak üzere farklı konularda analogi kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin akademik başarı üzerindeki olumlu etkileri alanyazında yer alan çalışmalarda ortaya konulmuştur.

Analojilerin öğretim üzerinde olumlu etkileri olduğu (Çalık, Ayas ve Coll, 2009) ve fen kavramlarının öğretimini kolaylaştırdığı (Dilber ve Düzgün, 2008), öğrenme üzerinde (Atav vd., 2004; Blake, 2004; Ekici, Ekici ve Aydın, 2007), kolaylaştırıcı (Çakır ve Azizoğlu, 2012; Şaşmaz-Ören vd., 2010), hızlandırıcı (Glynn ve Takahashi, 1998), öğrenme düzeyini (Çıray ve Erişti, 2014) ve öğrenilen bilgiyi artırıcı etkileri olduğu saptanmıştır (Şaşmaz-Ören vd., 2010). Analojilerin kavrama (Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005), kavramsal anlama (Blake, 2004, Korgancı vd., 2015; Pabuçcu ve Geban, 2006, Taylor ve Coll, 2001, Wichaidit vd., 2011), kavramsal değişim (Aykutlu ve Şen, 2011b; Bryce ve MacMillan, 2005; Çalık, Ayas ve Coll, 2009; Tsai, 1999), anlama üzerinde olumlu etkileri olduğu (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007; Bryce ve MacMillan, 2005; Swain, 2000), soyut ve kompleks kavramların anlaşılmasını sağladığı saptanmıştır (Dilber ve Düzgün, 2008). Analojilerin konunun anlaşılmasının sağlanmasında (Çakır ve Azizoğlu, 2012) ve soyut kavramların anlaşılmasında yaşanan zorlukların giderilmesinde (Kesercioğlu vd., 2004) etkili olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca analogilerin fen ve teknoloji konularının günlük yaşamla ilişkilendirmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir (Şaşmaz-Ören vd., 2010).

Analojilerin öğrenilen bilgilerin uzun süreli belleğe yerleştirilmesinde (Çalık, Ayas ve Coll, 2009), hatırlanmasında (Atav vd., 2004; Glynn ve Takahashi, 1998; Kobal, Şahin ve Kara, 2013; Rule, Baldwin ve Schell, 2008) ve kalıcılığın



sağlanmasında (Demirci-Güler ve Yağbasan, 2010; Şaşmaz-Ören vd., 2010) etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Analojilerin kavram yanılgılarının saptanmasında (Aykutlu ve Şen, 2012; Öztuna-Kaplan ve Boyacıoğlu, 2013) ve giderilmesinde etkili olduğu saptanmıştır (Abak vd., 2001; Aykutlu ve Şen, 2011b; Bilgin ve Geban, 2001; Clement, 1998, Dilber ve Düzgün, 2008; Korgancı vd., 2015; Paatz vd., 2004; Pabuçcu ve Geban, 2006; Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008; Tsai, 1999).

Analojilerin eleştirel düşünme (Taşkın, Şenel ve Yıldırım, 2012), mantıklı bir şekilde akıl yürütme ve problem çözme (Clement, 1998), bilgilerin organize edilmesi ve bilgiler arasında bağlantı kurulmasında (Rule, Baldwin ve Schell, 2008) etkili olduğu ortaya konulmuştur. Analojilerin bilişsel süreç becerileri, bilimsel ve kavramsal anlama, problem çözme için sosyal bağlamların geliştirilmesi, bilimsel bilginin bireysel ve kolektif bir şekilde oluşturulmasında önemli rolü olduğu ifade edilmiştir (Yerrick vd., 2003).

Öğretimde analogi kullanımının öğrencilerin derse katılımını (Şaşmaz-Ören vd., 2010) ve öğrenci performansını arttırmada etkili olduğu ortaya konulmuştur (Çetingül ve Geban, 2005; Rule ve Furletti, 2004). Analogi kullanılarak gerçekleştirilen etkinliklerin eğlenceli olarak nitelendirildiği (Şaşmaz-Ören vd., 2010), analogi kullanımının zevkli ve eğlenceli ders işlemeyi sağladığı (Çakır ve Azizoglu, 2012; Newby, Ertmer ve Stepich, 1995; Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004), memnuniyeti arttırdığı saptanmıştır (Şaşmaz-Ören vd., 2010).

Öğretimde analogi kullanımının derse yönelik tutum (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007; Sert-Çıbık ve Yalçın, 2012; Şaşmaz-Ören vd., 2010; Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008; Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005) ve görüşler üzerinde olumlu etkileri olduğu (Kaptan ve Arslan, 2002), merak uyandırmada (Şaşmaz-Ören vd., 2010) ve ilgi çekmede etkili olduğu saptanmıştır (Bryce ve MacMillan, 2005; Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004; Şaşmaz-Ören vd., 2010). Analogi kullanımının kavram öğrenmede, anlamada, görselleştirmede, hatırlamada faydalı ve eğlenceli olduğuna dair pozitif algılar ortaya konulmuştur (Orgill ve Bodner, 2004).

#### 1.13.4. Elektrik Konusunda Kavram Yanılgılarının Saptandığı Çalışmalar

Osborne (1981) çalışmalarında İngiltere, Yeni Zelanda ve Avustralya'dan 16 öğrenci ile bir pile bir lambanın bağlanmasını içeren elektrik devresi örnekleri ile ilgili görüşmeler yapmıştır. Çalışmada 3 ülkeden 16 öğrencinin elektrik devreleri ile ilgili olarak 4 model ifade ettikleri ortaya konulmuştur. (1) Eşit akım modeline göre ampule giren ve ampulden çıkan akım değerleri aynıdır. (2) Tüklenen/zayıflayan akım modeline göre akım devredeki hareketi sırasında lambada ışık üretimi için kullanılmaktadır. (3) Çarpışan akım modeline göre lamba pilin her iki kutbundan çıkan akımın karşılaşarak çarpışması sonucunda yanmaktadır. (4) Kaybolan akım modeline göre akımın pile geri dönüşü için bir tel olmasına karşın pilden gelen akım lambada ışık üretiminde kullanılmaktadır. Görüşmeler sırasında 1 öğrencinin çarpışan akım modelinden zayıflayan akım modeline geçtiği, 1 öğrencinin ise kaybolan akım modelinden zayıflayan akım modeline geçtiği saptanmıştır (Butts, 1985).

Osborne (1983) çalışmasında yaşları 8-10 olan 40 Yeni Zelandalı öğrenciye pili lambaya nasıl bağlayacakları ve parlak olmasını sağlamak için ne yapacaklarını sormuştur. Sadece 6 öğrenci lambanın parlak yanmasını sağlayabilmiştir. Öğrencilerin pek çoğunun pil ile lambayı birbirine bağlamada iki kablonun kullanılması gerektiğini anlamada güçlük yaşadığı görülmüştür. Çoğu öğrencinin kablolarla pile geri dönen elektrikte ilk duruma göre azalma olduğunu ifade ettikleri saptanmıştır. 4 öğrencide elektriğin pilden lambaya tek kablo aracılığı ile aktığı tek kutuplu modelin hakim olduğu görülmüştür. 11 öğrencide pilden gelen iki kablo ile elektriğin lamba içinde çarpışması sonucunda lambanın ışık verdiğini savunan çarpışan akımlar modeli olduğu saptanmıştır.

Asami, King ve Monk (2000) çalışmada öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili zihinsel modellerini incelemişlerdir. 32 deney, 31 kontrol grubunda olmak üzere 10-11 yaşlarında toplam 63 öğrenci ile çalışmışlardır. Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin bilimsel olmadığı görülmüştür. Bu modeller çalışmada tek kutuplu model, çarpışan akım modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli ve bilimsel model olarak ifade edilmiştir. Ayrıca öğrencilerde zayıflayan akım modeli, çarpışan akımlar modeli-açık döngü, çarpışan akımlar modeli-kapalı döngü, akımın sürekliliği modeli olmak üzere çeşitli zihinsel modeller olduğu

görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerde “Pilden ayrılan pozitif güç lambada negatif güce dönüştürüldükten sonra tekrar pile döner. Pil ve lambayı birbirine bağlamak için 2 kablo gerekir. Bu kablolardan birine yeterli elektrik gelmediği için ya da güvenlik nedeni ile ikinci kabloya ihtiyaç duyulur. Lamba elektriğin bir kısmını kullandığı için elektrik pile azalarak döner. Tek bir kalın tel ya da pilin pozitif kutbuna bağlı 2. kablo ile yapılacak tek bir bağlantı lambanın yanması için yeterli olur.” şeklinde farklı kavram yanlışları saptanmıştır. Bu durumdan hareketle öğrencilerin zihinsel modellerinin yetersiz olduğunu fark etmelerini sağlayıcı yönde bir öğretim yapılmasının faydalı olacağı ifade edilmiştir. Farklı zihinsel modellerin yetersizliği hakkında duyuşal geri bildirim vermek için hands-on aktiviteler, grup çalışmaları ya da öğretmen gösterimlerinin önemli ve gerekli olduğu vurgulanmıştır.

Caillot ve Xuan (1993) çalışmalarında yetişkinlerin elektrik konusundaki kavram yanlışlarını incelemişlerdir. 23 kişi ile görüşmeler yapmışlardır. Çalışma sonucunda yetişkinlerin kendi deneyimlerini temel alan modeller oluşturdukları saptanmıştır. Elektrik sıklıkla bir yerden başka bir yere transfer edilen bir madde ya da sıvı, depolanan, saklanan ve akan bir materyal olarak ifade edilmiştir. Katılımcıların topraklama hakkındaki görüşleri elektrik akımının büyük bir kısmının toprağın, yerin içinde asimile olduğunu ve sonrada kaybolduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada toprak aşırı yüklenme ve boşalma olduğunda elektriğin, elektrik yüklerinin veya akımın gittiği ve kaybolduğu bir yer olarak ifade edilmiştir. Elektrik çevre, malzemeler veya nesnelerin karakteristik fiziksel bir durumu olarak ifade edilirken insan vücudu elektriğin sınırlı bir kısmını depo eden bir kaynak, rezerv olarak belirtilmiştir. Başka bir modelde de elektrik bir sürecin sonucu olarak görülürken diğer bir modelde ise statik elektriğin hareket neticesinde üretildiği ifade edilmiştir.

Fleer (1994) çalışmasında 5-7 yaşındaki çocukların elektrikle ilgili anlamalarını öğretimden önce, öğretim sırasında ve sonrasında incelemiştir. 24 çocuktan 15’i ile görüşme yapılmıştır. 3 öğrencinin basit elektrik devresindeki bağlantıları tek kablo, 3 öğrencinin ise çok sayıda kablo kullanarak yaptıkları ve 1 öğrencinin bağlantıyı hiç yapamadığı saptanmıştır.

Chambers ve Andre (1997) tarafından yapılan çalışmada 206 erkek ve kız kolej öğrencisinden kendilerine verilen devrelerden çalışacak ve çalışmayacak

olanları gerekçeleri ile ifade etmeleri istenmiştir. Bazı öğrencilerin devrenin çalışması için pil ve lamba arasında tek bir kablo ile oluşturulacak bağlantının yeterli olduğuna inandıkları saptanmıştır. Tek kutuplu model olarak adlandırılan bu modelde pilden çıkan elektrik tek kablo ile lambaya giderken pile geri dönmemektedir.

Duit ve Rhöneck (1997) çalışmalarında öğrencilerde devreye direnç eklendiği zaman akımdaki değişimle ilgili olarak direnç devrenin sonuna eklenirse devrenin akımının değişmeyeceği, direnç azalınca akımın da azalacağı şeklinde ifade edilen kavram yanlışları olduğunu ortaya koymuşlardır.

Cheng ve Kwen (1998) tarafından yapılan çalışmada 9-10 yaşındaki 37 öğrenciye bir anket uygulanmış, 14 öğrenci ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Öğrenciler elektrik iletkenini elektrik akımının içinde aktığı şey ve metal bir tel olarak ifade etmişlerdir. Elektriksel yalıtkanı ise elektrik için kötü bir iletken, lastik veya plastik olarak belirtmişlerdir. Suyun iletken/yalıtkan olma durumu ile ilgili suyun iyi bir iletken olduğunu ve elektriğin geçmesine izin verdiğini ifade etmişlerdir. Pille ilgili olarak pilde akım olmadığını, pilin herhangi bir şeyle temas halinde olmadığını, pilin ışık verebileceğini, metalden yapıldığını, radyo ve fener çalıştırabileceğini belirtmişlerdir. Kapalı bir elektrik devresinde elektrik akımının izlediği yolun pilden ampule doğru iki kablo ile oluşturulduğunu ve pilin devreye akım sağladığını ifade etmişlerdir. Bir elektrik devresine pil eklendiğinde ampulün yanma süresinde artış olup olmayacağı ile ilgili olarak bazı öğrenciler yanma süresinde değişiklik olmayacağını, pilin enerji vermeye devam edeceğini ve elektriğin kullanılacağını, bazı öğrenciler ise pilin akımının zayıflayacağını belirtmişlerdir. Pilin devreye sağladığı akımın değişiklik gösterip göstermeyeceği ile ilgili olarak her durumda pilin aynı değerde akım sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Borges ve Gilbert (1999) çalışmalarında farklı yaş gruplarından katılımcıların elektriğin doğası ile ilgili sahip oldukları zihinsel modelleri araştırmışlardır. Çalışma için 15 yaş ortaokul (9 kişi), 17-18 yaş ortaokul (9 kişi), 17-18 yaş 3. sınıf teknik okul öğrencileri (10 kişi), ortaokul fizik öğretmenleri (11 kişi), elektrik mühendisleri (7 kişi) ve günlük aktivitelerinin bir parçası olarak elektrikle uğraşan ve elektrik ile ilgili alanlarda kısmen eğitilmiş uygulayıcıların (10 kişi) yer aldığı 56 kişiden oluşan bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan yarı yapılandırılmış

görüşmelerde tahmin-gözlem-açıklama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada 4 model rapor edilmiştir. Akan elektrik modelinde pilden devrede yer alan elemanlara doğru elektriğin aktığı ifade edilmiştir. Bu da elektrik, enerji veya voltaj olarak belirtilmiştir. Bu modele sahip bireyler pilin devreye zaman içinde biten bir madde sağladığını düşünmektedir. Çarpışan akımlar modelinde güç kaynağının iki kutbundan çıkan elektriğin lambada çarpışması sonucunda lambanın yandığı düşüncesi hâkimdir. Elektriksel alan olgusu modeli ise önceki modellerin tümünü kapsamaktadır. Çalışma kapsamında 6 kişide akan elektrik modeli, 8 kişide çarpışan akımlar modeli, 22 kişide hareketli yükler modeli, 15 kişide elektriksel alan modeli ve 5 kişide karma model saptanmıştır.

Carlton (1999) tarafından yapılan çalışmada çekim alanında parçacıkların davranışları ve elektriksel alanda elektronların davranışları arasında elektriksel potansiyel ve elektrik devrelerine yönelik zihinsel modellerin gelişimini teşvik etmek için analogi ve benzerlikler oluşturulmuştur. Direnç, içinden geçen yükten enerjinin bir kısmını alan bir aygıt olarak modellenmiş, elektrik akımı ise yükün çıkış oranı olarak tanımlanmıştır. Direncin uçları arasındaki potansiyel fark ise her bir yükün sahip olduğu enerjinin ölçümü olarak ifade edilmiştir.

Kanim (2001) çalışmasında fizik eğitiminde öğrencilerde yaygın olarak görülen iki inancı akımın direnç elemanları tarafından kullanılması ve pilin sabit akım kaynağı olarak kabul edilmesi şeklinde ifade etmiştir.

Pardhan ve Bano (2001) 12-16 yaşında ortaokul öğrencileri ile 3 farklı okuldan 6 fen öğretmeni ile çalışmışlardır. Öğrenciler kabloyu atomlardan yapılmış katı bir materyal olarak tanımlamış ve bağlantı kablolarının rolünü içi boş borularla temsil ederek açıklamışlardır. Pilin elektron deposu olduğunu ve içi boş olan hortumlar olarak bağlantı kabloları ile devreye bağlandığını ifade etmişlerdir. Bazıları elektrik akımının pilin pozitif kutbundan negatif kutbuna doğru, bazıları da pilin her iki kutbundan lambaya doğru aktığını belirtmişlerdir. Akımın içinden geçtiği lamba tarafından kullanılarak tamamen tüketildiğini, lambanın akımın sadece bir kısmını kullandığını, lambanın üzerinden geçen akımı hiç kullanmadığını ifade etmişlerdir. Seri bağlı devrelerde akımın lamba sayısına göre eşit olarak paylaştırıldığını, akım devrede hareket ederken her bir lamba kendi payına düşen akımı aldıktan sonra kalan elektrik akımının diğer lambalara geçtiğini ve

lambalardan geçen akımın eşit olmadığını ifade ettikleri saptanmıştır. Bazılarının ise devrede bağlantı kablolarının oluşturduğu tek bir yol olması nedeni ile her lambadan aynı miktarda akım geçeceğini düşündükleri anlaşılmıştır. Pilin pozitif kutbuna yakın olan lambanın daha parlak yanacağını, negatif kutba yakın olan lambadan geçen akım değerinin daha az olacağını belirttikleri görülmüştür. Devreye seri olarak daha çok lamba eklendiğinde daha çok lambanın daha çok akıma ihtiyaç duyacağı gerekçesi ile devreden daha çok elektrik akımı geçeceğini düşündükleri saptanmıştır.

Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz (2001) çalışmalarında lise birinci sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarını araştırmış ve tespit edilen kavram yanlışları ile cinsiyet ya da tecrübe arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını incelemiştir. Çalışmada 76 öğrenci yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde tek kutuplu model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, bölgesel düşünme, kısa devre önyargısı, deneysel kural, öğrencilerin pili sabit bir voltaj kaynağı yerine sabit akım kaynağı olarak düşündükleri model, direnç ve eşdeğer direnç, potansiyel ve potansiyel fark yanlışları, sıralı ya da ardışık akıl yürütme modeli olmak üzere çeşitli kavram yanlışları saptanmıştır. Bu yanlışlar içinde tek kutuplu model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, bölgesel düşünme, kısa devre önyargısı yanlışları yoğun bir şekilde katılımcıların yarısı ve yarısından fazlasında tespit edilmiştir. Ayrıca cinsiyet açısından kavram yanlışları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Clement ve Steinberg (2002) çalışmalarında öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi için zihinsel modellerin gelişiminde anahtar rolü olan analogileri kullanmışlardır. Çalışmaya 16 yaşındaki 1 öğrenci katılmıştır. Öğrenci lamba ve pil arasındaki kabloları herhangi bir şeyin hareket ettiği yollara benzetmiştir. Devredeki akımın hareketinin sadece pilden kaynaklandığını, devredeki kablolarda akımın içe ve dışa aktığını ifade etmiştir.

Gemici, Küçüközer, Mergen-Kocakulah (2002) tarafından yapılan çalışmada fizik öğretmen adaylarının genel fizik konularına ve temel işlem becerilerine ilişkin bilgi düzeylerini saptamak amaçlanmıştır. Bu amaçla fizik öğretmenliği programında öğrenim gören 24 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin dörtte birinin bataryaların akım kaynağı olmadığını düşündükleri, yaklaşık dörtte

beşinin akımın lambalar tarafından harcandığı şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları saptanmıştır.

Sencar ve Eryılmaz (2002) tarafından yapılan çalışmada dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanlışları incelenmiştir. Çalışmaya 1678 dokuzuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda güç çeken model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan 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 olmak üzere alanyazında da yer alan kavram yanlışları tüm öğrencilerde görülmüştür. Teoriye dayalı sorularda kızlar ve erkekler arasında anlamlı bir farklılık yokken, deneyim gerektiren sorularda kızların kavram yanlışlarının erkeklerden daha fazla olduğu görülmüştür. Paylaşılan akım modeli yanlışlığı hem teorik hem de pratik sorularda kız ve erkek öğrencilerin yarısından fazlasında saptanmıştır.

Gibbons, McMahon ve Wieggers (2003) 24 öğretmenle gerçekleştirdikleri çalışmalarında elektrik akımı konusunda günlük yaşamla ilişki kurarak görülebilir örnekler sunmuşlardır. Bu örneklerde kapalı devre tek yönde hareket eden insanların oluşturduğu dairesel insan zincirine ve tek yönde hareket eden arabalarla dolu yarış pistine benzetilmiştir. Akım birim zamanda geçen insanlara ve birim zamanda geçen arabalara benzetilmiştir. Enerji kaynağı simit dağıtan kişiye ve yakıt enjekte eden makineye benzetilmiştir. Devrelerle ilgili gözlemlerde devreyi açıklayamayan, tanımlayamayan modeller olduğu, tüm devreler için lambanın devredeki pozisyonunun aynı olduğu, bazı devrelerde lambanın parlak yanmasının gerçekleştirilemediği görülmüştür. Bu yanlışlara karşın basit elektrik devresine 2 pil seri olarak bağlandığında lambanın parlaklığının artacağı ifade edilmiştir.

Küçüközer (2003) tarafından yapılan çalışmada lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili olarak kavram yanlışlarını saptamak ve öğrencilerde kavramsal gelişimi sağlamak için aktiviteler önerilmiştir. Çalışmaya lise 1’de okuyan 108 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin akımın devre elemanları tarafından harcandığını, akımın devre elemanları tarafından eşit bir şekilde paylaşıldığını, pilin sabit akım kaynağı olduğunu belirttikleri saptanmıştır. Pile yakın olan lambaların uzak olan lambalardan, seri bağlı lambaların paralel bağlı

lambalardan daha parlak yandığını düşündükleri anlaşılmıştır. Devrede yapılan değişiklikten sadece değişikliğin yapıldığı yerden sonra gelen elemanların etkilendiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Akım, gerilim ve enerji kavramlarını aynı kavramlar olarak gördükleri, pilin + ve – kutuplarından gelen ve lambada çarpışan akımın lambanın ışık vermesini sağladığını düşündükleri anlaşılmıştır.

Engelhardt ve Beichner (2004) tarafından yapılan çalışmaya 251 lise, 441 üniversiteden olmak üzere 692 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler pilin sabit akım kaynağı olduğunu ve her zaman aynı akımı sağladığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin elektrik devresinin kapalı bir döngüde olması gerektiğini ifade edemediklerini ve kapalı bir devre sistemi kuramadıkları görülmüştür. Öğrencilerde devrede yer alan lambanın iki ucunun da bağlı olmasına yönelik kavram yanlışları olduğu anlaşılmıştır. Öğrenciler devrede yapılan değişiklikten sadece değişiklik yapılan kısımdan öncesinin etkilendiğini, tüm devrenin yapılan değişiklikten etkilenmeyeceğini; tükenen/harcanan akım modeli temelinde akımın devre elemanlarından geçip pile azalarak döneceğini ifade etmiştir. Pili sabit akım kaynağı olarak kabul eden öğrenciler pil ile yapılacak tek bir bağlantının lambayı yakmak için yeterli olacağını belirtmişlerdir.

Sencar ve Eryılmaz (2004) dokuzuncu sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının farklı alt kategorileri üzerinde cinsiyetin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 1678 dokuzuncu sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde güç çeken model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, deneysel kural, güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması, bölgesel düşünce, ardışık/sıralı düşünme, kısa devre ön yargısı, paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı olmak üzere kavram yanlışları saptanmıştır. Bu yanlışlar cinsiyete göre analiz edildiğinde güç çeken model ve güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması yanlışlarının kızlarda, paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç önyargısı yanlışlarının erkeklerde daha yoğun olduğu görülmüştür. Çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, deneysel kural ve bölgesel düşünce, ardışık/sıralı düşünce, kısa devre ön yargısı yanlışlarında ise kız ve erkekler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.



Ateş ve Polat (2005) çalışmalarında elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi üzerinde öğrenme evleri metodunun etkilerini incelemiştir. Çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıfta okuyan öğrencilerin elektrik devreleri konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını ve kavramları anlama sürecinde yaşadıkları zorlukları da araştırmışlardır. Çalışmaya 38 deney, 38 kontrol olmak üzere 76 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin sabit akım kaynağı modeli, bölgesel düşünme, paylaşılan akım modeli olarak adlandırılan kavram yanlışlarına sahip oldukları ve devre elemanlarının iki uçluluğu, kısa devre, bir elektrik devre şemasının gerçek şeklini belirleme olmak üzere kavramları anlama düzeyinde güçlükler yaşadıkları saptanmıştır.

Küçüközer ve Demirci (2005) tarafından yapılan çalışmada fizik öğretmenlerinin elektrik devresi ile ilgili kavram yanlışları araştırılmıştır. Çalışmaya 25 öğretmen katılmıştır. Çalışma sonucunda akımın devre elemanları tarafından tüketildiğinin düşünüldüğü, pilin sabit akım kaynağı olarak görüldüğü, ampermetre ve voltmetrenin devrede yanlış kullanıldığı saptanmıştır.

Çepni ve Keleş (2006) tarafından yapılan çalışmada 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreyi öğrencilerin anlama düzeyleri araştırılmıştır. Çalışmaya 11-22 yaş aralığında olmak üzere 5 farklı gruptan her bir gruptan 50 kişi olmak üzere toplam 250 öğrenci katılmıştır. İlköğretim (4 ve 5. sınıf), ortaöğretim (9. sınıf) ve üniversite (1 ve 4. sınıf) öğrencilerinin yaptıkları çizimler ve açıklamalar analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin elektrik devreleri ile ilgili pek çok kavram yanlışlığı olduğu saptanmıştır. 5. sınıftaki öğrencilerin çoğunlukla tek kutuplu modeli savundukları, lambaları pile tek bir kablo ile bağladıkları saptanmıştır. 7. sınıf öğrencilerinin pilin + kutbundan – kutbuna gelen akımın azalacağını; + kutupta akımın fazla, - kutupta ise akımın az olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. 9. sınıf öğrencilerinin yarısının azalan akım modelini savundukları görülmüştür. 9. sınıf ve üniversite 1 ve 4. sınıf öğrencilerinin lambayı direnç olarak ifade ettikleri, lambanın enerjinin bir kısmını ve devredeki gücü kullandığını belirttikleri saptanmıştır. Üniversite 1 ve 4. sınıf öğrencilerinin seri devrelerde akımın azaldığını, akımın bir kısmının ilk ampul tarafından engellediğini ifade ettikleri görülmüştür.

Çıldır ve Şen (2006) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencilerinin “Elektrik akımı” konusundaki kavram yanlışları kavram haritalarıyla tespit

edilmeye çalışılmıştır. Çalışma lise 2. sınıfta öğrenim görmekte olan 244 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin elektrik akımı konusunda akım, direnç, potansiyel fark, elektrik, üreteç/emk kaynağı ve elektrik enerjisi kavramları ile ilgili kavram yanılgılarının olduğu saptanmıştır. Akımla ilgili, üreteç/emk kaynağında depo edildiği, (-) yüke ters yönde hareket ettiği, elektrik tarafından oluşturulduğu, elektriği bir noktadan başka bir noktaya getirdiği, elektrik alan oluşturduğu, akım değiştirilerek devrenin potansiyelinin değiştirilebileceği, akımın potansiyel farkın değişimi sonucunda oluştuğunu düşündükleri anlaşılmıştır. Dirençle ilgili olarak, akımın dirence üreteç/emk kaynağından geçtiğini, gücünü üreteç/emk' dan aldığını, direncin üzerinden geçen akımı azaltarak elektrik enerjisini de azaltacağını, akımın dirençlerde harcandığını, direncin değerinin üzerinden geçen akım değerine göre değiştiğini, direncin akıma ters yönde uygulanan bir kuvvet olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Potansiyel farkın direnç değerlerinin değişimiyle değişeceğini belirttikleri saptanmıştır. Elektriğin üreteç/emk kaynağında üretildiğini ve kaynağın içinde olduğunu, (+) kutuptan devreye verildiğini, elektrik enerjisini oluşturduğunu, elektrik enerjisi olarak devrede bulunduğunu, elektronlara sahip olduğunu ve elektronların hareketi ile iletildiğini ifade ettikleri görülmüştür. Üreteç/emk kaynağını elektrik enerjisi deposu olarak düşündükleri saptanmıştır. Elektrik enerjisinin elektrik devresinden geçtiğini, lamba tarafından kullanıldığında akımın azalacağını düşündükleri anlaşılmıştır.

Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş (2006) tarafından yapılan çalışmada kavramların daha iyi anlaşılması ve kalıcılığının sağlanması için interaktif bir elektrik analogisi kullanılmıştır. Analogide kaynak kavram ile hedef kavram arasında aşağıda verilen analogik ilişki kurulmuştur.

- Ekmek fırını (ekmek üretilen yer): Pil ya da güç kaynağı (enerji üreten yer)
- Süper market (ekmeklerin satıldığı yer): Lamba ya da direnç (enerjinin tüketildiği yer)
- Kamyonlar (Ekmekleri taşıyan araç): Elektronlar (Enerji taşıyan tanecikler)
- Yollar (kamyonların bulunduğu ve hareket ettiği yerler): Elektrik kabloları (Elektronların bulunduğu ve hareket ettiği yerler)
- Trafik denetçisi (yollardan birim zamanda geçen kamyonları sayar): Ampermetre (Kablolardan birim zamanda geçen elektrik sayısını ölçer)

Çalışma sonucunda öğrencilerin bir pil ya da güç kaynağının devreye her zaman sabit değerinde elektrik akımı sağladığını düşündükleri saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerde alanyazında da yer alan zayıflayan akım modeli, çarpışan akımlar modeli, bölgesel akıl yürütme modeli, akımın tüketilmesi modeli ve sabit akım kaynağı olarak kabul edilen güç kaynağı modeli kavram yanlışlarının mevcut olduğu anlaşılmıştır (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006).

Yeşilyurt (2006) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim birinci kademedeki 4. ve 5. sınıf, ikinci kademedeki 6, 7 ve 8. sınıf, ortaöğretim lise 1. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin elektrik kavramı ile ilgili görüşleri ve öğrenme güçlükleri araştırılmıştır. Çalışmada 271 öğrenci ile yapılan mülakatlarla kavram yanlışları araştırılmıştır. 36 kişilik bir sınıfta 6. sınıf öğrencilerinden 12 kişinin lambayı pil devresine doğru şekilde bağlayamadıkları, iletken telleri ya aynı kutba bağladıkları ya da iki teli de lambanın aynı noktasına bağladıkları görülmüştür. Ayrıca bu öğrencilerin devreyi elektrik devresi yerine pil devresi olarak kabul ettikleri, bu nedenle de pil devresinde elektrik akımı oluşmayacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Bu düşüncenin nedeni olarak pil enerjisinin tükeneceğini ancak elektrik enerjisinin daimi olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerde (+) ve (-) kutupların her ikisinden de çıkan akımın lambaya doğru geldiğini gösterdikleri ve öğrencilerde “*Lambanın yanması için her iki telden akım gelerek lambada çakışır ve lambayı yakar.*” kavram yanlışlarının mevcut olduğu anlaşılmıştır. 8. sınıfta akımın oluşması ve yönü doğru ifade edilememekle birlikte akımın güç kaynağından çıkarak lambayı yaktığı ile sınırlı kaldığı görülmüştür. Voltaj güç kaynağının içindeki enerji, lambadan çıkan ışık olarak ifade edilmiştir. Bu durumdan potansiyel farkın anlaşılmadığı saptanmıştır. Lise öğrencilerinin akımın yönünü tayin edemedikleri, iki nokta arasındaki potansiyel farkı hesaplayamadıkları, seri ve paralel bağlanan dirençlerin eşdeğer direncini yanlış tayin ettikleri, ana kol akımını yanlış hesapladıkları, akımı kollara yanlış paylaştırdıkları tespit edilmiştir. Seri ve paralel bağlı dirençlerin hesaplanmasında yapılan yanlışın nedeninin seri bağlantının eşdeğer direnç hesaplanmasında paralel bağlantının eşdeğer hesaplama formülünün, paralel bağlantının eşdeğer direnç hesaplanmasında seri bağlantının eşdeğer hesaplama formülünün kullanılmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Küçüközer ve Kocakulah (2007) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin elektrik devreleri hakkındaki kavram yanlışları araştırılmıştır. Çalışmaya 9. sınıfta öğrenim gören 76 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda tespit edilen önemli kavram yanlışlarından biri “anahtar kapalı ise ampul ışık vermez” yanlışsıdır. Günlük yaşam dilinde ışığı kapatmak için anahtarı kapat, ışığı açmak için anahtarı aç ifadelerinin kullanımı nedeni ile 22 öğrenci anahtar kapalı iken elektriğin herhangi bir yere hareket etmeyeceğini, anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceğini ve anahtarı ışığı açmak için kullandıklarını belirtmişlerdir. Daha önceki öğrenmelerinde öğretmenlerinin paralel bağlı lambaların her durumda seri bağlı lambalardan daha parlak yanacağını söylemesi nedeni ile paralel bağlı lambaların seri bağlı lambalardan daha çok ışık vereceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bazı öğrencilerin ise seri bağlı lambaların daima daha fazla ışık vereceğine inandıkları saptanmıştır. Öğrencilerin pili devrenin bağlanma şeklinden bağımsız olarak sabit bir akım kaynağı olarak gördükleri, aynı pil kullanılan devrelerde akımın da aynı olduğunu, bağlantı şeklinden bağımsız olarak pil sayısı arttıkça lamba parlaklığının artacağını düşündükleri saptanmıştır. Akımın lambadan geçtiğini, lambanın yandığını ve bunun sonucunda lambadan geçen akımın azaldığını ifade ettikleri, akımın devre elemanları tarafından tüketildiğini düşündükleri; potansiyel fark, akım, enerji kavramlarını aynı anlamda kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda devredeki lambanın önünde yapılan bir değişikliğin parlaklığı etkilediği buna karşın arkasında yapılan bir değişikliğin parlaklığı etkilemediğini düşündükleri anlaşılmıştır.

İpek ve Çalık (2008) çalışmalarında 3-4 kişilik gruplar halinde çalıştıkları öğrencilerin bazılarının lambanın yanması için lamba ve pil arasında tek kablonun yeterli olacağını, bazılarının pozitif akımın pilin pozitif kutbundan negatif akımın da pilin negatif kutbundan çıktığını ve karşılaşarak lambada enerji ürettiklerini düşündükleri saptanmıştır. Öğrencilerin bir bölümünün devre elemanlarının iki bağlantıya sahip olduklarını, bir kısmının her bir devre elemanının akımı kullandığını, kullanılan akımın azaldığını ve zayıflayarak devrede hareket ettiğini ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin bir bölümünün akımın devrede tek yönde ilerlediğini ve devre elemanlarının akımı eşit bir şekilde paylaştıklarını, akımın güç kaynağına, pile ilk duruma göre azalarak döndüğünü düşündükleri anlaşılmıştır.

İpek ve Çalık (2008) çalışmalarında aşağıda verilen analogiyi kullanmışlardır.

- Mağazada satmak için giysi üretimi: Devrede akması için elektrik enerjisi üretimi.
- Belirtilen sokağa kamyonun hareket etmesi: Akımın devrede akması.
- Mağazaların bir kotası olması nedeni ile aynı sokakta 2 mağaza arasında giysilerin paylaşılması: Seri devrede akımın 2 lamba arasında eşit bir şekilde paylaşılması.
- 2 mağazanın gelen giysinin yarısını alması: Her lambanın akımın yarısını alması.
- Farklı sokaklara 2 kamyonun eşit kapasitede ürün taşınması: Akımın paralel devrede her bir ampule aynı parlaklığı sağlaması.
- Farklı sokaklardaki mağazalara elbise dağıtan iki kamyonun fabrikaya geri dönmesi: Paralel devrede akımın bölünmesi.
- Üretim kotası ve teslim tarihi: Pilin ömrü.
- Elbise mağazası: Devredeki direnç. Akımın lambaya gelmesi ve akımın bir dirençle karşılaşması nedeni ile küçük bir enerji kaybetmesi.
- Kamyonun kıyafetleri mağazalara dağıtması: Elektronlarla elektrik akımının taşınması.

Şen ve Aykutlu (2008) tarafından yapılan çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin elektrik akımı kavramına ilişkin bilişsel yapılarını kavram haritaları yardımıyla belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada onuncu sınıfta öğrenim görmekte olan 15-17 yaş arası 244 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde elektrik akımının üreticinin içinde depolandığı, elektrik akımının eksi (-) yüke ters yönde hareket ettiği ve elektrik akımının dirençlerde harcandığı şeklinde kavram yanılgıları saptanmıştır.

Yıldırım vd. (2008) çalışmalarında ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarını incelemiştir. Çalışmanın örneklemini 1162 öğrenci ile oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda devreye direnç eklendiğinde öğrencilerin devredeki eşdeğer direnç, akım ve gerilim değişimini anlamakta zorlandıkları saptanmıştır. Öğrencilerin akım ve gerilim kavramlarını karıştırarak akımı gerilim, gerilimi akım olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Çalışmada akım ile ilgili olarak bazı öğrencilerde bir elektrik devresinden geçen akımın tamamının, bazı öğrencilerde ise bir kısmının ampul tarafından tüketildiğine dair kavram yanılgıları olduğu saptanmıştır. Pil ile ilgili olarak pilin sabit akım üreten bir kaynak olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin ampulün

yanması ile ilgili olarak pilin (+) ve (-) uçlarından gelen akımın ampul içinde karşılaşması sonucunda ampulün yandığı, pilin (-) ucundan gelen akımın ampul üzerinden geçmesi ile ampulün yandığı, pilin (+) ucundan gelen akımın ampul tarafından tüketilmesi ile ampulün yandığına ilişkin kavram yanlışlarına sahip oldukları saptanmıştır. Bir elektrik devresinden akımın geçebilmesine yönelik bazı öğrencilerde pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu arasında tek bir bağlantı, bazılarında ise pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu ile ampul arasındaki iki ayrı bağlantının yeterli olacağına yönelik düşüncenin hakim olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin anahtar açırken de akımın geçeceğini belirttikleri saptanmıştır.

Yumuşak (2008) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının temel fizik konuları ile ilgili kavram yanlışlarını ve nedenlerini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışmada fen bilgisi öğretmenliği 1, 2, 3 ve 4. sınıflarında öğrenim görmekte olan 339 öğretmen adayı yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin elektrik devresinde elektronların çok yüksek hızlarla negatif uçtan harekete başlayarak bataryayı geçtikten sonra tekrar negatif uca geri döndüğünü, akımın devrede belli bir akış yönü olduğunu, akımın yönünün negatif uçtan pozitif uca doğru olduğunu, devre elemanları tarafından kullanılan akımın devrede sürekli zayıflayarak ilerlediğini, tamamlanmayan bir devrede yer alan direnç üzerinden akım geçeceğini düşündükleri saptanmıştır. Devrede yapılan bir değişikliğin değişiklik yapılan noktadan önceki devre elemanlarını etkilemediğini, sadece değişiklik yapılan bölgeyi etkileyeceğini belirttikleri görülmüştür. Pili bağlandığı devreden bağımsız olan sabit bir akım kaynağı olarak gördükleri, devreye paralel olarak eklenen yeni bir direncin eşdeğer direnci arttıracaklarını ifade ettikleri saptanmıştır.

Altun (2009) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarını araştırmıştır. Araştırmada 1. sınıfta öğrenim görmekte olan 122 fen bilgisi öğretmen adayı yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin güç çeken model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, deneysel kural, güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması, kısa devre önyargısı modeli, paralel devrelerde eşdeğer direnç önyargısı olmak üzere çok sayıda kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür. Bu yanlışlar içinde sırayla devreye bağlanan telin devre üzerinde hiçbir etkisi olmadığı gerekçesi ile kısa devre önyargısı modeli, paylaşılan akım modeli,

zayıflayan akım modeli ve çarpışan akımlar modelinin daha yoğun olduğu saptanmıştır.

Taşlıdere ve Eryılmaz (2009) tarafından yapılan çalışmada fizik eğitiminde öğrencilerin elektrik devrelerini anlamaları ve tutumları üzerinde kavramsal yaklaşımla geleneksel yaklaşımın etkililiği karşılaştırılmıştır. Çalışmaya dokuzuncu sınıfta öğrenim görmekte olan 73 öğrenci katılmıştır. Deney gruplarında konu işlenirken asetat çizimleri, gösteriler, deneyler, analogiler, sınıf içi tartışmalar yaptırılarak gündelik yaşamdan örnekler verilmiştir. Çalışma kapsamında alanyazında da yer alan tek kutuplu model, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, deneysel kural, sabit akım kaynağı olarak güç kaynağı, bölgesel ve ardışık düşünme, kısa devre yanılığısı, paralel devre yanılığısı olmak üzere 9 kavram yanılığısı saptanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin başarılarının yüksek ve tutumlarının olumlu olduğu saptanmıştır. Bu sonuç üzerinde kavramsal fizik yaklaşımı kapsamında gerçekleştirilen anlatım etkinlikleri, analogiler, çizimler, gösteriler, sınıf içi tartışmalar, öğrencilerin üstlendikleri roller ve deneyler ile bu tür uygulamalara öğrencilerin fiziksel ve beyinsel olarak aktif katılımları etkili olmuştur.

Bakırcı, Subay, Midyatlı ve Ünsal (2010) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bazı fen kavramlarına yönelik düşüncelerinin sınıf seviyelerine göre araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmaya 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 78 öğrenci katılmıştır. Basit elektrik devresinde ikinci bir telin gerekli olup olmadığı hususunda bazı öğrencilerin elektrik akımının pilin ucundan geleceği ve pil ile lamba arasında bir telin lambanın ışık vermesi için yeterli olacağı düşüncesiyle ikinci telin gerekli olmadığını, buna karşın bazılarının elektrik akımının mevcut telden değil yeni eklenecek telden çıkacağı düşüncesi ile ikinci telin gerekli olduğunu belirttikleri anlaşılmıştır. Basit bir elektrik devresindeki tellerden geçen akımlarla ilgili tellerden birinde akım olmadığını, birinde diğerinden daha az ya da daha fazla akım olduğunu ifade ettikleri saptanmıştır. Devrede telden geçen akımın yönü ile ilgili bazılarının telde akım olmadığı için yönünün de olmayacağını, bazılarının ise akımın yönünün pilden ampule doğru olduğunu belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin basit elektrik devresi kurulumunda gereken elemanları bildikleri; ancak devre mekanizmasını tam olarak açıklayamadıkları

görülmüştür. Pilin + ve – kutuplarından çıkan akımın ampule gelmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin akımın pilin + ve – olmak üzere iki kutbundan da çıktığını düşündükleri anlaşılmıştır. Akımın yönünün + kutuptan – kutba doğru olduğuna inandıkları için akımın pilden ampule doğru hareket ettiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin direncin (ampulün) akım miktarını azaltacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca önemli bir kavram yanılgısı olarak “Az elektrik akımı oluşturan kısım -, çok elektrik akımı oluşturan kısım +’dır.” cevabıyla + ve – kutup kavramlarını akım miktarı ile ilişkilendirdikleri saptanmıştır. Bu durum öğrencilerin günlük yaşamda farklı anlamda kullandıkları artı ve eksi kelimelerini fen kavramlarıyla ilişkilendiremediklerini ortaya koymuştur. Bu yanlgı üç sınıfta da görülmüştür.

Kaya ve Gödek-Altuk (2010) çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin basit elektrik devresi ile ilgili kavram yanılgılarını incelemiştir. Çalışmaya 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 156 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin sembol ve resim kavramlarını birbirine karıştırdıkları dolayısıyla da verilen devre resminin şemasını çoğu öğrencinin çizemediği gözlemlenmiştir. Bu sonuç resim ve şema kavramları arasındaki farkın anlaşılmadığını ortaya koyması bakımından önemlidir. Öğrenciler bir devrede anahtar olmadığı zaman devrenin hatalı olduğunu ve anahtarın devrede olmadığı durumda devredeki lambanın yanmayacağını ifade etmişlerdir. Bazı öğrenciler ise devrede lambanın ışık vermesi için anahtarın açık olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu yanlgıya günlük yaşamda kullanılan dilin neden olabileceği ifade edilmiştir. Bazı öğrencilerin lambanın ışık verebilmesi için devredeki lamba ve pil sayısının birbirine eşit olması gerektiğini, böyle bir eşitlik olmaması halinde lambanın yanmayacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin lamba parlaklığının nelere bağlı olduğu konusunda yanlış ya da eksik bilgilere sahip oldukları anlaşılmıştır. Öyleki öğrencilerin bir bölümünün seri bağlı 2 lambadan biri gevşetildiğinde gevşetilen lambanın parlaklığının azalacağını, diğer lambanın parlaklığının artacağını, bir lamba sönerken diğerinin parlaklığının artacağını, 2 lambanın da parlaklığının azalacağını belirttikleri görülmüştür. Ayrıca A ve B kablolarının boyutları farklı olduğunda birinin + yükleri, diğerinin – yükleri taşıdığını düşündükleri anlaşılmıştır. A ve B olmak üzere 2 lamba olan devrede pile yakın olan ampule daha çok enerji gelir düşüncesi ile pile yakın olan lambanın daha parlak yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır.



Yürümezoğlu ve Çökelez (2010) çalışmalarında basit elektrik devresinde neler oluyor sorusuna cevap aramışlardır. Çalışmada ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinden bir ampul, pil ve kablo kullanarak ampul yanacak şekilde bir devre çizmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin yaklaşık 2/3'ü basit elektrik devresini doğru bir şekilde çizebilmiştir. Öğrencilerin yaptıkları yanlış çizimlerde ampul ve pil olmadığı, tek kutuplu modeli yansıtacak şekilde tek kablo ile devrelerin kurulduğu görülmüştür. Bazı öğrencilerin ise istenmediği halde kendi istedikleri şekilde lamba yanacak biçimde devreyi oluşturarak doğru çizimler yaptıkları saptanmıştır. Bu çizimlerde pil sayısı ve lamba sayısının hatalı olduğu, 2 lambanın paralel bağlandığı ve istenmediği halde anahtar çizildiği görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun basit elektrik devresini doğru bir şekilde çizebildiği, bazı öğrencilerin ise kendi bilgi, deneyim ve zihinsel tasarımlarını yansıtacak şekilde çizimler yaptıkları saptanmıştır.

Aykutlu ve Şen (2011b) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılmasının etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya on birinci sınıfta öğrenim gören 146 öğrenci katılmıştır. Çalışma kapsamında akım, direnç, potansiyel fark, basit elektrik devresi konularında kavram yanlışları saptanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin akımla ilgili olarak akımın devre elemanları tarafından harcandığı, üreteç/pilde depo edildiği, elektronlar tarafından taşındığını düşündükleri belirlenmiştir. Direnci elektrik akımına zıt yönde uygulanan kuvvet, elektrik akımına uygulanan engel olarak ifade ettikleri tespit edilmiştir. Potansiyel farkın elektrik akımı sonucunda oluştuğunu, bir kuvvet, güç olduğunu, üreteç/pilde depo edildiğini belirttikleri saptanmıştır. Basit elektrik devresi ile ilgili olarak direnç değerleri aynı olan devre elemanları farklı bağlansa bile aynı potansiyel farka sahip olacaklarını, ampulün üreteç/pilin + ve - kutuplarından çıkan akımların çarpışması sonucunda yandığını, ampulün ışık vermesi için bir telin yeterli olacağını, paralel bağlı devre elemanlarında direnç değeri ile potansiyel fark arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. Öğrencilerin elektrik akımı konusunda yaptıkları analogilerin analizleri sonucunda akımın üreteç/pilde depolandığı, direncin akıma zıt yönde uygulanan bir kuvvet, bir engel olduğunu, potansiyel farkın bir kuvvet olduğunu düşündükleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda analogi destekli

öğretimin kavram yanlışlarının saptanması, kavramsal değişimin sağlanması ve başarının artırılması üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Karakuyu ve Tüysüz (2011) tarafından yapılan çalışmada kavramsal değişim metinlerinin elektrik kavramlarını anlama ve akılda tutma üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmaya deney grubunda 32, kontrol grubunda 34 olmak üzere 66 onuncu sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışmada öğrencilerin güç kaynağını sabit bir voltaj kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak gördükleri anlaşılmıştır. Yaygın bir şekilde devreye direnç ilave edildiğinde ya da alındığında dirençlerin bağlanma şekline dikkat etmeksizin toplam direncin artacağını veya azalacağını düşündükleri saptanmıştır. Ampulün güç kaynağına olan mesafesine bağlı olarak deney grubunun % 77,63, kontrol grubunun % 29,76'sının doğru yanıt olarak ampul parlaklığının değişmeyeceğini ifade edebildiği, kontrol grubundaki öğrencilerin yaklaşık yarısının üzerinde eleman olmayan bir kablo kullanılarak yapılan bağlantının etkili olmadığını, yarısından fazlasının akımın bir yönde ilerlediğini, akımın güç kaynağına azalarak döndüğünü belirttikleri tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazlasının, kontrol grubundaki öğrencilerin ise dörtte birinden fazlasının bir elektrik devresinde devre elemanında yapılan değişikliğin tüm devreyi etkileyeceğini ifade ettikleri saptanmıştır.

Aykutlu ve Şen (2012) tarafından yapılan çalışmada üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak on birinci sınıfta okuyan lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının saptanması amaçlanmıştır. Çalışmada 97 öğrenci yer almıştır. Öğrencilerin elektrik akımı konusunun kapsamında olan akım, direnç, potansiyel fark, üreteç/pil, basit elektrik devresi kavramları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları saptanmıştır. Akımla ilgili, akımın devre elemanları tarafından harcandığını, üreteç/pilde depo edildiğini, elektronlarca taşındığını, elektriği ilettiğini ifade ettikleri tespit edilmiştir. Dirençle ilgili, direncin akıma gösterilen engelleyici güç, akıma uygulanan zıt yönde kuvvet, engel olduğunu belirttikleri saptanmıştır. Potansiyel farkın elektrik akımı sonucunda oluştuğunu, bir güç, kuvvet olduğunu, üreteç/pilde depolandığını düşündükleri anlaşılmıştır. Üreteç/pili elektrik enerjisi, elektrik, güç deposu olarak gördükleri saptanmıştır. Basit elektrik devresi ile ilgili olarak direnç değerleri aynı olan devre elemanlarının bağlanma şekilleri farklı olsa da potansiyel farklarının aynı olacağını, ampulün

üreteç/pilin + ve - kutuplarından çıkan akımların çarpışması sonucunda yandığını, ampulün ışık vermesi için bir telin yeterli olacağını, paralel bağlı devrelerde direnç değeri büyük olan devre elemanının potansiyel farkının da büyük olacağını düşündükleri anlaşılmıştır.

Ayvacı ve İpek-Akbulut (2012) çalışmalarında elektrik akımı ile ilgili kavramların gelişimi üzerinde V-diyagramlarının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla 7.sınıfta öğrenim görmekte olan 20 öğrenci ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda öğrencilerde ampul sayısı arttıkça parlaklık artacağı, pil sayısının artması sonucunda devredeki akım ve gerilimin azalacağı ya da değişmeyeceği gibi kavram yanlışları saptanmıştır.

Çelik, Pektaş ve Demirbaş (2012) tarafından yapılan çalışmada 2. sınıfta öğrenim görmekte olan sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinin devre kurma, devreye ait şema çizme, devre elemanlarının seri, paralel ve karışık bağlanması konulu deneyleri yaparken yaşadıkları sorunlar ve sorunların olası nedenleri araştırılmıştır. Çalışmaya 20 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin genellikle karışık bağlı devrelerde ampermetre ve voltmetrenin bağlanması bağlamında sorunlar yaşadıkları saptanmıştır. Çoğu öğrencinin paralel bağlı dirençlerden geçen akım ve gerilimi ölçebilmek için ampermetre ve voltmetre bağlantılarını hatalı yaptığı, hatalı durumlarda patlama gibi olumsuz durumların yaşanabileceğini düşünerek ampermetre ve voltmetreyi devreye bağlamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin seri dirençlerin üzerinden geçen akım ve gerilimi ölçerken sorunlar yaşadıkları saptanmıştır. Öğrencilerin daha çok verilen devreleri kurma ve kurulu devreleri çizmede sorunlar yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin şematize edilmiş bir devreyi kurabildikleri buna karşın kurulu devreleri şematize etmede problem yaşadıkları anlaşılmıştır. ellerinde 3 ampul olan öğrenciler bunlardan sadece bir tanesinin diğerlerinden daha parlak yanmasını sağlayabilecekleri bir devreden söz etmelerine karşın bu devreyi çizemedikleri, kuramadıkları görülmüştür. Öğrencilerin bütün bu problemlerle karşılaşma nedenlerinin de araştırıldığı çalışmada alan bilgisi, araç-gereçleri yeteri kadar tanımama ve etkili kullanamama, yeterince uygulama imkanı bulamama, elektrikle ilgili deneylerine yönelik ilgi ve kaygı, devre şemalarını zihninde üç boyutlu olarak canlandıramama, kurulmuş bir devrenin şemasını çizememe olmak üzere 6 problem grubu oluşturulmuştur.

Demirezen ve Yağbasan (2013) tarafından yapılan çalışmada 7 E modelinin basit elektrik devresi ile ilgili var olan kavram yanlışlarının bilimsel fikirlere dönüşümü ve bu dönüşümün kalıcı olması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda öğrencilerin basit elektrik devresi ile ilgili kavram yanlışları da incelenmiştir. Araştırmaya 11. sınıfta öğrenim görmekte olan 87 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda tek kutuplu akım modeli, çarpışan akımlar modeli, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, sabit akım kaynağı, bölgesel düşünme, kısa devre ön yargısı, akım-potansiyel fark karşılaştırılması, paralel devrelerde eşdeğer direnç ön yargısı, iç direnç olmak üzere alanyazında da ifade edilen kavram yanlışları deney ve kontrol gruplarında saptanmıştır. Bu kavram yanlışlarından deney grubunda yoğun olarak görülenler paylaşılan akım modeli, bölgesel düşünme, kısa devre ön yargısı, iç direnç iken kontrol grubunda paylaşılan akım modeli ve bölgesel düşünme olduğu görülmüştür.

Keser ve Başak (2013) tarafından yapılan çalışmada “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesine yönelik öğrenci kazanım düzeyleri incelenmiştir. Çalışmaya 6. sınıfta öğrenim görmekte olan 200 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin pile yakın olan ampulün diğer ampullerden daha parlak yanacağını ve ampulün yanması için tek bir kablonun yeterli olacağını düşündükleri saptanmıştır.

Türkoğuz ve Cin (2013) çalışmalarında argümantasyon temelli kavram karikatürleri ile desteklenen etkinliklerin öğrencilerin 7. sınıf “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki kavramsal anlama düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 7. sınıfta öğrenim gören 54 öğrenci yer almıştır. Çalışma kapsamında ön test ve son test uygulamalarında bazı kavram yanlışları saptanmıştır. Ön testte ampul sayısı arttıkça her zaman parlaklığın azalacağı, pile yakın olan ampulden daha çok akım geçeceği, pile en yakın noktanın akımının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Seri devreler için pilin elektriği daha hızlı iletmediği ve ilk noktadan geçen akımın daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Devre elemanları tam iken lambanın yandığı, pil sayısı arttıkça direncin arttığı, direnç arttıkça da parlaklığın arttığı belirtilmiştir. Son testte ise öğrencilerin akımın ilk geçtiği noktada ve pile yakın olan noktada yüksek olduğunu, anahtar açıkken elektriğin iletildiğini ifade ettikleri görülmüştür. Bazı öğrencilerin elektrik enerjisi arttıkça direncin artacağını,

bazılarının ise pil sayısı arttıkça direncin azalacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Ayrıca devrede ampulün enerji ürettiğini düşündükleri saptanmıştır.

Ulukök, Çelik ve Sarı (2013) çalışmalarında öğrencilerin elektrik devrelerini kurmada ve şemasını çizmede yaşadıkları sorunları detaylı bir şekilde incelenmeyi, sorunların kaynaklarını belirlemeyi ve sorunların giderilmesi üzerinde simülasyonların etkisini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada öğrencilerin basit elektrik devreleri kurmaları için bir yazılım kullanılmıştır. Çalışmaya sınıf öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim görmekte olan 30 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler gerek ilköğretim gerekse lisede laboratuvarda uygulama yapmadıklarını, elektrik konularının soyut ve karışık olduğunu, verilen devreleri kurma ve kurulu devreleri çizmede problem yaşadıklarını, elektrikten korktukları için kaygılı olduklarını ve bu nedenlerle de elektrik deneylerini yaparken zorlandıklarını ve ilgisiz kaldıklarını ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerde elektrikle ilgili alan bilgisi, araç-gereçleri tanımama ve etkili kullanamama, devre şemalarını üç boyutlu düşünmeme ve elektrik deneylerine karşı ilgisizlik ve kaygı olmak üzere farklı problemlerin varlığı saptanmıştır.

Taşlıdere (2014) çalışmasında kavramsal değişim yaklaşımının doğru akım devreleri konusu ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Çalışmada Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında birinci sınıfta öğrenim gören 139 öğrenci yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerde “güç çeken model, zayıflayan akım modeli, paylaşılan akım modeli, sıralı düşünce kavram yanılması, çarpışan akımlar modeli, deneysel kural, kısa devre ön yargısı, güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması, paralel devre kavram yanılması, bölgesel düşünce kavram yanılması, akımın su gibi akması kavram yanılması” olarak ifade edilen kavram yanlışları saptanmıştır. Deney grubunun son test sonuçlarında “paylaşılan akım modeli” kavram yanlışısındaki artışla birlikte gerek deney gerekse kontrol gruplarında uygulama sonrasında “sıralı düşünce kavram yanılması, kısa devre önyargısı, bölgesel düşünce kavram yanılması” olarak belirtilen yanlışların yaygın olarak görüldüğü saptanmıştır.

Korgancı vd. (2015) lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında çeşitli kavram yanlışları saptamışlardır. Öğrenciler akımla ilgili olarak bir lambadan diğerine geçen akımın azaldığını, lambanın ışık verirken akımı kullandığını, akımın

pilde depolandığını ifade etmiştir. Dirençle ilgili olarak direncin elektrik akımına karşı doğrudan uygulanan bir kuvvet olduğunu belirtmiştir. Potansiyel farkla ilgili olarak potansiyel farkın bir kuvvet olduğunu, elektrik akımına karşı oluşturulduğunu, potansiyel fark, akım, güç ve enerjinin aynı anlama geldiğini ifade etmiştir. Öğrenciler pilin devrenin sabit akım kaynağı olduğunu ve pilden uzak olan lambanın parlaklığının daha az olacağını belirtmiştir.

### **1.13.5.Basit Elektrik Devresi ile İlgili AlanYazında Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Basit elektrik devreleri ve elektriksel potansiyel öğrencilerin anlamakta oldukça zorlandıkları (Carlton, 1999: 341) ve kavram yanılgılarının yoğun bir şekilde görüldüğü (Chambers ve Andre, 1997: 108) soyut bir konudur. Bu nedenle bireylerin çeşitli basit elektrik devresi örnekleri ile ilgili tahmin yapmak için kullanabilecekleri zihinsel modellere sahip olmaları gereklidir (Carlton, 1999: 341). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller konuyla ilgili mevcut kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmasına ışık tutması bakımından son derece önemlidir. Bu nedenle veri toplama aracında kavram yanılgılarını tespit etmeye yönelik yer alacak soruları belirlemek, araştırmadan elde edilecek kavram yanılgıları ile ilgili verileri alanyazın ile desteklemek ve veri analizinde nitelikli kodlar ve yorumlar ortaya koyabilmek amacıyla basit elektrik devresi ile ilgili kavram yanılgılarına ilişkin alanyazın incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

#### **1.13.5.1.Çarpışan Akım Modeli**

Pozitif akım pozitif kutuptan, negatif akım negatif kutuptan gelir (İpek ve Çalık, 2008: 144). Güç kaynağının pozitif ve negatif kutbundan çıkan akımların lambaya doğru akması (Pardhan ve Bano, 2001: 305) ve lambaya girerek çarpışması sonucunda lamba yanar (Altun, 2009: 76; Borges ve Gilbert, 1999: 104-114; Chambers ve Andre, 1997: 108; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 144; Heller ve Finley, 1992; İpek ve Çalık, 2008: 144; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 874; Küçüközer, 2003: 146; Osborne, 1981, 1983; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 116; Taşlıdere, 2014: 214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yeşilyurt, 2006: 55; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13).

### **1.13.5.2.Çarpışan Akım Modeli-Açık ve Kapalı Döngü**

Pilin pozitif kutbundan çıkan pozitif akım ile negatif kutbundan çıkan negatif akım lambada karşılaşır ve lamba yanar. Bu modelde devrenin kapalı ve açık olmak üzere 2 ayrı döngüsü için de akımlar lambada çarpıştığında lamba yanar (Shipstone vd., 1988).

### **1.13.5.3.Kısa Devre Modeli**

Bir elektrik devresine boş bir bağlantı kablosu eklendiğinde boş kablonun devre üzerinde herhangi bir etkisi olmaz (Altun, 2009: 77; Ateş ve Polat, 2005: 42; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 144; Engelhardt ve Beichner, 2004: 100-101; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 116; Shipstone vd., 1988; Taşlıdere, 2014: 214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009).

### **1.13.5.4.Zayıflayan Akım Modeli**

Güç kaynağının bir ucundan çıkan akım devredeki lamba tarafından kullanılır. Bu nedenle akım devrede zayıflayarak hareketine devam eder. Güç kaynağına geri dönen akım ilk duruma göre azalır (Altun, 2009: 76; Borges ve Gilbert, 1999: 98; Chambers ve Andre, 1997: 108; Çepni ve Keleş, 2006: 282; Çıldır ve Şen, 2006: 100; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhardt ve Beichner, 2004; Heller ve Finley, 1992; İpek ve Çalık, 2008: 144-146; Kanim, 2001, 2-3; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 110; Lee ve Law, 2001: 114-115; McDermott ve Shaffer, 1992: 997; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001: 307; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 1-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 144-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 306; Taşlıdere, 2014: 203-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 7-14; Yumuşak, 2008: 126). Bu modelle ilgili olarak öğrencilerin lambanın akımın tümünü kullandığı (Aykutlu ve Şen, 2011b: 234; Gemici, Küçüközer ve Mergen-Kocakulah, 2002: 4; Korgancı vd., 2015: 2466-2467; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Demirci, 2005: 736-738; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 109-110; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001: 307; Şen ve Aykutlu, 2008: 76; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13-14), akımın bir kısmını kullandığı (İpek ve Çalık, 2008: 144-146; Pardhan ve Bano, 2001: 307), akımı hiç

kullanmadığı (Pardhan ve Bano, 2001; 307) ve güç kaynağından lambaya giden akımın tamamının güç kaynağına geri döndüğü gibi fikirleri vardır (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13-14). Ayrıca alanyazında devrede bir lambadan diğer lambaya geçen akımın azalarak hareketine devam ettiğine yönelik kavram yanlışları ifade edilmektedir (Korgancı vd., 2015: 2466-2467).

#### **1.13.5.5. Paylaşılan Akım Modeli**

Devrenin seri ya da paralel olmasından bağımsız olarak devrenin her noktasındaki akım değeri aynıdır. Bu nedenle devrede yer alan lambalar akımı eşit şekilde paylaşırlar. Devre elemanları tarafından eşit olarak paylaşılan akım güç kaynağına başlangıç durumuna göre azalmış bir şekilde geri döner (Altun, 2009: 76; Ateş ve Polat, 2005: 42; Chambers ve Andre, 1997; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Heller ve Finley, 1992; İpek ve Çalık, 2008: 144; Küçüközer, 2003: 146; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 1-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 306; Taşlıdere, 2014: 203-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13).

#### **1.13.5.6. Tek Kutuplu Model-Güç Çeken Model**

Bir elektrik devresinde lambanın yanması için lamba ile güç kaynağının kutuplarından biri arasında tek bir bağlantı olması yeterlidir (Altun, 2009: 76; Aykutlu ve Şen, 2011b: 234; Aykutlu ve Şen, 2012: 282; Bakırcı vd., 2010: 42; Chambers ve Andre, 1997; Çepni ve Keleş, 2006: 280-281; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Dupin ve Johsua, 1987; Fleer, 1994: 251-252; İpek ve Çalık, 2008: 144; Keser ve Başak, 2013: 125-128; Osborne, 1981, 1983; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 1-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 314; Taşlıdere, 2014: 203-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yeşilyurt, 2006: 54; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13; Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153). Bu bağlantıda akım geriye dönüşü sırasında kaybolmaktadır (Chambers ve Andre, 1997; McDermott ve Shaffer, 1992: 997). Bu modele göre bir elektrik devresinin tamamlanarak çalışır hale gelmesi için güç kaynağının iki kutbunun da kullanılması gerekli değildir (Engelhardt ve Beichner, 2004: 104).



Tek kutuplu modelin aksine bazı devrelerde de gereksiz yere çok sayıda bağlantı kablosu kullanılarak bağlantılar oluşturulmaktadır (Fleer, 1994: 252).

#### **1.13.5.7.Devre Elemanlarının İki Uçlu Olma Durumu**

Bu modelde devre elemanlarının iki uçlu olma durumu göz ardı edilerek bağlantılara uçlardan biri dâhil edilmemektedir (Ateş ve Polat, 2005: 42; Engelhardt ve Beichner, 2004: 104).

#### **1.13.5.8.Bölgesel Akıl Yürütme Modeli-Sıralı (Ardışık) Akıl Yürütme Modeli**

Değişiklik yapılan bir elektrik devresinde değişikliğin yapıldığı bölümden sonraki elemanlar bu durumdan etkilenirken değişiklik yapılan bölümden önceki elemanlar değişiklikten herhangi bir şekilde etkilenmez (Ateş ve Polat, 2005: 42; Closset, 1983; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983: 407; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 134-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2-3; Engelhardt ve Beichner, 2004: 100; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 110; Millar ve King, 1993; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 2-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 311; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13; Yumuşak, 2008: 126). Bununla birlikte devrenin sonunda yapılan bir değişiklikten tüm devre etkilenmez (Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877). Bir elektrik devresinde değişiklik yapıldığı zaman akımın değişiklik yapılan bölgeden önce ve sonra geçiş değerleri de farklıdır (Heller ve Finley, 1992).

#### **1.13.5.9.Deneysel Kural Modeli**

Bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lamba diğer lamnalardan daha parlak yanar. Yani lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile parlaklığı arasında ters orantı söz konusudur (Altun, 2009: 77; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Keser ve Başak, 2013: 128; Korgancı vd., 2015: 2467; Küçüközer, 2003: 146; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13). Pilin pozitif kutbuna yakın olan lamba daha parlak yanarken negatif kutba yakın lambadan daha az akım geçer (Pardhan ve Bano, 2001:

310). Pilin az elektrik oluşturan kutbu -, çok elektrik oluşturan kutbu + olarak kabul edilmektedir (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282).

#### **1.13.5.10.Sabit Akım Kaynağı Modeli**

Güç kaynağı devrenin bağlanma şekline göre bağımsız olmak üzere bulunduğu devrenin sabit bir akım kaynağıdır (Altun, 2009: 77; Ateş ve Polat, 2005: 42; Cheng ve Kwen, 1998: 9; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983: 407; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2-3; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhardt ve Beichner, 2004: 104; Heller ve Finley, 1992; Kanim, 2001: 2; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Korgancı vd., 2015: 2467; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Demirci, 2005: 738; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 108; Lee ve Law, 2001: 114-115; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 2-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 314-315; Taşlıdere, 2014: 204-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 14; Yumuşak, 2008: 126). Bu nedenle elektrik devresinde akımın oluşabilmesi için pilin pozitif ve negatif uçları arasında bir potansiyel farkın olması gerekli değildir (Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 14).

#### **1.13.5.11.Devre Elemanı ile ilgili Modeller**

Pil sayısı arttıkça devredeki akım ve gerilim azalır ya da değişmez (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012: 114). Pil sayısı arttıkça direnç artacağı için parlaklık artar (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164). Pil sayısı arttıkça direnç azalır (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164). Pil ışık verebilir (Cheng ve Kwen, 1998: 6). Pilden ayrılan pozitif güç lambada negatif güce dönüştürüldükten sonra tekrar pile döner (Shipstone vd., 1988: 311).

Kabloların boyutuna bağlı olarak kablolardan biri +, diğeri – yükleri taşır (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2).

Akım anahtar açıkken geçtiği için (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yıldırım vd., 2008: 78) anahtar kapatıldığında lamba yanmaz (Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 106-110). Lamba anahtar açıkken ışık verir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Anahtar yoksa devre hatalı olur ve lamba yanmaz (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2).

Seri bağı 2 lambadan biri gevşetildiğinde gevşetilen lambanın parlaklığı azalır, lamba söner. Diğer lambanın ise parlaklığı artar (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Seri bağı 2 lambadan biri gevşetildiğinde 2 lambanın da parlaklığı azalır (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Seri bağlanan lambalar paralel bağlanan lambalardan daha parlaktır (Küçüközer, 2003: 146).

#### **1.13.5.12.Kapalı Olmayan Devre Modeli**

Elektrik devresinin kapalı döngüde olmasının gerekliliğinin anlaşılmasını nedeni ile kurulan devreler kapalı devre sistemi özelliğinde değildir (Engelhardt ve Beichner, 2004: 100-104).

#### **1.13.5.13.Devre Elemanlarının Tam Olması**

Tamamlanmayan devrede de direnç üzerinden akım geçeceği için (Yumuşak, 2008; 126) devre elemanlarının tam olduğu her durumda lamba yanar (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164).

#### **1.13.5.14.Devre Elemanlarının Sayısı**

Lambanın yanması için pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olması gerekmektedir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2).

#### **1.13.5.15.Devre Elemanının Yeri**

Lambanın devrede hep aynı noktaya bağlanması gerekir (Gibbons, McMahon ve Wieggers, 2003: 5).

#### **1.13.5.16.Devre Şeması**

Verilen devre şemaları 3 boyutlu düşünülemez ve kurulmuş bir devrenin şeması çizilemez (Ateş ve Polat, 2005: 42; Çelik, Pektaş ve Demirbaş, 2012: 98; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Ulukök, Çelik ve Sarı, 2013: 91). Sembol ve resim kavramlarını karıştırma nedeni ile hatalı çizimler yapılmaktadır (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Lamba ve pil olmak üzere devre elemanlarında eksiklik ve eleman sayıları bakımından hatalı olan çizimler yapılmaktadır (Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153).

## İKİNCİ BÖLÜM

### YÖNTEM

#### 2.1.Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada analogi kullanımının öğrenci başarısı, fen bilimleri dersine yönelik tutum, zihinsel modelleme, kavram yanılgıları üzerine etkileri geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

Araştırmada ulaşılan nicel sonuçları daha ileri düzeyde anlayabilmek ve açıklayabilmek için nicel ve nitel veri toplama ve analiz aşamalarını içeren karma yöntem araştırma çeşitlerinden açıklayıcı desen kullanılmıştır (Creswell ve Plano-Clark, 2015: 130).

Karma yöntem araştırma çeşitlerinden açıklayıcı desene yürütülen araştırmanın nicel boyutunda yarı deneysel yöntem çeşitlerinden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yöntemi kullanılırken nitel boyutunda yarı yapılandırılmış görüşmelere yer verilmiştir.

Deneysel yöntemin kullanıldığı araştırmalarda genellikle farklı öğretim yöntemlerinin, yeni geliştirilen materyallerin veya etkinliklerin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır (Çepni, 2007: 83). Deneysel yöntemde birbirine eşdeğer olacak şekilde genellikle bir ya da daha fazla kontrol ya da deney grubu seçilir. Bu yöntemde deney grubuna özel müdahale yapılırken kontrol grubuna herhangi bir özel müdahalede bulunulmaz. Çalışmada yapılan ön test ve son testlerle deney grubuna uygulanan yaklaşımın deney grubu üzerindeki etkililiği araştırılır. Bu yöntemde deney ve kontrol gruplarının olabildiğince birbirine eşdeğer gruplar olmalarına dikkat edilmelidir. Yani deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının mümkün olduğunca birbirine yakın olması gerekmektedir (Çepni, 2007: 82-83). Bazı durumlarda bireylerin deney ve kontrol gruplarına rastgele dağıtılması imkânsızdır

veya rastgele bir dağıtım istenmez. Böyle bir durumda da deneysel yöntemin bir çeşidi olan yarı deneysel yöntem kullanılır. Yarı deneysel yöntem çeşitli şekillerde uygulanmaktadır. Bunlardan biri de eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yöntemidir (Çepni, 2007: 84). Eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yönteminde daha önceden rastgele dağılımdan farklı bir şekilde oluşturulmuş gruplardan bir veya birkaçı rastgele yolla deney veya kontrol grubu olarak belirlenir. Gruplar kurumlarda, doğada buldukları halleriyle alınırlar. Ancak grupların olabildiğince benzer nitelikte olmalarına dikkat edilmelidir (Karasar, 2006: 102; Çepni, 2007: 84; Sönmez ve Alacapınar, 2013: 60).

Eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yönteminin aşamaları (Çepni, 2007: 84; Sönmez ve Alacapınar, 2013: 60):

- Daha önceden rastgele atamaya göre oluşturulmamış gruplar rastgele deney ve kontrol grubu olarak tayin edilir.
- Uygulama gerçekleştirilmeden önce deney ve kontrol olmak üzere uygulamaya katılan gruplara ön test verilir.
- Deney grubuna deneysel çalışma kapsamında özel bir müdahale yapılırken kontrol grubunda böyle bir durum söz konusu değildir.
- Uygulama gerçekleştirildikten sonra deney ve kontrol gruplarına son test uygulanır.

Araştırma sonucunda elde edilen nicel sonuçlarla birlikte katılımcıların düşüncelerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilmek ve daha detaylı bilgi elde edebilmek amacıyla ölçme aracında yer alan sorular (Bölüm 1-2-3-4-5) yöneltilek deney ve kontrol gruplarında yer alan 5 öğrenci ile bireysel görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca deney grubunda yer alan 5 öğrencinin araştırmada kullanılan analogik modelle ilgili düşüncelerini saptamak amacı ile “Analogik modelle ilgili düşüncelerinizi ifade ediniz.” sorusu yöneltilek bireysel görüşmeler yapılmıştır.

Önceden belirlenmiş ve bir amacı olan soru sorma ve cevaplama dayalı karşılıklı etkileşimli bir eğitim süreci olan görüşme (Çepni, 2007: 107) sözlü iletişim yoluyla gerçekleştirilen bir veri toplama tekniğidir (Karasar, 2006: 165). Bu teknikte kişilerin belli bir konuya ilişkin duygu, düşünce ve inançları tespit edilerek (Çepni, 2007: 107; Sönmez ve Alacapınar, 2013: 108) dünyayı onların gözünden görmek; bakış açılarını ve anlam dünyalarını ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır (Kuş, 2007:

87). Görüşme tekniği ile derinlemesine soru sorma, cevap eksikse veya anlaşılır değilse soruyu tekrarlayarak konuyu daha açıklayıcı hale getirme ve cevaplardaki eksiklikleri tamamlama fırsatı elde edilmektedir. Araştırmada görüşme türlerinden biri olan yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte görüşme soruları görüşmeden önce hazırlanır. Fakat bireyler ve koşullara göre araştırmacı önceden hazırlamış olduğu soruları yeniden düzenleyebilir; soruların sırasını değiştirebilir; soruları ayrıntılı bir biçimde açıklayabilir (Çepni, 2007: 108-109) ve sorular hakkında düzeltme ve düzenlemeye yönelik tartışmalara izin verebilir (Sönmez ve Alacapınar, 2013: 108). Yarı yapılandırılmış görüşmede cevap veren kişinin görüşme sırasında verebileceği tepkiler dikkate alınarak açık uçlu ve farklı seçenekler konularak görüşme formu esnek bir şekilde hazırlanır (Cemaloğlu, 2009: 152). Burada araştırmacının görüşmede sorulan soruların dışına çıkıldığında bireyleri yönlendirerek görüşme konusu üzerinde odaklanmalarını sağlaması çok önemlidir (Çepni, 2007: 108-109). Araştırmada yapılacak görüşme sırasında verilerinin eksiksiz bir şekilde kaydedilmesi için gerekli izinler alınarak ses kayıt cihazları kullanılmıştır.

## **2.2.Evren ve Örneklem**

Araştırmanın evrenini Samsun ili MEB'na bağlı ortaokullarda öğrenim görmekte olan 5. sınıf öğrencileri, örneklemini ise 2013-2014 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Samsun ilinde MEB'na bağlı bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 98 (49=20 erkek + 29 kız öğrenci deney grubu ve 49=25 erkek + 24 kız öğrenci kontrol grubu) 5. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

Araştırmada basit rastgele örneklem seçimi yapılmıştır. Bu örnekleme türünde evrendeki tüm elemanlar birbirine eşit seçilme şansına sahiptir. Rastgele seçilen örnekleme yer alan bireylerin özelliklerinin benzer olması ve tümünün seçim yapılan listede yer alması çok önemlidir (Çepni, 2007: 20; Karasar, 2006: 113; Yıldırım ve Şimşek, 2011: 104).

**2.3.Değişken:** En az iki farklı değer alabilen veya değeri belli faktörlerden etkilenebilen kavrama değişken denir (Çepni, 2007: 22).

**2.3.1.Bağımlı Değişken:** Bir araştırmada bağımsız değişkenden etkilenen sonuç değişkenine yani sebep-sonuç ilişkisinde sonuç durumundaki değişkene bağımlı değişken denir (Çepni, 2007: 24; Sönmez ve Alacapınar, 2013: 102). Bağımlı

değişken diğer değişkenler tarafından etkilenecek değişik değerler alabilen değişkendir (Sönmez ve Alacapınar, 2013: 102). Bağımlı değişken araştırmada kullanılan bağımsız değişken ya da değişkenlerin düzeylerine bağlı olarak durumu araştırma konusu yapılan ve sonuç, etkilenen, çıktı durumunda olan değişkendir (Baştürk, 2009: 34).

**2.3.2.Bağımsız Değişken:** Bir başka değişkeni etkileyen, neden-sonuç ilişkisinde neden durumunda olan değişkendir (Çepni, 2007: 24). Bağımsız değişken sonuç üzerinde herhangi bir etkisi olup olmadığı araştırılan değişkendir (Sönmez ve Alacapınar, 2013: 102). Bağımsız değişken amaca bağlı olarak kontrol edilebilir, farklı değerler alabilir ve farklı kategori ve düzeyleri belirlenebilir. Bağımsız değişken neden, girdi durumunda olan ve sonucu etkileyen değişkendir (Baştürk, 2009: 34).

**2.3.3.Kontrol Edilen Değişken:** Çoğunlukla deneysel araştırmalarda bağımlı değişkeni etkilemesi istenmeyen bağımsız değişkenler kontrol altında tutulur (Çepni, 2007: 25). Bağımlı değişken üzerindeki etkinin gerçekten bağımsız değişkenden kaynaklanıp kaynaklanmadığını anlamak için kontrol değişkenleri sabit tutulmalıdır (Karasar, 2006: 62).

Bu araştırmada analogi destekli öğretim ve analogi kullanılmayan geleneksel öğretim yöntemi bağımsız değişkenlerdir. Öğrencilerin “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” Ünitesi ile ilgili başarı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgıları ise bağımlı değişkenlerdir.

#### **2.4.Analojik Modelin Hazırlanması**

5. Sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” Ünitesi ile ilgili hazırlanacak analogi için ulusal ve uluslararası alanyazın taraması yapılmış, konu ile ilgili alanyazında yer alan analogik modeller incelenmiştir. Basit bir elektrik devresinde yer alan elemanlar ile analogik ilişki kurulabilecek nesnelere düşünülmüştür. Ayrıca basit elektrik devresini temsil edecek analogik modelin basit elektrik devresi gibi çalışır bir sistem olmasına dikkat edilmiştir. Öncelikle kâğıt üzerinde şekillendirilen model daha sonra basit elektrik devresinde yer alan elemanları temsil edecek olan nesnelere birleştirilmesi ile çalışır bir sistem haline getirilmiştir. Hava ile çalışan bir sistem olması nedeni ile hazırlanan analogik model Pnömatik Sistem Modeli olarak adlandırılmıştır. Pnömatik Sistem Modeli Fizik Eğitimi Anabilim Dalında görev

yapmakta olan uzman bir öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve modelin uygun olduğuna karar verilmiştir.

## 2.5.Basit Elektrik Devresi ve Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenlerin Öğretiminde Kullanılmak Üzere Hazırlanan Analogik Model Hakkında Bilgi

### 2.5.1.Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram İlişkisi

Sisteme hava sağlayan hava pompasından (pil) çıkan hava plastik şeffaf hortum (bağlantı kablosu) ile plastik balona (lambaya) ulaşır ve balon şişer (lamba yanar). Plastik balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) plastik balon sayısı (lamba sayısı) ve hava pompasının çalıştırıldığı devre (pil sayısına) bağlı olarak değişir.

Tablo 2.5.1.1: Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram İlişkisi

<b>Kaynak Kavramlar</b>	<b>Hedef Kavramlar</b>
Pompanın sisteme verdiği hava	Pilin potansiyeli
Hava pompası: Elektrik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü model elemanı ve hava kaynağıdır.	Pil: Kimyasal enerjinin elektriksel enerjiye dönüştüğü devre elemanı ve potansiyel kaynağıdır.
Plastik şeffaf hortum: Hava pompasından çıkan hava plastik şeffaf hortum aracılığı ile sistemde hareket eder.	Bağlantı kablosu: Pilde var olan kimyasal enerji kablo yardımıyla elektrik enerjisi formuyla devre elamanlarına iletilir.
Vana: Açık iken hava sistemde hareket eder, sistem tamamlanır ve balon şişer.	Anahtar: Kapalı iken devrede elektrik yükleri yardımıyla elektrik akımı oluşur, devre tamamlanır ve lamba yanar.
Plastik balon	Lamba
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

PSM' de balonların poşet içinde olması hem iki balonun eşit büyüklükte şişmesinin sağlanması hem de lamba parlaklığının bir sınırının olduğunun gösterilmesi bakımından önemlidir. Çünkü lamba parlaklığı pil sayısının artışına bağlı olarak sürekli artmaz ve lamba patlar. Benzer şekilde poşet içinde şişirilen balon da bir aşamadan sonra patlayacaktır.

Deneysel temelli Pnömatik Sistem Modeli üzerine kurulu etkinlik üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Birinci Aşamada: PSM ile basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin öğretimi için kaynak ve hedef arasında analogik ilişki kurmak,

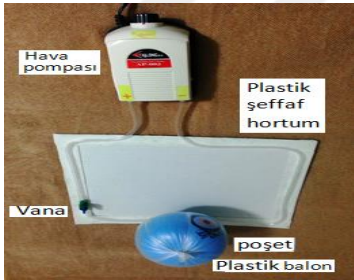


İkinci Aşamada: Lamba sayısı sabit olmak üzere pil sayısındaki artışın, lamba parlaklığı üzerindeki etkisi ile balon sayısı sabit olmak üzere hava pompasının devrindeki artışın balonun şişme büyüklüğü üzerindeki etkisi arasında analogjik bir ilişki kurmak,

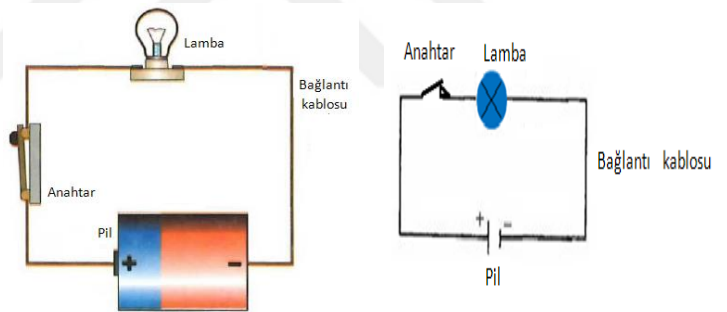
Üçüncü Aşamada: Pil sayısı sabit olmak üzere lamba sayısındaki artışın, lamba parlaklığı üzerindeki etkisi ile hava pompasının devri sabit olmak üzere balon sayısındaki artışın balonun şişme büyüklüğü üzerindeki etkisi arasında analogjik bir ilişki kurmak amaçlanmaktadır.

### 2.5.2. Birinci Aşama: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) ile Basit Elektrik Devresi Arasındaki Analogjik İlişki

Bu aşamada deneysel etkinliğin temelini oluşturan Pnömatik Sistem Modeli deney düzeneği (Şekil 2.5.2.1) ve basit elektrik devresi (Şekil 2.5.2.2) şekli verilmiş hangi devre elemanın modelde hangi elemana karşılık geldiği gösterilmiştir. Bundan sonraki aşamalarda deneysel temelli modelin daha iyi anlaşılması için bu ilişki göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2.5.2.1: Pnömatik Sistem Modeli (PSM)



Şekil 2.5.2.2: Basit Elektrik Devresi

### 2.5.3. İkinci Aşama: Lamba Sayısı Sabit Olmak Üzere Pil Sayısındaki Artışın Lamba Parlaklığına Etkisinin Pnömatik Sistem Modeli ile Öğretimi

Deneysel temelli Pnömatik Sistem Modeli etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde lamba sayısı sabit olmak üzere pil sayısındaki artışın etkileri ele alınacaktır.

Bu aşama için gerekli araç-gereçler: hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 1 adet plastik balon, 1 adet poşet, 1 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik.



Şekil 2.5.3.1: PSM 1



Şekil 2.5.3.2: PSM 2

Şekil 2.5.3.1 ve Şekil 2.5.3.2' de gösterilen PSM 1 ve PSM 2 yatay olarak kurulmalı ve sisteme hava verecek hava pompası plastik şeffaf hortumlara bağlanmalıdır. Daha sonra plastik şeffaf hortumlara vana yerleştirilmelidir. PSM'de yer alan hava pompası sisteme hava verir ve sisteme giren hava miktarı hava pompasının çalıştırıldığı devire göre değişiklik gösterir. PSM 1'de hava pompası devir 1'de (2,5 L/min), PSM 2'de ise devir 2'de (5 L/min) çalıştırılmalıdır.

Sisteme hava girişi ile beraber plastik şeffaf hortum hava ile dolmalı ve plastik balon şişmeye başlamalıdır. Plastik balonun şişmesi için vana açık bırakılmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Balonun şişme büyüklüğü

gözlenmelidir. Şekil 2.5.3.1 ve Şekil 2.5.3.2 için analogik modellerde yer alan balonların büyüklükleri karşılaştırılmalıdır.

Görüldüğü üzere oluşturulan sistem basit elektrik devresinde olduğu gibi kapalı bir sistemdir.

PSM 2 bir lamba ve seri bağlı iki pil içeren basit bir elektrik devresini temsil etmektedir.

#### **2.5.4.Üçüncü Aşama: Pil Sayısı Sabit Olmak Üzere Lamba Sayısındaki Artışın Lamba Parlaklığına Etkisinin Pnömatik Sistem Modeli ile Öğretimi**

Deneysel temelli Pnömatik Sistem Modeli etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde pil sayısı sabit olmak üzere lamba sayısındaki artışın lamba parlaklığına etkileri ele alınacaktır. Bu aşama için gerekli araç-gereçler: hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 2 adet plastik balon, 2 adet poşet, 2 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik.



Şekil 2.5.4.1: PSM 3

Şekil 2.5.4.1' de PSM 3 yatay olarak kurulur ve sisteme hava verecek hava pompası plastik şeffaf hortumlara bağlanmalıdır. Daha sonra plastik şeffaf hortumlara Şekil 2.5.4.1'deki gibi vana yerleştirilmelidir.

PSM 3'de yer alan hava pompası sisteme hava verir ve sisteme giren hava miktarı hava pompasının çalıştırıldığı devire göre değişiklik gösterir. PSM 3'de hava pompası devir 2'de (seri bağlı olan 2 pilin temsili) çalıştırılmalıdır.

Sisteme hava girişi ile beraber plastik şeffaf hortum hava ile dolmalı ve plastik balonlar şişmeye başlamalıdır. Plastik balonların şişmesi için vana açık

bırakılmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Balonların şişme büyüklüğü gözlenmelidir. PSM 2 ve PSM 3’de yer alan balonların büyüklükleri karşılaştırılmalıdır.

Görüldüğü üzere oluşturulan sistem basit elektrik devresinde olduğu gibi kapalı bir sistemdir.

PSM 3 seri bağlı iki lamba ve seri bağlı iki pil içeren basit bir elektrik devresini temsil etmektedir.

Balon sayısı (lamba sayısı) sabit iken hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) arttırıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) artar. Hava pompasının çalışma devri (pil sayısı) sabit iken balon sayısı (lamba sayısı) arttırıldığı zaman balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) azalır.

Lamba sayısı sabit iken pil sayısı arttırıldığı zaman elektrik enerjisi artışı ile birlikte devrede yer alan lamba başına düşen enerji değerinde artış olur. Bunun sonucu olarak da lamba parlaklığı artar. Pil sayısı sabit iken lamba sayısı arttırıldığı zaman elektrik enerjisinin lambalar arasında paylaşılır ve lamba başına düşen enerji değeri azalır. Bunun sonucu olarak da lambanın parlaklığı azalır.

#### **2.5.5.Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram Arasındaki Farklılıklar**

Analojik modelde kaynak-hedef kavram arasında benzerlikler ve farklılıklar vardır. Kavram yanılışı oluşumunu engellemek için farklılıkların ifade edilmesi gereklidir (Duit, 1991: 666; Kesercioğlu vd., 2004: 38).

Bu nedenle PSM’ de kaynak-hedef kavram arasındaki farklılıklar aşağıda ifade edilmiştir:

Basit elektrik devresinde elektrik akımı pile geri dönerken PSM’ de hava pompaya geri dönmez. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için pil devreden ayrılmaz. PSM’ de ise sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulur. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için anahtar kapalı, PSM’ de balonun şişmesi için vana açık olmalıdır. Hava pompasından yayılan hava tek bir yol izleyerek balona ulaşır ve balonlar arasında hava geçişi olmaz. Fakat devrede lambalar arasında akım geçişi olur.

## **2.6.Hatalı Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma-Yanmama Durumunun Öğretilmesinde Kullanılmak Üzere Hazırlanan Analogik Model Hakkında Bilgi**

Deneysel temelli PSM üzerine kurulu etkinlik 10 aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Aşamada: PSM ile basit bir elektrik devresinde lambanın hangi durumlarda ışık vereceği ve vermeyeceğinin öğretimi için kaynak ve hedef arasında analogik ilişki kurmak,
2. Aşamada: Basit elektrik devresinde anahtar açık iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de vana kapalı iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
3. Aşamada: Basit elektrik devresinde pil yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de hava pompası yok iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
4. Aşamada: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu kesik iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de plastik şeffaf hortum kesik iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
5. Aşamada: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de hava pompası ile balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sistemde yok iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
6. Aşamada: Basit elektrik devresinde bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de hava pompası ile balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sistemde yok iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
7. Aşamada: Basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu – kutupta bağlı olup lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum yok iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,
8. Aşamada: Basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu + kutupta bağlı olup lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile hava pompasının

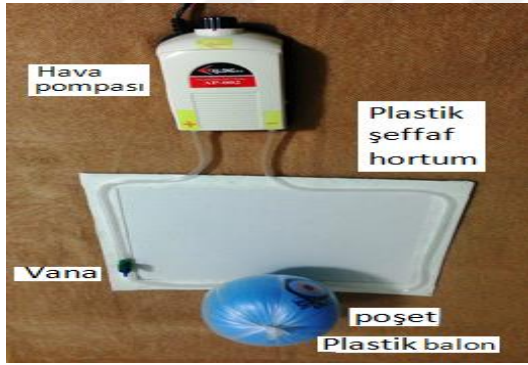
diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum yok iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,

9. Aşamada: Basit elektrik devresinde yer alan lambanın içindeki tel kopuk iken lambanın ışık verme durumu ile PSM’de yer alan plastik balon delik iken balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak,

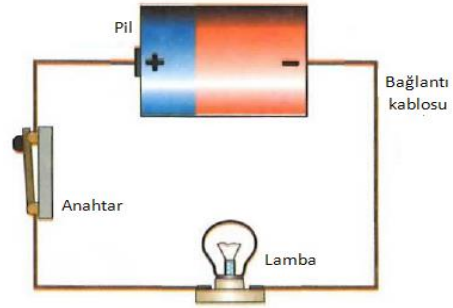
10. Aşamada: Basit elektrik devresinde seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında kalan lambanın ışık verme durumu ile PSM’de seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında kalan balonun şişme durumu arasında analogik bir ilişki kurmak amaçlanmaktadır.

### 2.6.1.Birinci Aşama: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) İle Basit Elektrik Devresi Arasındaki Analogik İlişki

Bu aşamada deneysel etkinliğin temelini oluşturan Pnömatik Sistem Modeli deney düzeneği (Şekil 2.6.1.1) ve basit elektrik devresi (Şekil 2.6.1.2) şekli verilmiş hangi devre elemanın modelde hangi elemana karşılık geldiği gösterilmiştir. Bundan sonraki aşamalarda deneysel temelli modelin daha iyi anlaşılması için bu ilişki göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 2.6.1.1: Pnömatik sistem modeli (PSM)



Şekil 2.6.1.2: Basit elektrik devresi

Şekil 2.6.1.2’de görüldüğü gibi devre, başlangıcı ve bitişi elektrik kaynağı olan kesintisiz bir yoldur. Pil devreye elektrik enerjisi sağlar. Bağlantı kabloları devre elemanlarını birbirine bağlar ve elektrik enerjisini iletir. Lamba elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürür. Anahtar devredeki elektriği kontrol eder. Devrede lambanın ışık verebilmesi için kaynaktan çıkan elektrik enerjisinin kaynağa geri dönmesi gerekir (MEB, 2014a: 230-231).

Tablo 2.6.1.1: Pnömatik Sistem Modeli (PSM) Kaynak ve Hedef Kavramlar Arasındaki Analogik İlişki

Pnömatik Sistem Modeli (PSM)	
Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Pompanın sisteme verdiği hava	Pilin potansiyeli
Hava pompası: Elektrik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştüğü model elemanı ve hava kaynağıdır.	Pil: Kimyasal enerjinin elektriksel enerjiye dönüştüğü devre elemanı ve potansiyel kaynağıdır.
Plastik şeffaf hortum: Hava pompasından çıkan hava plastik şeffaf hortum aracılığı ile sistemde hareket eder.	Bağlantı kablosu: Pilde var olan kimyasal enerji kablo yardımıyla elektrik enerjisi formuyla devre elamanlarına iletilir.
Vana: Açık iken hava sistemde hareket eder, sistem tamamlanır ve balon şişer.	Anahtar: Kapalı iken devrede elektrik yükleri yardımıyla elektrik akımı oluşur, devre tamamlanır ve lamba yanar.
Plastik balon: Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüştüğü model elemanı	Lamba: Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüştüğü devre elemanı
Plastik balonun şişmesi	Lambanın yanması
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

PSM’ de balonun poşet içinde olması lamba parlaklığının bir sınırının olduğunun gösterilmesi bakımından önemlidir. Çünkü lamba parlaklığı pil sayısının artmasına bağlı olarak sürekli artmaz ve lamba patlar. Benzer şekilde poşet içinde şişirilen balon da bir aşamadan sonra patlayacaktır (Harman ve Çökelez, 2015: 216).

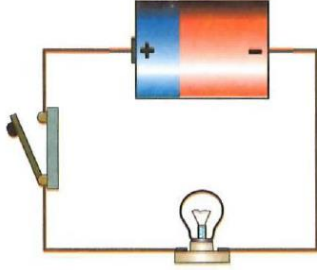
PSM için gerekli araç-gereçler: hava pompası, plastik şeffaf hortum, 1 adet vana, 1 adet plastik balon, 1 adet poşet, 3 adet t şeklinde bağlantı parçası, karton, çift taraflı köpük bant, lastik.

PSM yatay olarak kurulmalı ve sisteme hava verecek hava pompası plastik şeffaf hortumlara bağlanmalıdır. Daha sonra plastik şeffaf hortumlara vana yerleştirilmelidir. PSM’de yer alan hava pompası sisteme hava verir ve sisteme giren hava miktarı hava pompasının çalıştırıldığı devre göre değişiklik gösterir. Sisteme hava girişi ile beraber plastik şeffaf hortum hava ile dolmalı ve plastik balon şişmeye başlamalıdır. Plastik balonun şişmesi için vana açık bırakılmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir (Harman ve Çökelez, 2015: 218-219).

## 2.6.2.İkinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde Anahtar Açıkken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde anahtar açık iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin ikinci aşaması için sistemde yer alan vana kapalı konumda olmalıdır. Hava pompası 1 dakika çalıştırılmalıdır. 1 dakika sonra sistem havanın sabit olmasını sağlamak için durdurulmalıdır. Balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde anahtar açık iken devre tamamlanmaz. Kapalı olmayan bu devrede pilin enerjisi lambaya iletilemez ve lamba yanmaz.

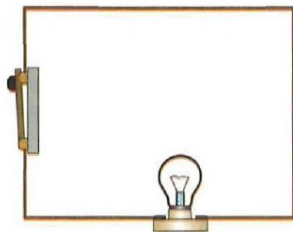


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de ise vana kapalı iken hava pompasının sisteme verdiği hava balona ulaşamaz ve balon şişmez.

### 2.6.3.Üçüncü Aşama: Basit Elektrik Devresinde Pil Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneyssel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde pil yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin üçüncü aşaması için sistemde yer alan hava pompası kaldırılmalıdır. Hava pompası yok iken balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde elektrik enerjisi sağlayan devre elemanı pil olmadığı için lamba yanmaz.



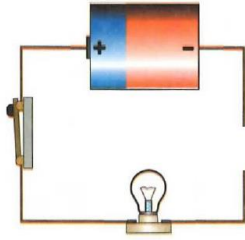


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de sisteme hava pompalayan hava pompası olmadığı için balon şişmez.

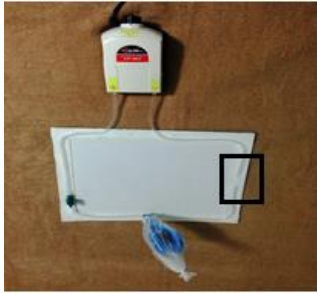
#### 2.6.4.Dördüncü Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Kesik İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında basit elektrik devresinde bağlantı kablosu kesik iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin dördüncü aşaması için sistemde yer alan plastik şeffaf hortum kesilmelidir. Plastik şeffaf hortum kesik iken balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu kesik olduğu için devre kapalı değildir. Bu durumda pilin sağlayacağı elektrik enerjisi lambaya iletilemez ve lamba yanmaz.

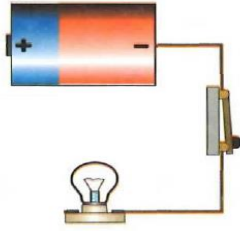


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de plastik şeffaf hortum kesik olduğu için sistem kapalı değildir. Bu durumda hava pompasının pompaladığı hava balona ulaşamaz ve balon şişmez.

#### 2.6.5.Beşinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Eksik Olup Pilin + Kutbu ile Lamba Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin beşinci aşaması için sistemde hava pompası ile balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sisteme bağlanmamalıdır. Bu durumda balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu eksik olup pilin + kutbu ile lamba arasında bağlantı olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

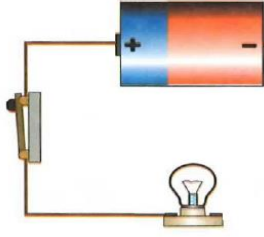


Basit elektrik devresini temsil eden PSM'de plastik şeffaf hortum eksik olup pompanın bir ucu ile balon arasında bağlantı olmadığı için balon şişmez. Balonun şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava balona ulaşabildiği için balon şişer.

#### **2.6.6.Altıncı Aşama: Basit Elektrik Devresinde Bağlantı Kablosu Eksik Olup Pilin - Kutbu ile Lamba Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi**

DeneySEL temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin altıncı aşaması için sistemde hava pompası ile balon arasındaki plastik şeffaf hortumlardan biri sisteme bağlanmamalıdır. Bu durumda balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan bağlantı kablosu eksik olup pilin - kutbu ile lamba arasında bağlantı olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

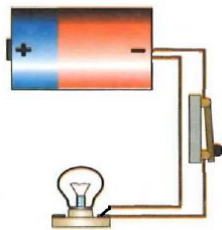


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de plastik şeffaf hortum eksik olup pompanın bir ucu ile balon arasında bağlantı olmadığı için balon şişmez. Balonun şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava balona ulaşabildiği için balon şişer.

### **2.6.7.Yedinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde İki Adet Bağlantı Kablosu – Kutupta Bağlı Olup Lamba ile Pilin + Kutbu Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi**

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında iki adet bağlantı kablosu – kutupta bağlı olup lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin yedinci aşaması için sistemde iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmadığı durum için balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu olmasına rağmen lamba ile pilin + kutbu arasında bağlantı kablosu olmadığı için elektrik iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin enerjisi

lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

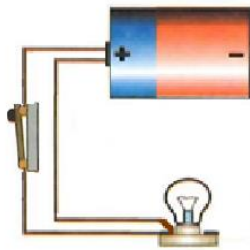


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile pompanın diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmayıp balonun takıldığı bağlantı parçasının bir tarafı boş olduğu için balon şişmez. Balonu şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava balona ulaşabildiği için balon şişer.

#### **2.6.8.Sekizinci Aşama: Basit Elektrik Devresinde İki Adet Bağlantı Kablosu + Kutupta Bağlı Olup Lamba ile Pilin - Kutbu Arasında Bağlantı Yok İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi**

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında iki adet bağlantı kablosu + kutupta bağlı olup lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı yok iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin sekizinci aşaması için sistemde iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile hava pompasının diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmadığı durum için balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde iki adet bağlantı kablosu olmasına rağmen lamba ile pilin - kutbu arasında bağlantı kablosu olmadığı için elektrik enerjisi iletilemez ve lamba yanmaz. Lambanın yanması için pilin her iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir. Ancak bu durumda devre kapalı olur ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilebileceği için lamba yanar.

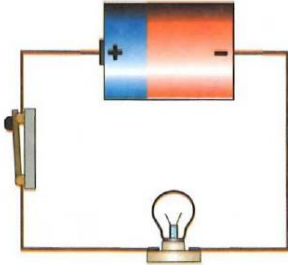


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de iki adet plastik şeffaf hortum olmasına rağmen balon ile pompanın diğer ucu arasında plastik şeffaf hortum olmayıp balonun takıldığı bağlantı parçasının bir tarafı boş olduğu için balon şişmez. Balonun şişmesi için pompanın iki ucunun da plastik şeffaf hortumlarla balona bağlanması gerekir. Ancak bu durumda sistem kapalı olur ve hava pompasının sağladığı hava balona ulaşabildiği için balon şişer.

### 2.6.9.Dokuzuncu Aşama: Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın İçindeki Tel Kopuk İken Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında lambanın içindeki tel kopuk iken lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin dokuzuncu aşaması için sistemde yer alan plastik balonun delik olma durumu için balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Lambanın içindeki filaman denilen tel üzerinden geçen elektrik akımı nedeni ile ısınır ve ışık verir. Şekilde verilen basit elektrik devresinde yer alan lambanın içindeki tel kopuk olduğu için lamba yanmaz.

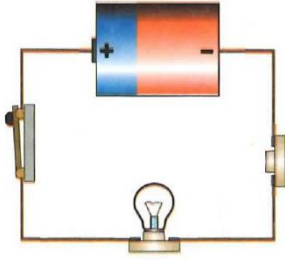


Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de balon delik olduğu için şişmez. Hava pompasının sisteme verdiği hava balondaki delikten sistemin dışına çıkar, sistem kapalı olmadığı için balon şişmez.

### 2.6.10. Onuncu Aşama: Basit Elektrik Devresinde Seri Bağlı İki Lambadan Biri Devreden Çıkarıldığında Kalan Lambanın Işık Verme-Vermeme Durumunun PSM ile Öğretimi

Deneysel temelli PSM etkinliğinin bu aşamasında seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında lambanın ışık verme-vermeme durumu ele alınacaktır.

Etkinliğin onuncu aşaması için sistemde seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında plastik balonun şişme-şişmeme durumu gözlenmelidir.



Şekilde verilen basit elektrik devresinde seri bağlı iki lambadan biri devreden çıkarıldığında devre kapalı devre olmayacağı ve pilin elektrik enerjisi lambaya iletilemeyeceği için kalan lamba yanmaz.



Basit elektrik devresini temsil eden PSM’de seri bağlı iki plastik balondan biri çıkarıldığında sistem kapalı bir sistem olmayıp hava sistemin dışına çıkarak balona ulaşamayacağı için kalan plastik balon şişmez.

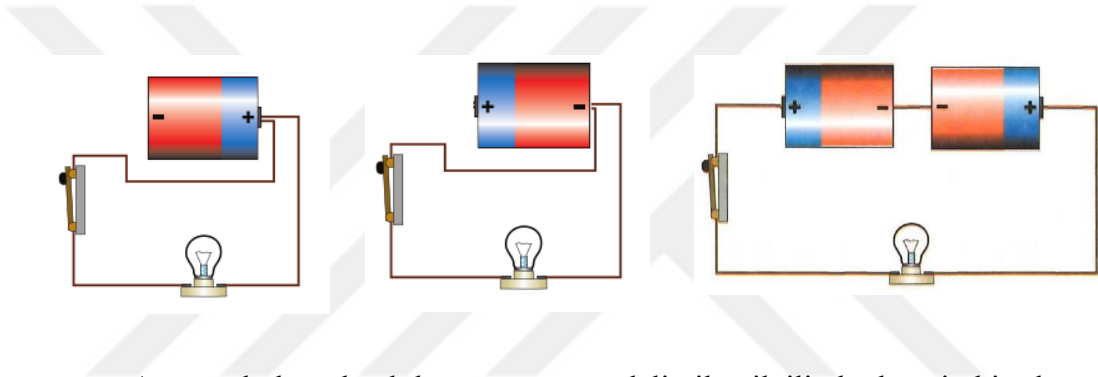
### 2.6.11. Pnömatik Sistem Modeli Kaynak-Hedef Kavram Arasındaki Farklılıklar

Analojik modelde kaynak-hedef kavram arasında benzerlikler ve farklılıklar vardır. Kavram yanılması oluşumunu engellemek için farklılıkların ifade edilmesi gereklidir (Duit, 1991: 666; Kesercioğlu vd., 2004: 43). Bu nedenle PSM’ de kaynak-hedef kavram arasındaki farklılıklar aşağıda ifade edilmiştir:

Basit elektrik devresinde elektrik akımı pile geri dönerken PSM’ de hava pompaya geri dönmez. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için pil devreden ayrılmaz. PSM’ de ise sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulur. Basit elektrik devresinde lambanın yanması için anahtar kapalı, PSM’ de balonun şişmesi için vana açık olmalıdır. Hava pompasından yayılan hava tek bir yol izleyerek balona

ulaşır ve balonlar arasında hava geçişi olmaz. Fakat devrede lambalar arasında akım geçişi olur (Harman ve Çökelez, 2015: 221).

Ayrıca PSM aşağıda şekli verilen hatalı devrelerin öğretimi için uygun değildir. PSM’de hava pompasının tek kutbundan çıkan iki plastik şeffaf hortum balonun takıldığı bağlantı parçasının iki ucuna da bağlandığında balon şişer. Basit elektrik devresinde ise pilin + ya da – kutbundan çıkan bağlantı kabloları lambanın takıldığı duyun her iki tarafına temas etse bile pilin diğer kutbu boşta olduğu için lamba yanmaz. PSM pilin kutuplarının bağlanma şeklinin öğretimi için de uygun değildir. İki hava pompasını yan yana bağladığımızda balon şişer. Ancak iki pili aynı kutupları yan yana gelecek şekilde bağladığımızda lamba yanmaz. PSM seri bağlı devreler için uygun bir modeldir.



Ayrıca bölgesel akıl yürütme modeli ile ilgili herhangi bir kavram yanlışlığının oluşumunu önlemek amacıyla PSM 3’de 2 balonun yeri değiştirilerek sistem tekrar çalıştırılmıştır. Balonların yerlerinin değiştirilmesinin balonların şişme büyüklükleri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

## 2.7. Analogik Modelin Tanıtılması

Pilot uygulama ve deney grubu ile yapılacak uygulamalardan önce Samsun ilinde MEB’na bağlı bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 18 beşinci sınıf öğrencisi için modeli oluşturan elemanlar (hava pompası, plastik balon, vana, plastik şeffaf hortumlar) birleştirilerek Pnömatik Sistem Modeli (PSM) kurulmuş ve çalıştırılmıştır.

Model ile basit elektrik devresi arasındaki analogik ilişki, kaynak ve hedef kavramlar arasındaki ilişkilendirmeler köy okulundaki öğrenciler tarafından yapılmıştır. Daha sonra iki ders saati boyunca 5. sınıf öğrencilerine basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin öğretimi ile ilgili olarak PSM

kullanılarak bir sunum yapılmıştır. PSM'yi oluşturan model elemanları detaylı bir şekilde öğrencilere tanıtılmıştır. PSM, öğrencilerle birlikte model elemanları kullanılarak kurulmuş ve çalıştırılmıştır. PSM' nin daha iyi anlaşılabilmesi için soru-cevap etkinliklerine yer verilmiştir.

PSM'nin tanıtımında 6 aşamadan oluşan “Analoji ile Öğretim Modeli” uygulanmıştır (Glynn, 1989: 198). PSM' nin tanıtımı sırasında öğrencilere hedef kavram tanıtılmıştır. Kaynak kavram hatırlatılmıştır. Hedef ve kaynak kavram arasındaki benzer özellikler ortaya çıkarılmıştır. Hedef ve kaynak kavramın benzer özellikleri haritalanmıştır. Kavramlar hakkında sonuç çıkarılmıştır. Hedef ve kaynak kavram arasındaki farklılıklar öğrencilere ifade edilmiştir.

Öğrenciler modeli çok eğlenceli ve akıllıca bulduklarını ifade etmişlerdir. PSM' nin tanıtımı sırasında herhangi bir olumsuz durumla karşılaşmamıştır.

Modelin tanıtıldığı köy okulundaki bir 5. sınıf öğrencisi ile yaşanan dialog:

Öğrenci: “Böyle bir şeyi ilk defa gördüm. Siz mi yaptınız?”

Araştırmacı: “Evet. Ben yaptım.”

Öğrenci: “O zaman siz bir mucitsiniz.”

## **2.8. Veri Toplama Araçlarının Hazırlanması**

Öğrencilerin “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesine yönelik zihinsel modelleme, kavram yanılgıları ve başarılarını saptamak amacıyla veri toplama aracı hazırlanmıştır.

### **2.8.1. Başarı, Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgısı Testi**

Fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlar incelendikten sonra ders kitapları incelenmiştir.

Konuya ilişkin ulusal ve uluslararası alanyazın taraması yapılmıştır.

Ölçme aracında yer alacak sorular amaca uygunluk ve konuyu temsil gücü olarak nitelendirilen kapsam geçerliliğini sağlamak için (Karasar, 2006: 151) konuya ilişkin ayrıntılı bilgi verilerek ve belirtke tablosu hazırlanarak oluşturulmuştur.

Ölçme aracındaki ifadelerin öğrencilerin konuyla ilgili zihinsel modelleme, kavram yanılgıları ve başarılarını saptama yeterliliği, gerekli olmayan, düzeltme gerektiren ya da anlaşılmayan herhangi bir ifade olup olmadığı, öğrenci düzeyi ve



kazanımlara uygun olup olmadığı mesleki deneyimleri 6-25 yıl arasında değişiklik gösteren 8 fen ve teknoloji öğretmeni ve alanı fen ve fizik eğitimi olan 3 öğretim üyesi tarafından incelenmiştir.

Hazırlanan soruları dilbilgisi ve anlaşılabilirlik bağlamında bir dil uzmanı da incelenmiştir.

Uzmanlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda sorular yeniden düzenlenmiştir.

Ölçme aracındaki ifadelerin açıklığını, netliğini, anlaşılabilirliğini, görünüş geçerliliği bakımından uygunluğunu ve cevaplama süresini belirlemek için pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamada hazırlanan sorular 6. sınıfta öğrenim görmekte olan 42 öğrenciye uygulanmıştır.

6. sınıf öğrencilerinden gelen geri bildirimler sonucunda ölçme aracında yer alan sorular tekrar düzenlenmiştir.

Düzenlenen ölçme aracı mesleki deneyimleri 6-25 yıl arasında değişiklik gösteren 8 fen ve teknoloji öğretmeni ve alanı fen ve fizik eğitimi olan 3 öğretim üyesine tekrar incelettirilerek veri toplama aracına son hali verilmiştir.

Araştırmacı tarafından hazırlanan ölçme aracı 5 bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1’de öğrencilerden “Size verilecek bir pil, bir lamba, bir duyu, bir anahtar ve bağlantı kablosundan oluşan malzemeleri kullanarak basit bir elektrik devresini lamba yanacak şekilde nasıl kurarsınız?” sorusuna cevap verecek şekilde basit bir elektrik devresi çizimleri istenmiştir.

Gerekçe: Ders kitabında konuya girişte öğrencinin pil, lamba, anahtar, duyu ve bağlantı kablolarını kullanarak basit bir elektrik devresi kurulabileceği belirtilmiştir. Bölüm 1’de yer alan sorularla öğrencilerin konuya girişte ön koşul niteliğinde olan ve temel düzeyde bilinmesi gereken devre elemanları ve basit elektrik devresi çizimlerine ilişkin bilgilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Bölüm 2’de öğrencilerden kendilerine verilen 8 adet hatalı elektrik devresindeki lambanın yanıp yanmayacağını ve gerekçesini ifade etmeleri istenmiştir.

Gerekçe: Ders kitabında basit bir elektrik devresinde lambanın ışık verebilmesi için gerekenler ve lambanın ışık vermediği durumların nedenleri belirtilmiştir. Ayrıca devre şemalarını inceleyerek devreyi kurmadan da bir devrenin çalışıp çalışmayacağını anlaşılabileceği ifade edilmiştir. Bölüm 2’de yer alan sorularla öğrencilerin konuya girişte ön koşul niteliğinde olan ve temel düzeyde bilinmesi gereken hatalı devre ve neden hatalı olduğuna yönelik bilgilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Bölüm 3’de öğrencilerden basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının nelere bağlı olduğunu, verilen iki ayrı basit elektrik devresi resmi için lamba parlaklığını arttırmak ve azaltmak için ne yapılması gerektiğini belirtmeleri istenmiştir.

Gerekçe: Kavram yanlışlarının saptanması amaçlanmıştır.

Bölüm 4’te öğrencilerden lamba ve pilin basit elektrik devresindeki sayılarının ve konumlarının lamba parlaklığı üzerinde etkili olup olmadığını belirtmeleri istenmiştir.

Gerekçe: Kavram yanlışlarının saptanması amaçlanmıştır.

Bölüm 5’te öğrencilerden “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde yer alan konulara yönelik tüm kazanımları kapsayan soruları cevaplandırmaları istenmiştir.

Gerekçe: Öğrencilerin akademik başarılarının saptanması amaçlanmıştır.

### **2.8.2. Tutum Ölçeği**

Araştırmada Anagün (2008) tarafından geliştirilen, 5. sınıf öğrencilerinde kullanılan ve güvenilirlik kat sayısı 0.89 olarak hesaplanan “Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Kullanılan tutum ölçeği “Tümüyle Katılıyorum, Oldukça Katılıyorum, Kararsızım, Az Katılıyorum ve Hiç Katılmıyorum” şeklinde seçenekleri içeren 5’li likert türündedir. 12 tane olumlu ve 7 tane olumsuz madde olmak üzere toplam 19 maddenin yer aldığı tutum ölçeği 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Bu faktörler, Anagün (2008) tarafından zevk alma, öğrenme isteği ve fene yönelik bireysel görüşler olarak adlandırılmıştır.

Anagün (2008) tarafından geliştirilen 5’li likert tipinde tutum ölçeğinin güvenilirliğini belirlemek için ölçekteki maddelerin iç tutarlılığını (homojenliğinin) temsi leden Cronbach  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır (Tavşancıl, 2010: 152). Sosyal bilimlerde 0.70’in üzerinde olan Cronbach  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı uygun olarak kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2012: 171). Araştırmacı tarafından 318 öğrenciye yapılan uygulama sonucunda elde edilen verilerin güvenilirlik analizi yapılarak Cronbach's Alpha değeri 0.875 olarak hesaplanmıştır.

## 2.9.Uygulama

### 2.9.1.Pilot Uygulama

5. sınıfta öğrenim görmekte olan 25 öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda gerçekleştirilen uygulamada kullanılan ölçme aracının ön ve son test olarak uygulandığı süreler ve öğrenci sayıları verilmiştir.

Tablo 2.9.1.1: Pilot Uygulama Süresi ve Öğrenci Sayısı

Bölüm	Süre	Öğrenci sayısı
Bölüm 1	20 dakika	25
Bölüm 2	20 dakika	25
Bölüm 3	20 dakika	25
Bölüm 4	20 dakika	25
Bölüm 5	40 dakika	25
Tutum ölçeği	20 dakika	25

### 2.9.2.Deney ve Kontrol Grupları ile Gerçekleştirilen Uygulama

Gerçekleştirilen uygulama 2013-2014 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda yapılmıştır.

Uygulamada çalışılan fen ve teknoloji öğretmenine;

- Hava pompası, balon, vana ve plastik şeffaf hortum olmak üzere modeli oluşturan elemanlar,
- Model elemanları kullanılarak PSM'nin kurulumu ve çalıştırılması,
- PSM ve basit elektrik devresi arasında kurulacak analogik ilişki,
- PSM kullanılarak basit elektrik devresi ve devre şeması çizimlerinin öğretimi,
- PSM kullanılarak basit elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin öğretimi,

- PSM 1 ve 2 kullanılarak pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi,
- PSM 2 ve 3 kullanılarak lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi,
- PSM kullanılarak bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenlerin öğretimi,
- PSM kullanılarak hatalı elektrik devrelerinin çalışılır hale getirilmesi,
- Hazırlanan ders planı ve yapılacak etkinlikler ile ilgili bilgi verilmiştir.

1 deney ve 1 kontrol grubu ile gerçekleştirilen uygulamalarda aynı öğretmenin derse girdiği 2 sınıftan biri deney diğeri ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Uygulama araştırmacı tarafından yapılan bilgilendirmelerle dersin öğretmeni tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı deney ve kontrol gruplarının tüm derslerine gözlemci olarak katılmıştır. Her ders öncesinde fen ve teknoloji öğretmeni ile o gün yapılacak uygulama ile ilgili 15-20 dakikalık bir ön çalışma yapılmıştır.

Eşitlenmemiş kontrol gruplu ön ve son test yönteminin kullanıldığı araştırmada;

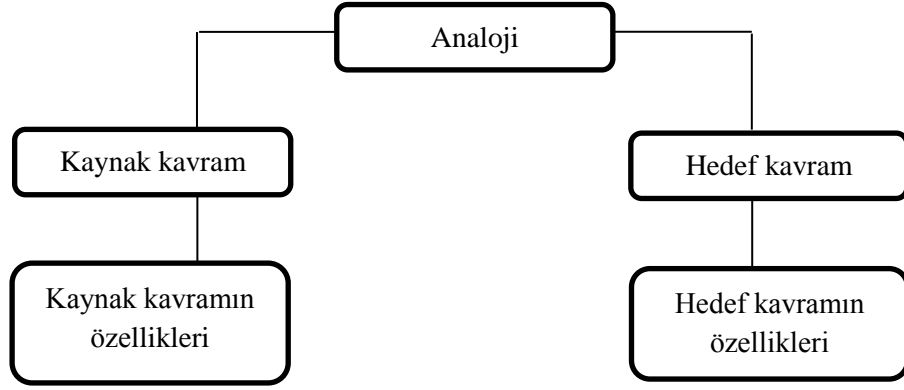
- Daha önceden rastgele atamaya göre oluşturulmamış gruplar rastgele deney ve kontrol grubu olarak tayin edilmiştir.
- Uygulama gerçekleştirilmeden önce deney ve kontrol olmak üzere uygulamaya katılan gruplara ön test uygulanmıştır.
- Deney grubuna deneysel çalışma kapsamında özel bir müdahale yapılırken kontrol grubunda böyle bir durum söz konusu değildir.
- Uygulama gerçekleştirildikten sonra deney ve kontrol gruplarına son test uygulanmıştır.

### **2.9.2.1. Deney Grubu ile Yapılan Uygulama**

Öğretim öncesinde öğrencilerden basit elektrik devresi ile PSM arasında ilişki kurmaları istenmiştir.

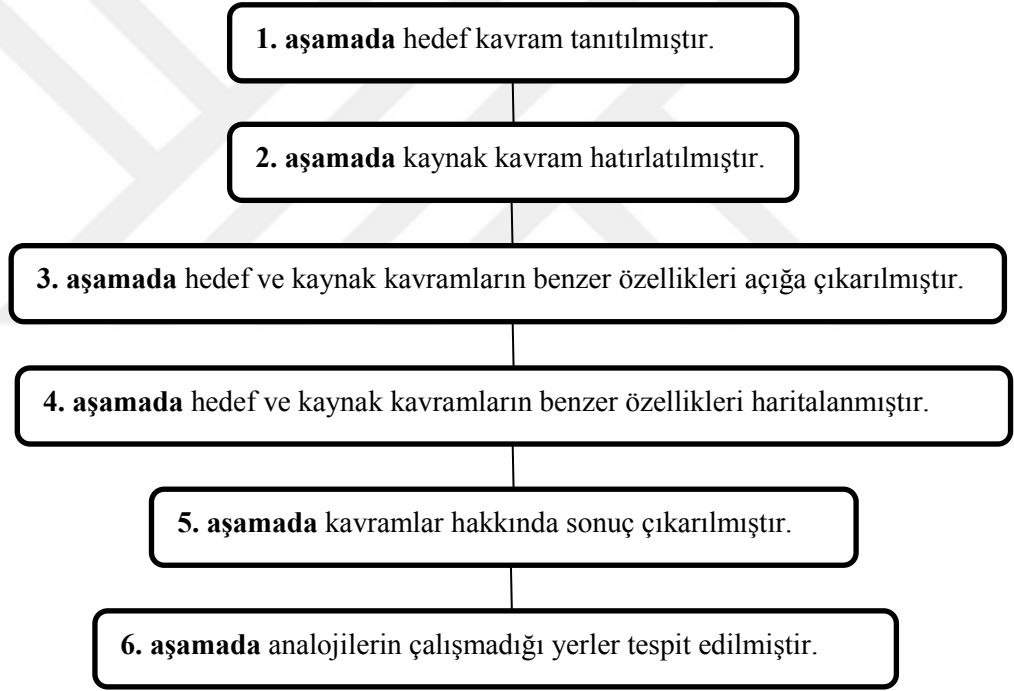
Araştırmada analogik modelin tanıtımında “Analoji ile Öğretim Modeli”, ders işleme sürecinde ise “Analoji ile Genel Öğretim Modeli” kullanılmıştır.

Analogik modelde kaynak ile hedef arasındaki ilişki öğrencilere aşağıdaki gibi sunulmuştur.



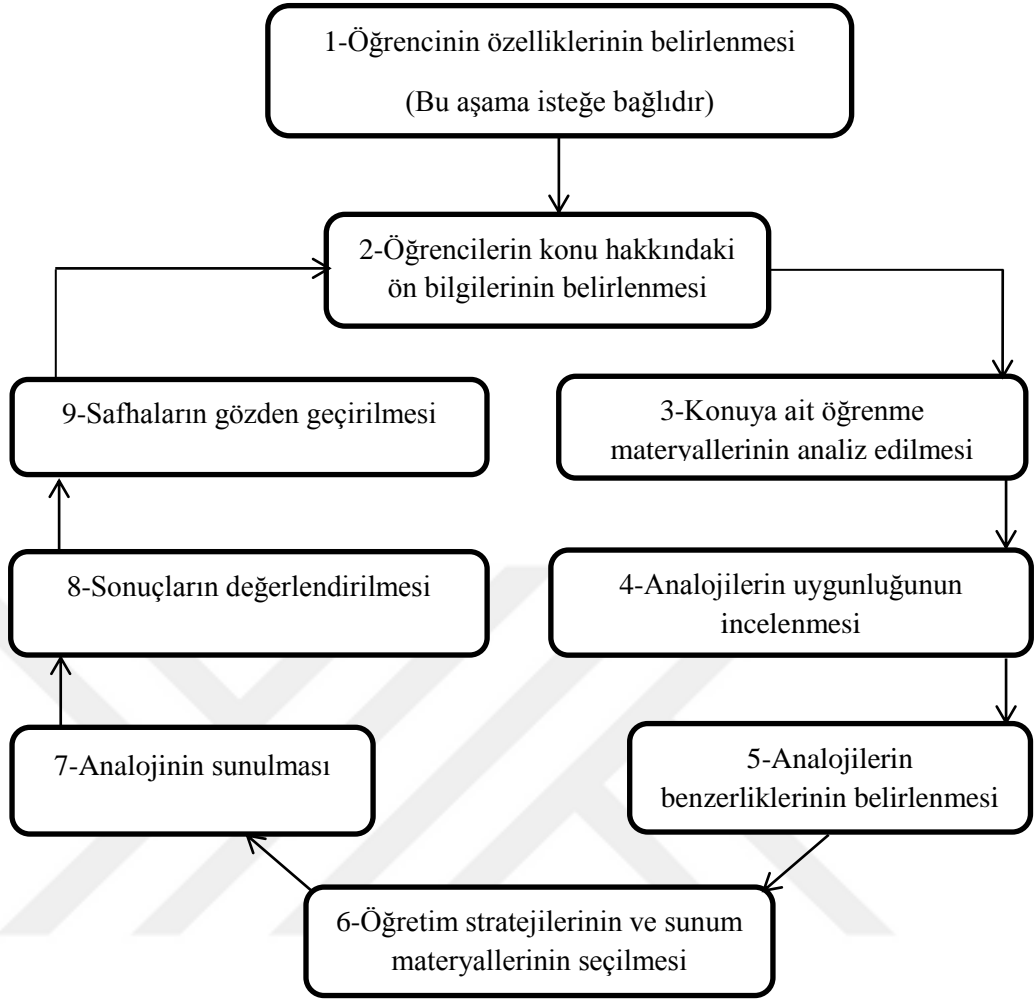
Şekil 2.9.2.1.1: Kaynak ile Hedef Arasındaki İlişki

Analojik modelin tanıtımı için 6 aşamadan oluşan “Analoji ile Öğretim Modeli” (Glynn, 1989: 198) uygulanmıştır (Şekil 2.9.2.1.2).



Şekil 2.9.2.1.2: Analoji ile Öğretim Modeli

Analoji ile ders işleme sürecinde kullanılmak üzere Zeitoun (1984) tarafından bir model geliştirilmiştir. Bu model Rumelhart ve Norman (1981) tarafından geliştirilen şema teorisine dayanmaktadır (Duit, 1991: 652). Araştırmada pilot uygulama ve deney grubu ile gerçekleştirilen uygulamada öğretim sürecinde “Analoji ile Genel Öğretim Modeli” (Zeitoun, 1984) olarak adlandırılan ve 9 aşamadan oluşan model kullanılmıştır (Şekil 2.9.2.1.3).



Şekil 2.9.2.1.3: Analoji ile Genel Öğretim Modelinin Aşamaları

Basit elektrik devresi ile PSM arasında kurulan ilişki aşağıda ifade edilmiştir.

Pil, lamba, duy, anahtar, bağlantı kabloları kullanılarak basit bir elektrik devresi kurulabileceği ifade edilmiş ve basit elektrik devresi kurulmuştur.

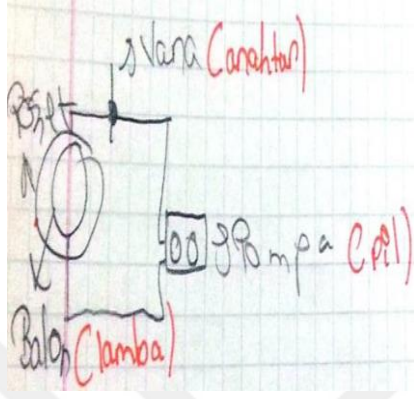
PSM' yi oluşturan model elemanları ve elemanların modeldeki görevleri tek tek açıklanmıştır.

Modeli oluşturan tüm elemanlar bir araya getirilerek PSM kurulmuştur.

Öğrencilerden PSM ile basit elektrik devresi arasında analogik ilişki kurmaları istenmiştir.

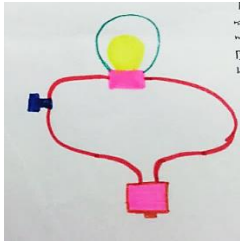
Öğretim öncesinde PSM ile basit elektrik devresi arasında deney grubundaki öğrenciler tarafından yapılan ilişkilendirme aşağıda sunulmuştur.

Analoji ile Genel Öğretim Modeli uygulanarak gerçekleştirilen öğretim öncesinde deney grubunda yer alan 5. sınıf öğrencilerinin hedef ve kaynak kavramlar arasında analogik ilişki kurabilme düzeylerini incelemek amacıyla öğrencilerden PSM ile basit elektrik devresi arasında ilişki kurmaları istenmiştir.

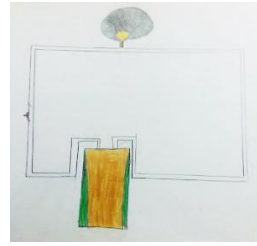
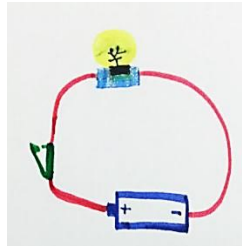


Şekil 1

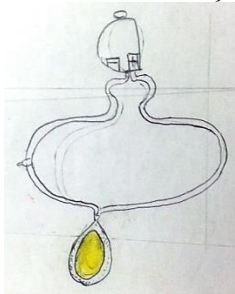
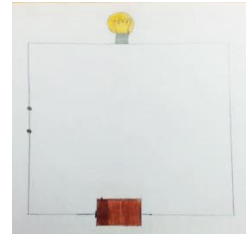
Deney grubunda uygulamalara 1 kaynaştırma öğrencisi de katılmıştır. Öğrenci uygulamalar sırasında diğer öğrencilerle birlikte her aşamada yer almıştır. Öğrencinin yaptığı çizim ve ilişkilendirme yandaki şekilde görülmektedir. Şekil 1’de de görüldüğü üzere öğrenci PSM modelini çizerek model elemanları olarak vana (anahtar), pompa (pil) ve balon (lamba) ile basit elektrik devresini oluşturan elemanlar arasında doğru bir analogik ilişki kurmuştur. Öğrenci yaptığı ilişkilendirmede sadece bağlantı kablosu ile plastik şeffaf hortum arasındaki benzetmeyi ifade etmemiştir.



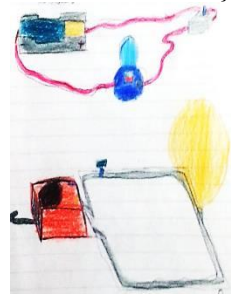
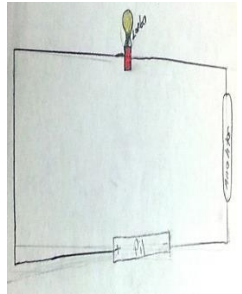
Şekil 2



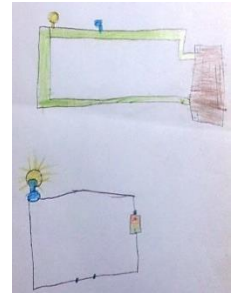
Şekil 3



Şekil 4

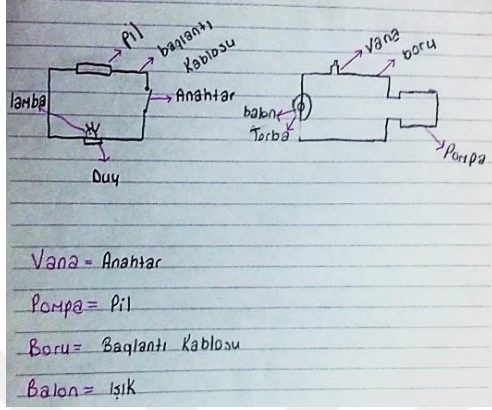


Şekil 5

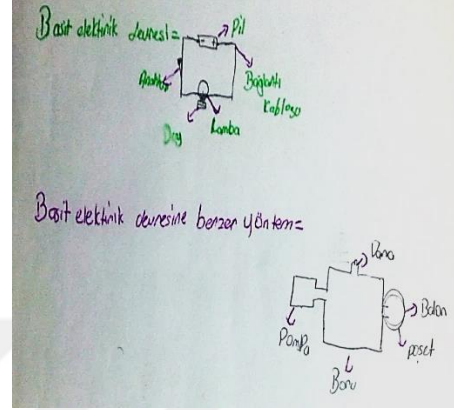


Şekil 6

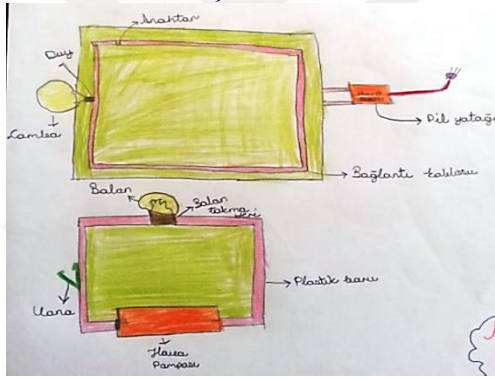
Şekil 2, 3, 4, 5 ve 6 incelendiğinde öğrencilerin yaptıkları çizimlerde hava pompası, balon, vana ve plastik şeffaf hortumlardan oluşan elemanları birbirine bağlayarak oluşturdukları PSM modeli ile modeli ilişkilendirdikleri pil, lamba, anahtar ve bağlantı kablolarından oluşan basit elektrik devresi görülmektedir.



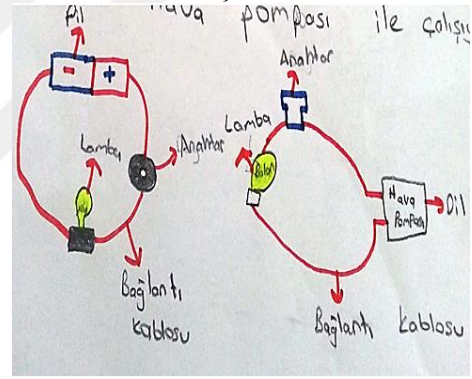
Şekil 7



Şekil 8

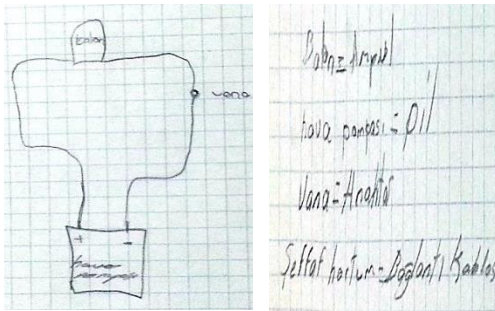


Şekil 9

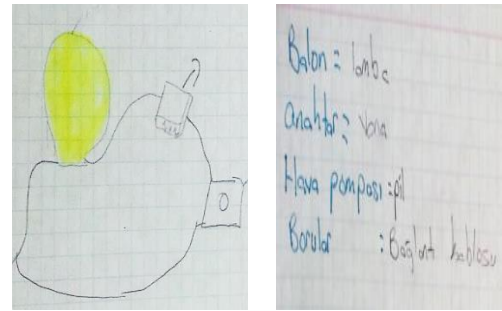


Şekil 10

Şekil 7, 8, 9 ve 10 incelendiğinde öğrencilerin PSM ve basit elektrik devresini çizdikleri, yaptıkları çizimler üzerinde her iki sistemde yer alan elemanları birbiri ile ilişkilendirerek yazılı olarak ifade ettikleri görülmektedir.

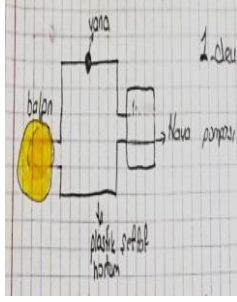


Şekil 11

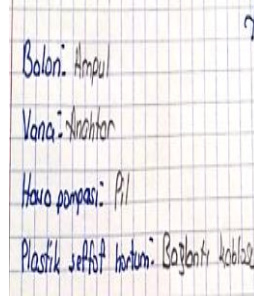


Şekil 12

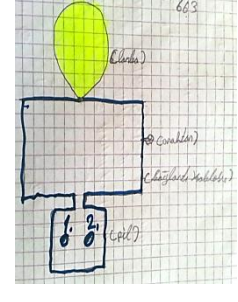




Şekil 13



Şekil 14



Şekil 15

Şekil 11, 12, 13, 14 ve 15 incelendiğinde öğrencilerin hava pompası, balon, vana ve plastik şeffaf hortumları birleştirerek PSM'yi çizdikleri görülmektedir. Analogik ilişkide ise PSM'yi oluşturan her bir model elemanının basit elektrik devresindeki karşılığını yazdıkları görülmektedir.

Öğrencilerin hedef ve kaynak kavram arasındaki ilişkiyi temsilen yaptıkları çizimlerin analogik modelin anlaşılır olduğunu ve öğretim amaçlı kullanılabileceğini göstermesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile PSM 1 ve PSM 2 kurulmuş ve çalıştırılmıştır.
- PSM 1 ve PSM 2 arasındaki farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir.
- PSM 1' de hava pompası birinci devirde çalıştırılmıştır. Sistemde bir balon yer almıştır.
- PSM 2' de hava pompası ikinci devirde çalıştırılmıştır. Sistemde bir balon yer almıştır.
- PSM 1 ve PSM 2'de yer alan hava pompası her iki sistem için de eşit süre çalıştırılmıştır. Süre tamamlandığında hava pompası durdurulmuştur. Öğrencilerden balonların şişme büyüklüklerini her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 1 ve PSM 2' de yer alan balonların şişme büyüklüklerinin farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 1 ve PSM 2 için balon sayısı, hava pompasının çalışma devri ve balonun şişme büyüklüğünü (küçük/büyük) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.

- Öğrencilerden PSM 1 ve PSM 2 ile basit elektrik devrelerini (BED) ilişkilendirmeleri ve basit elektrik devrelerini çizmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerin PSM 1 ve PSM 2 ile bu modellere karşılık gelen BED 1 ve BED 2 arasında analogik ilişki kurmaları sağlanmıştır.
- Öğrencilerden PSM ve BED'ler için balon büyüklüğü ve lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 1 ve BED 2 için lamba sayısı, pil sayısı ve lamba parlaklığını (az parlak/çok parlak) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.

Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında balon sayısı-lamba sayısı ve hava pompasının çalıştırıldığı devir-pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Balon sayısı sabit olmak koşulu ile hava pompasının çalışma devrini arttırdığımız zaman balonun şişme büyüklüğü artar. Lamba sayısı sabit olmak koşulu ile pil sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı artar.

Lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile PSM 2 ve PSM 3 kurulmuş ve çalıştırılmıştır.
- PSM 2 ve PSM 3 arasındaki benzerlikler ve farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir.
- PSM 2' de hava pompası ikinci devirde çalıştırılmıştır. Sistemde bir balon yer almıştır.
- PSM 3' de hava pompası ikinci devirde çalıştırılmıştır. Sistemde iki balon yer almıştır.
- PSM 2 ve PSM 3'de yer alan hava pompası her iki sistem için de eşit süre çalıştırılmıştır. Süre tamamlandığında hava pompası durdurulmuştur.
- Öğrencilerden balonların şişme büyüklüklerini her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 2 ve PSM 3' de yer alan balonların şişme büyüklüklerinin farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir.

- Öğrencilerden PSM 2 ve PSM 3 için balon sayısı, hava pompasının çalışma devri ve balonun şişme büyüklüğünü (küçük/büyük) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 2 ve PSM 3 ile basit elektrik devrelerini (BED) ilişkilendirmeleri ve basit elektrik devrelerini çizmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerin PSM 2 ve PSM 3 ile bu modellere karşılık gelen BED 2 ve BED 3 arasında analogik ilişki kurmaları sağlanmıştır.
- Öğrencilerden PSM ve BED'ler için balon büyüklüğü ve lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 2 ve BED 3 için lamba sayısı, pil sayısı ve lamba parlaklığını (az parlak/çok parlak) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.
- Kavramlar hakkında sonuç çıkarılmıştır. Hava pompasının çalıştırıldığı devir sabit olmak üzere balon sayısını arttırdığımız zaman balonun şişme büyüklüğü azalır. Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı azalır.
- Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavramları açıklanmıştır.
- Kurulan PSM 1-2-3'ü inceleyen öğrencilerden bu modellerdeki değişkenleri belirlemeleri ve bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri PSM 1- PSM 2 ve PSM 2 - PSM 3 arasında karşılaştırmalar yaparak ifade etmeleri istenmiştir.
- Kurulan BED 1-2-3'ü inceleyen öğrencilerden bu devrelerdeki değişkenleri belirlemeleri ve bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri BED 1 -BED 2 ve BED 2 - BED 3 arasında karşılaştırmalar yaparak ifade etmeleri istenmiştir.

Devre elemanlarının sembollerle gösterilmesi ve devre şemalarının öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- PSM' de yer alan model elemanlarının adları listelenmiştir.
- Öğrencilerden model elemanına karşılık gelen devre elemanının adını, resmini ve sembolünü bir tablo halinde göstermeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 1' e karşılık gelen BED 1' in devre şemasını çizmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden PSM 2' ye karşılık gelen BED 2' nin devre şemasını çizmeleri istenmiştir.

- Öğrencilerden PSM 3' e karşılık gelen BED 3' ün devre şemasını çizmeleri istenmiştir.

Hatalı devrelerin düzeltilmesinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Basit bir elektrik devresinde yer alan lambanın ışık vermesi için sağlanması gereken ön koşullar PSM modeli kullanılarak anlatılmıştır.
- Hava pompasından çıkan havanın iletimi ve balonun şişmesi için tüm model elemanlarının birbirine plastik şeffaf hortumlarla doğru bir şekilde bağlanması gerektiği ifade edilmiştir.
- Plastik şeffaf hortumda bir kesik olma durumunda balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Hava pompasının sisteme doğru bir şekilde bağlanmaması durumunda balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Hava pompasının çalıştırılmaması ya da sisteme bağlanmaması durumunda balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Balonun delik ya da patlak olması durumunda balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Vananın kapalı olması durumunda balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Hava pompası ile balon arasında tek yönlü bir bağlantı olduğunda yani sistem kapalı bir sistem olmadığında balonun şişmeyeceği ifade edilmiştir.
- Öğrencilerden hatalı PSM ile hatalı BED arasında analogik ilişki kurmaları ve kavramlarla ilgili sonuç çıkarmaları istenmiştir.
- PSM üzerinde kendilerine sunulan farklı durumları BED ile ilişkilendirerek hangi durumlarda bir elektrik devresinin hatalı olarak kabul edilebileceğini ifade etmeleri istenmiştir.
- Ayrıca hatalı PSM ve hatalı BED'i düzeltmek için ne yapmaları gerektiği de sorulmuştur.

Ayrıca araştırmada aşağıdaki analogik ilişki deney grubunda ders işlenişi sırasında sürekli vurgulanmıştır.

Tablo 2.9.2.1.1: Pnömatik Sistem Modeli ile Baist Elektrik Devresi Arasındaki Analojik İlişki

Pnömatik Sistem Modeli	
Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Hava pompası	Pil
Plastik şeffaf hortum	Bağlantı kablosu
Vana	Anahtar
Plastik balon	Lamba
Plastik balonun şişme büyüklüğü	Lambanın parlaklığı

PSM’ de balonların poşet içinde olması hem iki balonun eşit büyüklükte şişmesinin sağlanması hem de lamba parlaklığının bir sınırının olduğunun gösterilmesi bakımından önemlidir. Çünkü lamba parlaklığı pil sayısının artışına bağlı olarak sürekli artmaz ve lamba patlar. Bu nedenle poşet içinde şişirilen balon da bir aşamadan sonra patlamıştır. Bu şekilde öğrenciler pil sayısının sürekli artışında belli bir değerden sonra lambanın patlaması ile hava pompası çalışmaya devam ettikçe dıştan bir poşet ile sınırlandırılan balonun patlaması arasında ilişki kurmuşlardır.

PSM’ de kaynak-hedef kavram arasındaki farklılıklar önce öğrencilere sorulmuş daha sonra da öğretmen tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

- Basit elektrik devresinde elektrik akımı pile geri dönerken PSM’ de hava pompaya geri dönmez.
- Basit elektrik devresinde lambanın yanması için pil devreden ayrılmaz. PSM’ de ise sistemi sabitlemek için hava pompası durdurulur.
- Basit elektrik devresinde lambanın yanması için anahtar kapalı, PSM’ de balonun şişmesi için vana açık olmalıdır.
- Hava pompasından yayılan hava tek bir yol izleyerek balona ulaşır ve balonlar arasında hava geçişi olmaz. Fakat devrede lambalar arasında akım geçişi olur.

### 2.9.2.2.Kontrol Grubu ile Yapılan Uygulama

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme stratejisi benimsenmiştir (MEB, 2013a). Ancak araştırmada kontrol grubunda ders işleyen öğretmen dersi geleneksel öğretim yöntemine uygun olacak şekilde işlemiştir. Bu nedenle bu araştırmada kontrol grubunda dersin öğretim programı dikkate alınarak analogik model (PSM) kullanılmadan geleneksel öğretim yöntemi ile işlendiği ifade edilmiştir.

Pil, lamba, duy, anahtar, bağlantı kabloları kullanılarak basit bir elektrik devresi kurulabileceği ifade edilmiştir.

Basit elektrik devresini (BED) oluşturan devre elemanları ve elemanların devredeki görevleri tek tek açıklanmıştır.

Devreyi oluşturan tüm elemanlar bir araya getirilerek basit elektrik devresi kurulmuştur.

Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 1 ve BED 2 kurulmuş ve çalıştırılmıştır.
- BED 1 ve BED 2 arasındaki farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir.
- BED 1’ de devrede bir pil ve bir lamba yer almıştır.
- BED 2’ de devrede iki pil ve bir lamba yer almıştır.
- Öğrencilerden lamba parlaklıklarını her iki devreyi karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 1 ve BED 2’ de yer alan lambaların parlaklıklarının farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 1 ve BED 2 için lamba sayısı, pil sayısı ve lamba parlaklığını (az parlak/çok parlak) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.
- Öğrencilerden basit elektrik devrelerini (BED 1 ve BED 2) çizmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 1 ve BED 2 için lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir.
- Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Lamba sayısı sabit olmak koşulu ile pil sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı artar.

Lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini göstermek amacı ile BED 2 ve BED 3 kurulmuş ve çalıştırılmıştır.
- BED 2 ve BED 3 arasındaki benzerlikler ve farklılıklar öğrenciler tarafından gözlemlenmiştir.

- BED 2’de devrede iki pil ve bir lamba yer almıştır.
- BED 3’ de devrede iki pil ve iki lamba yer almıştır.
- Öğrencilerden lamba parlaklıklarını her iki modeli karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 2 ve BED 3’ de lamba parlaklıklarının farklı olma nedenlerini açıklamaları istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 2 ve BED 3 için lamba sayısı, pil sayısı ve lamba parlaklığını (az parlak/çok parlak) içeren tabloyu doldurmaları istenmiştir.
- Öğrencilerden basit elektrik devrelerini (BED 2 ve 3) çizmeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 2 ve BED 3 için lamba parlaklığının hangi durumlarda azalacağını hangi durumlarda artacağını ifade etmeleri istenmiştir.
- Lamba parlaklığını etkileyen kavramlar hakkında lamba sayısı ve pil sayısı bağlamında sonuç çıkarılmıştır. Pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı azalır.
- Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavramları açıklanmıştır.
- BED 1-2-3’ü inceleyen öğrencilerden bu devrelerdeki değişkenleri belirlemeleri ve bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri BED 1-BED 2 ve BED 2-BED 3 arasında karşılaştırmalar yaparak ifade etmeleri istenmiştir.

Devre elemanlarının sembollerle gösterilmesi ve devre şemalarının öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının adları listelenmiştir.
- Öğrencilerden devre elemanının adını, resmini ve sembolünü bir tablo halinde göstermeleri istenmiştir.
- Öğrencilerden BED 1, BED 2 ve BED 3 için devre şemaları çizmeleri istenmiştir.

Hatalı devrelerin düzeltilmesinin öğretimi sırasında gerçekleştirilen etkinlikler aşağıda ifade edilmiştir.

- Basit bir elektrik devresinde yer alan lambanın ışık vermesi için sağlanması gereken ön koşullar basit elektrik devresi kullanılarak anlatılmıştır.
- Pilden çıkan elektrik enerjisinin iletimi ve lambanın yanması için tüm devre elemanlarının birbirine bağlantı kabloları ile doğru bir şekilde bağlanması gerektiği ifade edilmiştir.

- Bağlantı kablosunda bir kesik ya da kopukluk olma durumunda lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Pilin devreye doğru bir şekilde bağlanmaması durumunda lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Pilin devreye bağlanmaması durumunda lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Lambanın içindeki telin kopuk olması ya da lambanın patlak olması durumunda lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Anahtarın açık olması durumunda lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Pil ile lamba arasında tek yönlü bir bağlantı olduğunda yani sistem kapalı bir sistem olmadığında lambanın yanmayacağı ifade edilmiştir.
- Öğrencilerden hatalı basit elektrik devreleri ile ilgili sonuç çıkarmaları istenmiştir.
- Öğrencilerden hangi durumlarda bir elektrik devresinin hatalı olarak kabul edilebileceğini ifade etmeleri istenmiştir.
- Ayrıca öğrencilere hatalı basit elektrik devrelerini düzeltmek için ne yapmaları gerektiği de sorulmuştur.

Tablo 2.9.2.2.1: Deney ve Kontrol Grupları ile Yapılan Uygulamalardaki Öğrenci Sayıları

Ön Test	Son Test	Bölüm	Süre	Öğrenci sayısı	
				DG	KG
31.03.2014	26.05.2014	Bölüm 1	20 dakika	49	49
01.04.2014	27.05.2014	Bölüm 2	20 dakika	49	49
02.04.2014	28.05.2014	Bölüm 3	20 dakika	49	49
02.04.2014	28.05.2014	Bölüm 4	20 dakika	49	49
03.04.2014	29.05.2014	Bölüm 5	40 dakika	49	49
04.04.2014	30.05.2014	Tutum ölçeği	20 dakika	49	49

DG: Deney grubu, KG: Kontrol grubu

## 2.10. Veri Toplama Aracının Uygulanması ve Verilerin Toplanması

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları bir soruya başka bir sorunun cevap olma olasılığını önlemek amacı ile bir haftalık bir süre içerisinde farklı günlerde ve farklı ders saatlerinde tek tek uygulanmıştır. Veri toplama araçları ön ve son test olmak üzere deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilere aynı gün içerisinde farklı ders saatlerinde uygulanarak veriler toplanmıştır.



## **2.11.Verilerin Analizi**

### **2.11.1.Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi**

Başarı testinin ön ve son test olarak uygulanması neticesinde elde edilen nicel verilerin analizinde gruplar arası ve grup içinde yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır.

Başarı testinin değerlendirilmesinde öğrencilerin yaptıkları doğru cevap sayıları dikkate alınarak hesaplanan puanlar 100'lük sisteme dönüştürülmüştür.

Ölçme araçlarının ön ve son test olarak uygulanması sonucunda deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin aldıkları puanlar SPSS 17.0 paket programına girilmiştir.

SPSS 17.0 programı kullanılarak deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testten elde ettikleri puanların normal dağılıma uygun olup olmadığı incelenmiştir.

Verilerin normal dağılıma uygunluk gösterdiği durumlar için parametrik, normal dağılıma uygun olmadığı durumlar için ise parametrik olmayan testler kullanılarak analiz yapılmıştır.

Araştırma neticesinde elde edilen nitel veriler ise nitel araştırmalarda kullanılan içerik analizi yönteminden yararlanılarak çözümlenmiştir.

Uygulama sonunda öğrencilerden toplanan cevap kağıtlarına her öğrenci için bir numara verilmiştir.

Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin cevapları kâğıtlara verilen numaralar kullanılarak her soru için tek tek yazılmıştır.

Öğrencilerin yapmış oldukları basit elektrik devresine yönelik çizimler örnek resimlere tezde yer vermek amacı ile numaralandırılıp taranarak dijital ortama aktarılmıştır.

Veri analizi için araştırmanın kavramsal çerçevesinde ve araştırma sorularında yer alan boyutlar göz önünde bulundurularak araştırma öncesinde oluşturulan çerçeve dikkate alınarak verilerin altına yerleşeceği temalar belirlenmiştir.

Daha önceden belirlenen çerçeve bağlamında veriler okunmuştur. Ayrıca araştırma önceden belirlenen çerçeveye uygulama sonunda saptanan yeni kod ve kategoriler de dahil edilmiştir.

Veriler anlamlı ve mantıklı olacak şekilde birleştirilmiş ve tanımlanmıştır. Tanımlanan veriler açıklanmış, ilişkilendirilmiş ve anlamlandırılmıştır.

İçerik analizi yapılan veriler (1) Verilerin kodlanması, (2) Temaların oluşturulması, (3) Verilerin kodlara ve temalara göre düzenlenmesi ve tanımlanması, (4) Bulguların yorumlanması olmak üzere 4 aşamada çözümlenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 227-239).

Kategorilere yerleştirilen cevaplara ait frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır.

Ortak kategorileri belirleyebilmek için öğrencilerin cevapları birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Ortak kategoriler, bu kategorilere ait frekans ve yüzde değerleri kullanılarak tablolar oluşturulmuş ve hazırlanan tablolar yorumlanmıştır.

Oluşturulan alt ve ana temaların altına yerleştirilen veriler öğrencilerin ifadelerinden doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Yapılan doğrudan alıntılar italik olarak gösterilmiş ve ifadeler için öğrenci sayıları verilmiştir. Yapılan bu doğrudan alıntılarla öğrencilerin ifadeleri açık ve net bir biçimde yansıtılmıştır.

### **2.11.2. Tutum Ölçeğinden Elde edilen Verilerin Analizi**

Tutum ölçeğinin ön ve son test olarak uygulanması neticesinde elde edilen nicel verilerin analizinde gruplar arası ve grup içinde yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır. SPSS 17.0 programı kullanılarak deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin ön ve son testten elde ettikleri puanların normal dağılıma uygun olup olmadığı incelenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluk gösterdiği durumlar için parametrik, normal dağılıma uygun olmadığı durumlar için ise parametrik olmayan testler kullanılarak analiz yapılmıştır.

### **2.11.3.Zihinsel Modellerin Analizi**

Öğrencilerin zihinsel modelleri çizim, bu çizimlere ilişkin yaptıkları açıklamalar ve yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanan verilerin analizi neticesinde belirlenmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir.

### **2.11.4.Kavram Yanılgılarının Analizi**

Öğrencilerin konuya yönelik sahip oldukları kavram yanılgıları içerik analizi ile çözümlenmiştir.

İç geçerliği sağlamak için derinlik odaklı veri toplama, çeşitleme (üçgenleme) ve uzman incelemesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Verilerin araştırma sorularına cevap verme yeterliliği ile ulaşılan sonuçların gerçeği yansıtmada durumunu saptamak amacıyla çizim, yazılı açıklama ve görüşmelerle elde edilen verilerle derinlik odaklı veri toplanmıştır. Ulaşılan sonuçların inandırıcılığını, geçerliğini ve güvenilirliğini arttırmak için veri toplama aracının uygulanması neticesinde elde edilen veriler görüşme ile desteklenerek teyit edilmiş, açıklanmış ve zenginleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 266-267). Analiz edilen veriler bir uzman tarafından da incelenmiştir.

Dış geçerliği sağlamak için ayrıntılı betimleme yapılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen ham veriler kavram ve temalara göre yeniden düzenlenerek sunulmuş; öğrenci cevaplarından doğrudan alıntılarla desteklenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 270-271).

Çizim, yazılı açıklama, ölçek ve görüşme yolu ile elde edilen verilerin güvenilirlik ve iç geçerliğini güçlendirmek amacıyla analiz çeşitlemesi (üçgenlemesi) yapılarak SPSS analizi ve içerik analizi kullanılmıştır (Çepni, 2007: 154-155).

Ayrıca araştırmada açık uçlu soruların anlama düzeyleri bağlamında değerlendirilmesinde Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek (1992) tarafından belirlenen kriterler kullanılmıştır.

Tablo 2.11.1: Açık Uçlu Soruların Değerlendirildiği Anlama Düzeyleri

<b>Anlama Düzeyleri</b>	<b>Kriterler</b>
Tam anlama (TA)	Geçerli cevabın tamamını içeren cevaplar
Kısmi anlama (KA)	Geçerli cevabın tamamını içermeyen bir kısmını içeren cevaplar
Kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA)	Kısmen anlama ile birlikte kavram yanlışlığı içeren cevaplar
Kavram yanlışlığı (KY)	Bilimsel anlamda yanlış olan cevaplar
Anlamama (A)	Cevap vermeme, bilmiyorum, anlamadım vb. cevaplar
	Soruyu tekrarlama
	İlgili ya da net olmayan cevaplar



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR

#### 3.1.Başarı Testinin Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan başarı testine ait ön ve son test verilerinin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Normal dağılıma ait anlamlılık değerleri Tablo 3.1.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1.1: Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Başarı Testine Ait Ön ve Son Test Verilerinin Normal Dağılım için Anlamlılık Değerleri

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Deney Grubu Ön Test	,111	49	,180	,983	49	,675
Deney Grubu Son Test	,160	49	,003	,867	49	,000
Kontrol Grubu Ön Test	,118	49	,083	,963	49	,130
Kontrol Grubu Son Test	,171	49	,001	,909	49	,001

Grup büyüklüğü 50’den küçük iken Shapiro-Wilk, büyük iken Kolmogorov-Smirnov testi, puanların normal dağılıma uygun olup olmadığını incelemek amacıyla kullanılan iki testtir (Büyüköztürk, 2012: 42). Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrenci sayısı 50’den küçük olduğu için Shapiro-Wilk kısmında yer alan anlamlılık değerleri incelenerek verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı ile ilgili karar verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere  $p>,05$  koşulunu sağladığı için deney grubu ön test ( $p=,675$ :  $p>,05$ ) ve kontrol grubu ön test ( $p=,130$ :  $p>,05$ ) verilerinin normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmıştır.  $p>,05$  koşulunu sağlamadığı için deney grubu son test ( $p=,000$ :  $p<,05$ ) ve kontrol grubu son test ( $p=,001$ :  $p<,05$ ) verilerinin normal dağılıma uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Ayrıca deney ve kontrol gruplarına uygulanan ön ve son test verilerine ait çarpıklık ve basıklık katsayılarına da bakılmıştır. Çarpıklık ve basıklık katsayıları  $-/+1$  sınırları içinde olduğu durumlar için verilerin normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmıştır (Büyüköztürk, 2012: 40).

Tablo 3.1.2: Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Başarı Testine Ait Ön ve Son Test Verilerinin Çarpıklık-Basıklık Kat Sayıları ve Normal Dağılıma Uygunluğu

Grup-Test Türü	Çarpıklık Basıklık	Katsayı	Normal Dağılıma Uygunluk
Deney Grubu	Ön Test	Skewness	,314
		Kurtosis	-,454
	Son Test	Skewness	-1,352
		Kurtosis	1,486
Kontrol Grubu	Ön Test	Skewness	,465
		Kurtosis	,045
	Son Test	Skewness	-,300
		Kurtosis	-1,397

Skewnes: Çarpıklık, Kurtosis: Basıklık

Deney ve kontrol grupları için grup içi ve gruplar arası yapılan karşılaştırmalarda verilerin normal dağılıma uygun olduğu durumlar için parametrik testler, verilerin normal dağılıma uygun olmadığı durumlar için parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda kullanılan test türleri Tablo 3.1.3’de verilmiştir.

Tablo 3.1.3: Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmalarda Kullanılan Test Türleri

Gruplar	Test Türü	Analizde Kullanılan İstatistik Testi Türü
Deney Grubu – Kontrol Grubu	Ön Test	Bağımsız T Testi
Deney Grubu	Ön-Son Test	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Kontrol Grubu	Ön-Son Test	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Deney Grubu – Kontrol Grubu	Son Test	Mann-Whitney U Testi

Başarı testinin ön ve son test olarak uygulanması sonucunda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin aldıkları puanlara ait aritmetik ortalamalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1.4: Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Ön-Son Testinden Aldıkları Puanların Aritmetik Ortalaması

Grup	Test Türü	N	X
Deney Grubu	Ön test	49	41,04
	Son test	49	79,25
Kontrol Grubu	Ön test	49	42,11
	Son test	49	62,21

N: deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısı, X: ortalama

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan başarı testinin ön test sonuçlarına ait veriler normal dağılıma uygun olduğu için gruplar arası yapılan karşılaştırmada Bağımsız T Testi kullanılmıştır.

Tablo 3.1.5: Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Ön Testi için Bağımsız T Testi Sonuçları

Grup	N	X	S	Sd	T	p	Açıklama
Deney Grubu	49	41,04	20,01	96	-,268	,789	p>,05
Kontrol Grubu	49	42,11	19,43				anlamsız

N: deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısı, X: ortalama, S: standart sapma, sd: serbestlik derecesi, p: anlamlılık düzeyi

Ön test sonuçlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir,  $t(96)=-,268$ ,  $p=,789$ :  $p>,05$ . Deney grubundaki öğrencilerin ön test başarı puanları ( $X=41,04$ ) ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test başarı puanları ( $X=42,11$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur. Bu sonuçtan öğretim öncesinde deney ve kontrol gruplarının başarı puanları bakımından birbirine denk olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubunda ön test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun iken son test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun olmadığı için grup içi yapılan karşılaştırmada Bağımlı T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası başarılarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1.6: Deney Grubunun Başarı Ön ve Son Testi için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Açıklama
Negatif Sıra	4	6,50	26,00	-5,765*	,000	p<,05 anlamlı
Pozitif Sıra	44	26,14	1150,00			
Eşit	1	-	-			

\*Negatif sıralar temeline dayalı

Pozitif sıra: deney grubu için son test başarı puanı > deney grubu için ön test başarı puanı

Negatif sıra: deney grubu için son test başarı puanı < deney grubu için ön test başarı puanı

Eşit: deney grubu için son test başarı puanı = deney grubu için ön test başarı puanı

Analiz sonuçları deney grubundaki öğrencilerin başarı testinden aldıkları ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir,  $z=-5,765$ ,  $p=,000$ :  $p<,05$ . Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir.

Kontrol grubunda ön test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun iken son test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun olmadığı için grup içi yapılan karşılaştırmada Bağımlı T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası başarılarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1.7: Kontrol Grubunun Başarı Ön ve Son Testi için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Açıklama
Negatif Sıra	11	17,95	197,50	-3,879*	,000	p<,05 anlamlı
Pozitif Sıra	36	25,85	930,50			
Eşit	2	-	-			

\*Negatif sıralar temeline dayalı

Pozitif sıra: kontrol grubu için son test başarı puanı > kontrol grubu için ön test başarı puanı

Negatif sıra: kontrol grubu için son test başarı puanı < kontrol grubu için ön test başarı puanı

Eşit: kontrol grubu için son test başarı puanı = kontrol grubu için ön test başarı puanı

Analiz sonuçları kontrol grubundaki öğrencilerin başarı testinden aldıkları ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir,  $z=-3,879$ ,  $p=,000$ :  $p<,05$ . Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu görülmektedir.



Deney ve kontrol gruplarının son test sonuçlarına ait veriler normal dağılıma uygun olmadığı için gruplar arası yapılan karşılaştırmada Bağımsız T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Mann Whitney U Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analojik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrenciler ile geleneksel öğretime uygun ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilerin son testten aldıkları puanların Mann Whitney U Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1.8: Deney ve Kontrol Gruplarının Başarı Son Testi için Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Açıklama
Deney Grubu	49	59,15	2898,50	727,500	,001	p<,05
Kontrol Grubu	49	39,85	1952,50			anlamlı

Tablodaki değerler incelendiğinde araştırma sonucunda analojik model kullanılarak ders işlenen öğrencilerle analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime dayalı ders işlenen öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır,  $U = 727,500$ ,  $p = ,001$ :  $p < ,05$ . Sıra ortalamaları dikkate alındığında analojik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrencilerin (59,15) analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime göre ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilere (39,85) göre başarılarının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç analojik modelin öğrenci başarısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

### 3.2. Tutum Ölçeğinin Ön Test ve Son Test Uygulamalarından Elde Edilen Bulgular

Tutum ölçeğinin deney ve kontrol gruplarına ön ve son test olarak uygulanması sonucunda elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu incelenmiştir. Normal dağılıma ait anlamlılık değerleri Tablo 3.2.1’de verilmiştir.

Tablo 3.2.1: Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Tutum Ölçeğine Ait Ön ve Son Test Verilerinin Normal Dağılım için Anlamlılık Değerleri

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Deney Grubu Ön Test	,100	49	,200	,920	49	,003
Deney Grubu Son Test	,151	49	,007	,885	49	,000
Kontrol Grubu Ön Test	,122	49	,065	,925	49	,004
Kontrol Grubu Son Test	,139	49	,019	,851	49	,000

Grup büyüklüğü 50'den küçük iken Shapiro-Wilk, büyük iken Kolmogorov-Smirnov testi, puanların normal dağılıma uygun olup olmadığını incelemek amacıyla kullanılan iki testtir (Büyüköztürk, 2012: 42). Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrenci sayısı 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk kısmında yer alan anlamlılık değerleri incelenerek verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı ile ilgili karar verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere  $p > ,05$  koşulunu sağlamadığı için deney grubu ön test ( $p = ,003$ :  $p < ,05$ ), kontrol grubu ön test ( $p = ,004$ :  $p < ,05$ ), deney grubu son test ( $p = ,000$ :  $p < ,05$ ) ve kontrol grubu son test ( $p = ,000$ :  $p < ,05$ ) verilerinin normal dağılıma uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Ayrıca deney ve kontrol gruplarına uygulanan tutum ölçeğine ait ön ve son test verilerine ait çarpıklık ve basıklık katsayılarına da bakılmıştır. Çarpıklık ve basıklık katsayıları  $-/+ 1$  sınırları içinde olan verilerin normal dağılıma uygun olduğu anlaşılmıştır (Büyüköztürk, 2012: 40).

Tablo 3.2.2: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön ve Son Test Verilerine Ait Çarpıklık-Basıklık Kat Sayıları ve Normal Dağılıma Uygunluk

Grup-Test Türü	Çarpıklık Basıklık	Katsayı	Normal Dağılıma Uygunluk
Deney Grubu	Ön Test	Skewness	-,851
		Kurtosis	,172
	Son Test	Skewness	-1,037
		Kurtosis	,212
Kontrol Grubu	Ön Test	Skewness	-,999
		Kurtosis	,760
	Son Test	Skewness	-1,667
		Kurtosis	3,489

Skewnes: Çarpıklık, Kurtosis: Basıklık

Deney ve kontrol grupları için grup içi ve gruplar arası yapılan karşılaştırmalarda verilerin normal dağılıma uygun olduğu durumlar için parametrik testler, verilerin normal dağılıma uygun olmadığı durumlar için parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda kullanılan test türleri Tablo 3.2.3'te verilmiştir.

Tablo 3.2.3: Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırmalarda Kullanılan Test Türleri

Gruplar	Test Türü	Analizde Kullanılan İstatistik Testi Türü
Deney Grubu – Kontrol Grubu	Ön Test	Mann-Whitney U Testi
Deney Grubu	Ön-Son Test	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Kontrol Grubu	Ön-Son Test	Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi
Deney Grubu – Kontrol Grubu	Son Test	Mann-Whitney U Testi

Tutum ölçeğinin ön ve son test olarak uygulanması sonucunda deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin aldıkları puanlara ait aritmetik ortalamalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.2.4: Deney ve Kontrol Gruplarının Tutum Ölçeği Ön-Son Testinden Aldıkları Puanların Aritmetik Ortalaması

Grup	Test Türü	N	X
Deney Grubu	Ön test	49	80,21
	Son test	49	81,46
Kontrol Grubu	Ön test	49	79,01
	Son test	49	78,12

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan tutum ölçeğinin ön test sonuçlarına ait veriler normal dağılıma uygun olmadığı için gruplar arası yapılan karşılaştırmada Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır.

Tablo 3.2.5: Deney ve Kontrol Gruplarının Tutum Ölçeği Ön Testi için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Açıklama
Deney Grubu	49	51,05	2501,50	1124,500	,589	p>,05
Kontrol Grubu	49	47,95	2349,50			anlamsız

N: deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayısı, p: anlamlılık düzeyi

Ön test sonuçlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir, U= 1124,500, p= ,589: p>,05. Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubu (51,05) ile kontrol grubunun (47,95) tutum puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuçtan öğretim öncesinde

deney ve kontrol gruplarının tutum puanları açısından birbirine denk olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubuna uygulanan tutum ölçeğine ait ön test ve son test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun olmadığı için grup içi yapılan karşılaştırmada Bağımlı T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.2.6: Deney Grubunun Tutum Ölçeği Ön ve Son Testi için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	Açıklama
Negatif Sıra	22	23,52	517,50	-,723	,469	p>,05
Pozitif Sıra	26	25,33	658,50			anlamsız
Eşit	1	-	-			

\*Pozitif sıralar temeline dayalı

Pozitif sıra: deney grubu için son test tutum puanı > deney grubu için ön test tutum puanı

Negatif sıra: deney grubu için son test tutum puanı < deney grubu için ön test tutum puanı

Eşit: deney grubu için son test tutum puanı = deney grubu için ön test tutum puanı

Analiz sonuçları deney grubundaki öğrencilerin tutum ölçeğinden aldıkları ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir, z=-,723, p=,469: p>,05.

Kontrol grubunda ön test ve son test sonucunda elde edilen veriler normal dağılıma uygun olmadığı için grup içi yapılan karşılaştırmada Bağımlı T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.2.7: Kontrol Grubunun Tutum Ölçeği Ön ve Son Testi için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test-Ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	Açıklama
Negatif Sıra	25	24,88	622,00	-,095	,925	p>,05
Pozitif Sıra	24	25,13	603,00			anlamsız
Eşit	0					

\*Pozitif sıralar temeline dayalı

Pozitif sıra: kontrol grubu için son test tutum puanı > kontrol grubu için ön test tutum puanı

Negatif sıra: kontrol grubu için son test tutum puanı < kontrol grubu için ön test tutum puanı

Eşit: kontrol grubu için son test tutum puanı = kontrol grubu için ön test tutum puanı

Analiz sonuçları kontrol grubundaki öğrencilerin tutum ölçeğinden aldıkları ön ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir,  $z=-,095$ ,  $p=,925$ :  $p>,05$ .

Deney ve kontrol gruplarının son test sonuçlarına ait veriler normal dağılıma uygun olmadığı için gruplar arası yapılan karşılaştırmada Bağımsız T Testinin parametrik olmayan karşılığı olarak Mann Whitney U Testi kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analojik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrenciler ile geleneksel öğretime uygun ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilerin son testten aldıkları puanların Mann Whitney U Testi sonuçları tabloda verilmiştir.

Tablo 3.2.8: Deney ve Kontrol Gruplarının Tutum Ölçeği Son Testi için Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Açıklama
Deney Grubu	49	52,12	2554,00	1072,00	,361	$p>,05$
Kontrol Grubu	49	46,88	2297,00			anlamsız

Tablodaki değerler incelendiğinde araştırma sonucunda analojik model kullanılarak ders işlenen öğrencilerle analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime dayalı ders işlenen öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır,  $U=1072,00$ ,  $p=,361$ :  $p>,05$ .

### 3.3.Basit Elektrik Devresi Çizimi

“Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde öğrencilerin farklı elektrik devrelerindeki pil ve lamba sayılarını değiştirerek bu değişimin devre üzerindeki etkilerini keşfetmeleri, devre elemanlarını sembollerle göstererek devre şeması çizimleri, devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemini kavramaları, çizdikleri devreleri kurmaları ve çalışmalarını amaçlanmaktadır. Öğrencilerin ünite kapsamında belirtilen kazanımlara ulaşabilmeleri öncelikli olarak basit elektrik devresini doğru bağlantılar yaparak lamba ışık verecek şekilde kurabilmelerine bağlıdır. Bu nedenle Bölüm 1’de öğrencilerden “Size verilecek bir pil, bir lamba, bir duyu, bir anahtar ve bağlantı kablosundan oluşan malzemeleri kullanarak basit bir elektrik devresini lamba yanacak şekilde nasıl kurarsınız?” sorusuna cevap verecek şekilde basit bir elektrik devresi çizimleri istenmiştir.

Tablo 3.3.1: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresine İlişkin Zihinsel Modellerini Yansıtan Çizimlerin Frekans ve Yüzde Değerleri

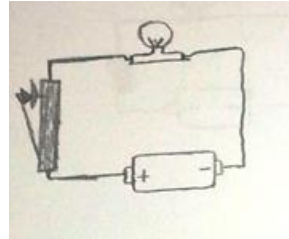
			ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
Örnek Şekil ve Zihinsel Model (ZM)			f	%	f	%	f	%	f	%
Devre elemanlarının gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizim			10	20,4	13	26,5	30	61,2	24	49,0
Lamba	Resim gösterimi	Şekil 3.3.1 (ZM 1-2)	48	98,0	49	100,0	48	98,0	44	89,8
	Sembol gösterimi	Şekil 3.3.2 (ZM 4)	-	-	-	-	1	2,0	5	10,2
	Resim ya da sembole uygun değil	Şekil 3.3.3 (ZM 6)	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Sayı hatalı	Şekil 3.3.2 (ZM 3)	2	4,1	2	4,1	4	8,2	4	8,2
Pil	Resim gösterimi	Şekil 3.3.1 (ZM 1-2)	48	98,0	48	98,0	47	95,9	45	91,8
	Sembol gösterimi	Şekil 3.3.2 (ZM 3-4)	-	-	1	2,0	2	4,1	3	6,1
	Çizilmemiş	Şekil 3.3.5 (ZM 10)	1	2,0	-	-	-	-	1	2,0
	Sayı hatalı	Şekil 3.3.4 (ZM 3-9)	22	44,9	31	63,3	5	10,2	3	6,1
	+ ve - kutup çizimi	Şekil 3.3.1 (ZM 1-2)	10	20,4	13	26,5	44	89,8	37	77,5
	Kutupların yanlış yerleşimi	Şekil 3.3.2 (ZM 3)	-	-	2	4,1	-	-	1	2,0
Anahtar	Resim gösterimi	Şekil 3.3.1 (ZM 1-2)	40	81,6	48	98,0	36	73,5	30	61,2
	Sembol gösterimi	Şekil 3.3.2 (ZM 5-15)	3	6,1	-	-	13	26,5	17	34,7
	Resim ya da sembole uygun değil	Şekil 3.3.3 (ZM 6-7)	2	4,1	-	-	-	-	1	2,0
	Çizilmemiş	Şekil 3.3.5 (ZM 9-11)	4	8,2	1	2,0	-	-	1	2,0
	Sayı hatalı	Şekil 3.3.4 (ZM 8)	2	4,1	1	2,0	-	-	-	-
	Açık	Şekil 3.3.8 (ZM 3-12-13)	3	6,1	2	4,1	3	6,1	4	8,2
Bağlantı	Tek kutuplu model	Şekil 3.3.9 (ZM 9)	6	12,2	9	18,4	-	-	-	-
	Devre elemanları arasındaki bağlantı eksik	Şekil 3.3.10 (ZM 14)	3	6,1	6	12,2	1	2,0	-	-
	Pilin devreye bağlanma şekli hatalı	Şekil 3.3.11 (ZM 5-15)	1	2,0	1	2,0	1	2,0	5	10,2
	Gereksiz bağlantı	Şekil 3.3.12 (ZM 16)	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	Kısa devre	Şekil 3.3.13 (ZM 17)	2	4,1	-	-	-	-	-	-
Elemanların devreden bağımsız çizimi	Anahtar	Şekil 3.3.14 (ZM 18)	3	6,1	6	12,2	-	-	-	-
	Pil	Şekil 3.3.14 (ZM 18)	4	8,2	-	-	-	-	-	-
	Lamba	Şekil 3.3.14 (ZM 18)	2	4,1	-	-	-	-	-	-

ZM: Zihinsel Model

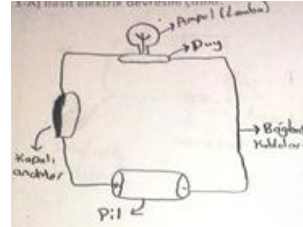
Öğrencilerin yaptıkları çizimler incelenerek zihinsel modelleri analiz edilmiş ve öğrencilerde Tek Kutuplu Model, Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli, Kısa Devre Modeli, Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Bağımsız Elemanlar Modeli, Fazla Eleman Modeli, Pozitif-Negatif Kutup Modeli, Gereksiz Bağlantı Modeli, Eksik Eleman Modeli, Sembol Gösterim Modeli olarak adlandırılan modeller saptanmıştır. Saptanan modeller alanyazındaki benzerlikler ve farklılar açısından ifade edilmiştir.

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Basit Elektrik Devresi Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Öğretim sonunda deney grubundaki öğrencilerin % 61,2, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 49,0'unun basit elektrik devresini lamba ışık verecek şekilde çizebildiği (ZM 1-2) saptanmıştır. Diğer öğrencilerin ise kendi ön bilgi, deneyim ve zihinsel modellerini yansıtacak şekilde hatalı çizimler yaptıkları görülmüştür. Araştırma sonucunda geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak ders işlenen kontrol grubu öğrencilerinin kendilerine verilen bir devreyi zihinlerinde canlandırarak çizmede zorlandıkları saptanmıştır. Gerek deney gerekse kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin devre elemanlarını soruda belirtilen sayıya dikkat etmeden çizdikleri görülmüştür.



ZM 1



ZM 2

Şekil 3.3.1: Basit Elektrik Devresi Modeli

Ön testte deney grubunda yer alan öğrenciler yapmış oldukları doğru çizimleri “Pili yerleştiririm. İki ucuna da birer kablo bağlarım. Kabloların birini bölerim ve arasına anahtarı bağlarım. İki kabloyu da lambaya, duya bağlarım. Anahtarı kapattığı zaman lamba yanar. Açtığı zaman söner.”, “Önce lambayı ve bağlantı kablosunu birbirine bağlarız. – ve + kutuplarına dikkat ederek pili yerleştirip kabloyu pile yerleştiririz. Daha sonra anahtarı da devreye ekler ve kabloyu ekleriz. Devre tamamlanmış olur.”, “Lambanın sağ tarafındaki kabloyu

*pilin + kısmına bağladık. Sol taraftakini de anahtara taktık. Anahtarın sol taraftaki yerindeki kablosunu da pilin – tarafına taktık ve elektrik devresini yaptık.”, “Önce pili koydum. Sonra bağlantı kablolarının bir ucunu pile bir ucunu lambaya tutturdum. Bir tane daha bağlantı kablosu aldım. Bu kablonun bir ucunu lambaya yerleştirdim. Diğer ucunu pile tutturdum. Anahtara basınca lamba yanıyor.”* açıklamaları ile desteklemişlerdir. Ön testte kontrol grubunda yer alan öğrenciler yapmış oldukları doğru çizimleri “*Lambanın iki ucuna bağlantı kablosunu takarım. Lambanın bir ucundaki kabloyu pilin bir ucuna bağlarım. Diğer taraftaki kabloyu da anahtardan geçirip, pilin diğer tarafına bağlarım. Anahtara bastığımda ışık yanar.”*, “*Öncelikle düğmeye bastığımızda lambanın çalışabilmesi için pil, düğme ve lambaya bağlantı kablosunu devreye takmalıyız. Kabloyu bağladıktan sonra düğmeye basarak lamba çalışıyor mu diye kontrol etmeliyiz. Çalışıyorsa elektrik devresi bitmiş demektir.”*, “*Bir pil, aç kapa tuşu, küçük lamba, iletici kablo. Pili kabloya takın, kablonun diğer ucunu aç kapa tuşuna bağlayın. Aç kapa tuşunu ise küçük lambaya bağlayın ve diğer kabloyu pilin diğer ucuna bağlayın.”* açıklamaları ile desteklemişlerdir.

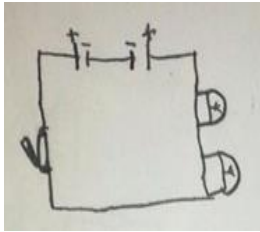
Son testte deney grubunda yer alan öğrenciler yapmış oldukları doğru çizimleri “*Devrede 1 pil, 1 lamba, bağlantı kablosu ve anahtar vardır. Ama anahtar olmasa da olur. Ama devre sürekli yanar. Pil enerji kaynağıdır. Lamba ışık veren ve enerjisi ile çalışan alettir. Bağlantı kablosu enerjiyi taşır. Anahtar devreyi açıp kapatır. Anahtar kapalı olacak. Eğer 2 pil koyarsak kutuplar zıt olmalıdır. 2 pil koyup lambayı 1 takarsak parlak yanar. Ama pili azaltıp lambayı fazlalaştırsak lamba parlaklığı azalır.”*, “*Anahtar olmasa da olur. Ama hep lamba yanar. Basit bir elektrik devresinde lamba, anahtar, pil, bağlantı kablosu olmalıdır. Lambayı duya takarız. Sonra pili, sonra bağlantı kablosunu hepsine bağlarız. Kopuk olmayacak şekilde anahtar kapalı olunca lamba yanar.”*, “*İlk önce bağlantı kablosunu pillerin artı, eksi kutuplarına bağlamalıyız. Sonra anahtarı yerleştirmeliyiz. En sonda ise lambayı kabloya bağlamalıyız. Ama anahtarın kapalı olmasına dikkat etmeliyiz.”* açıklamaları ile desteklemişlerdir. Son testte kontrol grubunda yer alan öğrenciler yapmış oldukları doğru çizimleri “*Lambayı duya yerleştiririz. Pili kabloya bağlarız. Lambayı her 2 yandan kablo ile bağlarız. Pili de her 2 yandan kablo ile bağlarız. Anahtarı da 2 yandan bağlarız. Kablolarda kesiklik ve bağlanmamış yer olmayacak. Lamba duya tam takılmadan devre yanmaz. Pilin de tam takılması gerekir.”*, “*Önce*



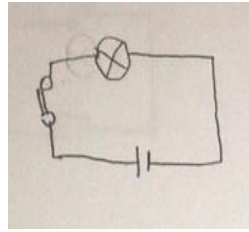
*anahtarın iki tarafına iki elektrik kablosu takılır. Sonra anahtara takılan herhangi bir taraftaki kabloyu pile bağlayıp bırakın sonra diğer taraftaki kablo lambaya takılır. Sonra pilin diğer tarafına bir kablo takalım. Pile taktığımız kablonun ucunu pilin diğer tarafında takip anahtarı kapatalım.” açıklamaları ile desteklemişlerdir.*

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Sembol Gösterim Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

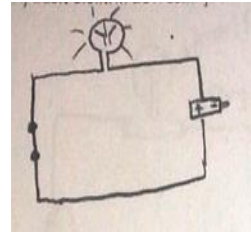
Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci, son testte ise deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrencinin pil (ZM 3-4); son test sonuçlarında deney ( $f=1$ ) ve kontrol ( $f=5$ ) gruplarındaki bazı öğrencilerin lambanın sembol gösterimini (ZM 4) kullandıkları görülmüştür. Ayrıca son test sonuçlarında deney grubunda 13 öğrenci ve kontrol grubunda 17 öğrencinin anahtar sembolle göstermeleri (ZM 5-15) dikkat çekici bir bulgudur. Bu durumun öğrencilerin devre elemanlarının sembol gösterimini ve devre şeması çizmeyi öğrenmelerinden ya da sembol ve resim kavramlarını birbirlerine karıştırmalarından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Devre elemanları içinde sembol gösterimi resim gösterimine göre daha kolay çizilen eleman anahtardır. Öğrencilerinde kolay olanı tercih ederek anahtarın sembolünü çizmiş olabilecekleri düşünülmektedir.



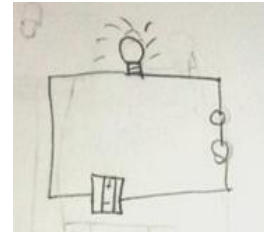
ZM 3



ZM 4



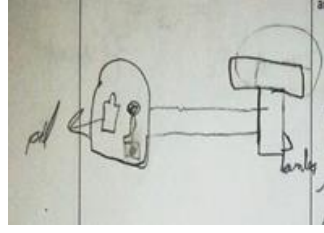
ZM 5



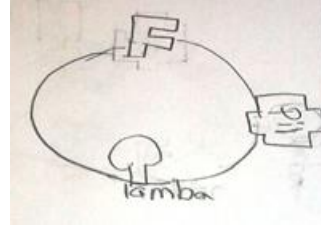
ZM 15

Şekil 3.3.2: Sembol Gösterim Modeli

Bu durumun yanı sıra ön testte deney grubunda 1 öğrencinin lamba (ZM 6); ön testte deney grubunda 2 öğrenci, son testte de kontrol grubunda 1 öğrencinin anahtar (ZM 7) için resim ya da sembol gösterimine uygun olmayan çizimler yaptıkları görülmüştür. Bu durum öğrencilerin lamba ve anahtar gösteriminde bilimsel gösterimin dışında zihinsel modellere sahip olduklarını ortaya koymaktadır.



ZM 6

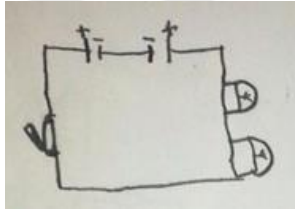


ZM 7

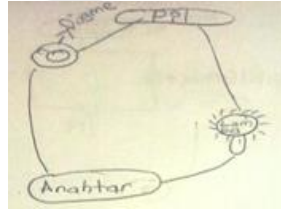
Şekil 3.3.3: Sembol Gösterimi Uygun Olmayan Model

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Fazla Eleman Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

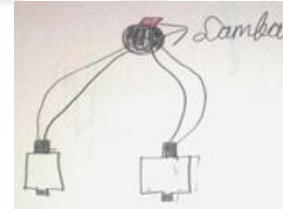
Öğrencilerin basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sayısını hatalı çizdikleri görülmüştür. Araştırmada ön testte deney grubunda 22 öğrenci, kontrol grubunda 31 öğrencinin; son testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrencinin pil (ZM 3-9) ve ön testte deney ve kontrol gruplarında 2 öğrenci, son testte iki grupta da 4'er öğrencinin lamba (ZM 3) ve ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda ise 1 öğrencinin anahtar sayılarını (ZM 8) hatalı çizdikleri saptanmıştır. Bu durumun öğrencilerin soruda verilen sayılara dikkat etmemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



ZM 3



ZM 8



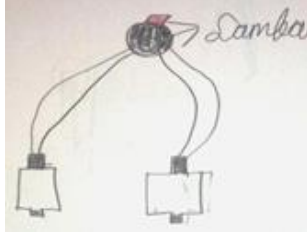
ZM 9

Şekil 3.3.4: Fazla Eleman Modeli

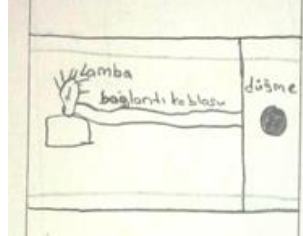
Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Eksik Eleman Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda, son testte kontrol grubunda 1'er öğrencinin pil (ZM 10) çizmediği görülmüştür. Ön testte deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrencinin; son testte ise kontrol grubunda 1 öğrencinin anahtar çizmediği (ZM 9-11) saptanmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin "Anahtar yokken de lamba yanar. Anahtar ışığı açmaya ve söndürmeye yarar." gerekçesi ile anahtar çizmedikleri (ZM 9-11) saptanmıştır. Son testte kontrol grubunda 1 öğrencinin pil, 1 öğrencinin de anahtar çizmediği buna karşın deney grubunda devre elemanlarını

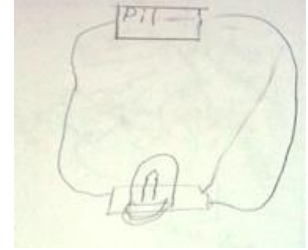
eksik çizen öğrenci olmadığı görülmüştür. Araştırmada kullanılan analogik model öğrencilerin basit elektrik devresini üç boyutlu bir sistem olarak zihinlerinde canlandırmalarını sağlamıştır. Bu canlandırma öğrencinin basit bir elektrik devresini görmeden sadece soruda verilen devre elemanı sayılarını kullanarak devreyi eksiksiz olarak çizebilmesini sağlamıştır.



ZM 9



ZM 10



ZM 11

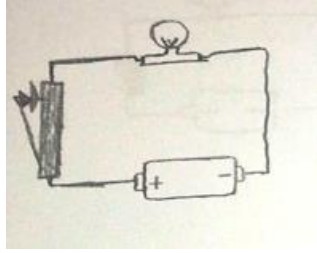
Şekil 3.3.5: Eksik Eleman Modeli

Deney grubunda yer alan 4 öğrencinin ön testte anahtar çizmediği ve yaptıkları çizimi “Pilin iki kutuplarına da kabloyu bağlayıp lambaya bağlarız.”, “Önce pili tele bağlıyoruz. Sonra lambayı takın ve ışık yanar.”, “İlk önce pil, kablo ve lambaya ihtiyacımız var. Kabloları pile bağlıyoruz ve ışığa da bağlıyoruz ve ışık yanıyor.”, “Öncelikle bir adet pili koyarız. Sonra ışığı bir bağlantı kablosuyla pile takarız ve böylelikle ışık pilden enerji alarak yanacak.” açıklaması ile destekledikleri saptanmıştır. Kontrol grubunda yer alan 1 öğrenci ön testte “İlk önce lamba bağlantı kablosuna monte edilir. Zaten bağlantı kablosu bağlıdır. Değilse o da monte edilir. Pili de monte ettikten sonra yalnızca çalışıp çalışmadığına bakmak kalır.”, 1 öğrenci de son testte “İlk olarak devre elemanlarını düz bir zemine koyuyorum. Lambayı yerleştiriyorum. Lambanın iki tarafını bağlıyorum. Pili de bağlantı kablolarına bağlıyorum. Artı eksi yanına dikkat ederek tabi ki de. Her şeyi kabloları iyi bir şekilde bağlıyorum.” açıklaması ile yaptığı çizimi desteklemiştir.

Deney grubunda yer alan 1 öğrencinin pil çizmediği ve yaptığı çizimi “İlk önce lambayı koyuyoruz. Sonra düğmeyi yerleştiriyoruz. Sonra kabloları lamba ile düğmeyle yerleştiriyoruz.”, kontrol grubunda yer alan 1 öğrencinin de son testte “Anahtarı kapamalıyız. Lambayı takmalıyız ve kabloları bağlamalıyız.” açıklamaları ile destekledikleri saptanmıştır.

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Pozitif-Negatif Kutup Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

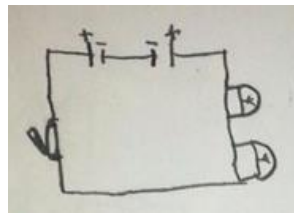
Son testte öğrencilerin önemli bir bölümünün pili pozitif ve negatif kutuplarıyla çizdikleri (ZM 1) görülmüştür.



ZM 1

Şekil 3.3.6: + ve – Kutup Modeli

Birden fazla pil çizen öğrencilerden kontrol grubunda ön testte 2 öğrenci, son testte 1 öğrencinin pillerin kutuplarını zıt olacak şekilde yerleştirmede (ZM 3) saptanmıştır. Pilin gösteriminde pozitif ve negatif kutupların çizilmesi öğrencilerin birden fazla pili devreye bağlarken zıt kutupları yan yana olacak şekilde bağlayabilmeleri için bir ön koşul olduğu için araştırmada bu detaya dikkat edilmiştir. Ayrıca pilin + ve – olmak üzere iki kutbu olduğunun bilinmesi pilin iki ucu olduğunun ve iki ucunda devreye bağlanmasının gerekli olduğunun anlaşılmasında etkili olacaktır.



ZM 3

Şekil 3.3.7: + ve – Kutup Yerleşim Modeli

Ön testte kontrol grubunda yer alan 2 öğrenci “İlk önce pilleri artı eksi, eksi artı olacak şekilde yerleştirdim. Sonra ise kabloları yerleştirdim. Anahtarımı da kabloya bağladım. Düğmeye bastım ve ışık yandı.”, son testte de kontrol grubunda yer alan 1 öğrenci “İlk önce pilleri alırsınız ve bağlantı kablolarıyla bağlarız. Sonra anahtara bağlarız ve pilleri bağlarız. Anahtarı kapatırız ve lambanın yanıp

*yanmadığını anlarız, ki yanacak.”* açıklamaları ile pil kutuplarını aynı kutuplar yan yana gelecek şekilde yerleştirmiştir.

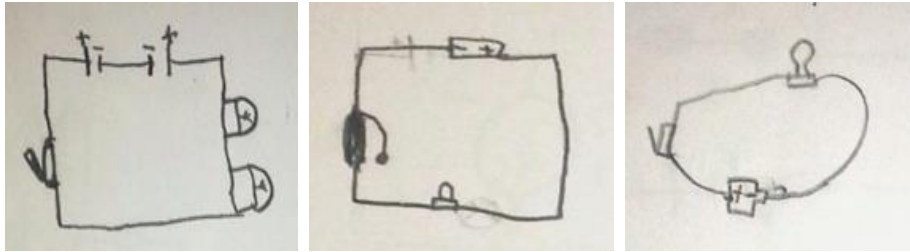
Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Açık Anahtar-Açık Sistem Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Bazı öğrencilerin görüşmelerde de ifade ettikleri üzere *“Anahtar açıkken elektrik enerjisi geçer”* düşüncesi ile anahtarı açık çizdikleri (ZM 3-12-13) görülmüştür. Bu düşünce öğrencilerin anahtarın kapalı olmasını devrenin kapalı bir sistem olarak tamamlanmasını sağlayan bir etkenden çok elektrik enerjisinin geçişini engelleyici bir durum olarak algıladıklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin zihinsel modelleri anahtar kapatıldığında basit elektrik devresi elektrik enerjisi geçişine kapalı bir sistem haline gelir düşüncesi temelinde yapılmıştır. Bu model ön ve son testte deney grubunda 3 öğrencide görülürken, kontrol grubunda ön testte 2 olan öğrenci sayısı son testte 4’e çıkmıştır. Bu durumun günlük yaşamda kullanılan dilden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Öğrenci zihninde ışığı aç ve ışığı kapat ifadelerini anahtarı aç ve anahtarı kapat ifadeleri ile birebir eşlediği için anahtarı kapattığında ışığı da kapatacağını düşünmektedir.

Öğretimden önce deney grubunda 3, kontrol grubunda 2 öğrenci çizdikleri basit elektrik devresinde lambanın ışık vermesi için *“İlk önce bağlantı kablosunu malzemelere bağlıyoruz. Sonra anahtarı açıyoruz ve lamba yanıyor.”*, *“Bağlantı kablosu yardımı ile hepsini birbirine bağlıyoruz. Pili yerine yerleştiriyoruz. Anahtarı açınca lamba yanmış oluyor.”*, *“Pili koyup lambayı bağlıyoruz. Sonra anahtarı açıyoruz.”*, *“İlk önce anahtarın düğmesini açıyoruz. Zaten açtığımızda lamba bağlantı kablosuyla bağlı olduğu için yanıyor.”*, *“En son anahtara bağladıktan sonra anahtarı açıyoruz. Eğer yanarsa doğru.”* gerekçeleri ile anahtarın açık olması gerektiğini ifade etmiştir. Öğretimden sonra deney grubunda 3, kontrol grubunda 3 öğrenci devreye anahtarın bağlanması gerektiğini ifade ederken açık/kapalı olma durumu ile ilgili bilgi vermemiş ve anahtarı açık çizmiştir. Kontrol grubunda yer alan 1 öğrenci ise öğretimden sonra *“İlk olarak anahtarı kabloya bağlar. Pili + - şeklinde koyarız. Sonra lambayı kabloya bağlarız. Sonra anahtarı açarız.”* ifadesi ile lambanın yanması için anahtarın açık olması gerektiğini ifade etmiştir.

Basit elektrik devresi çizimine yönelik görüşme yapılan öğrenciler öğretim sonunda “Anahtar durmadan sürekli yanmasını önliyor ve kapalı konumda olması gerekiyor.”, “Anahtarı kapattığım zaman elektrik açılır. Lambanın yanması için anahtarı kapatırım.”, “Anahtar kapalı olacak.” ifadeleri ile anahtarın devredeki rolünü ve lambanın yanması için kapalı konumda olması gerektiğini ifade etmiştir.

Araştırmada kullanılan analogik model hava ile çalışan bir sistemdir. Modelde havanın sistemde hareket edebilmesi ve lambayı temsil eden plastik balonun şişebilmesi için anahtarı temsil eden vananın hava geçişini sağlayacak konumu ile anahtarın elektrik enerjisi geçişini sağlayacak konumu arasında sağlam bir analogik ilişki kurulmuştur. Bu ilişkide havanın plastik balona ve elektrik enerjisinin lambaya ulaşmasının gerektiği vurgulanmıştır. Lambanın yanması için anahtarın açık mı yoksa kapalı mı olması gerektiğini ezber bilgi ile öğretmek yerine araştırmada kullanılan analogik modelde yeni fen bilimleri dersi öğretim programında da temel alınan rehberli araştırma-sorgulama yaklaşımı (MEB, 2013a: v) kullanılarak öğrencilerin her iki sistemin de kapalı olması için nelere dikkat edilmesi gerektiğini sorgulamaları sağlanmıştır. Günlük yaşamda kullanılan dil nedeni ile anahtarın açık-kapalı olma durumu ile ilgili düşünce değişime karşı dirençlidir. Öyle ki, araştırmada son testte deney grubunda artış olmasa da bu düşünce 3 öğrencide belirlenmiştir. Geleneksel öğretimle ders işlenen kontrol grubunda ise bu düşünceye sahip öğrenci sayısında artış olmuştur. Deney grubunda bu düşünceye sahip öğrenci sayısında artış olmadığı için analogik modelin temsil ettiği elektrik devresinde elektrik enerjisinin sistemde hareketi ve lambaya ulaşması için anahtarın konumunun nasıl olması gerektiğini anlama üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.



ZM 3

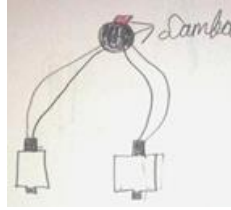
ZM 12

ZM 13

Şekil 3.3.8: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Tek Kutuplu Modele uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Araştırma sonucunda ön testte deney grubunda 6 öğrencinin, kontrol grubunda 9 öğrencinin “*Elektrik devresinde lambanın yanması için lambayla güç kaynağının kutuplarından biri arasında tek bir bağlantı olması yeterlidir*” düşüncesiyle Tek Kutuplu Model (ZM 9) çizdikleri saptanmıştır.



ZM 9

Şekil 3.3.9: Tek Kutuplu Model

Ön testte deney grubunda yer alan 6 öğrencinin tek kutuplu model çizdikleri ve yaptıkları çizimi “*Kabloyu pile bağlıyoruz. Kablonun öbür ucunu da lambaya bağlıyoruz. Anahtara basıyoruz. Lamba yanar.*”, “*Kabloyu pile bağlayıp diğer kabloyu lambaya ondan sonra anahtara, sonra yanar.*”, “*Pilden bağlantı kablosuyla anahtara oradan lambaya bir bağlantı kablosu geçireceğiz.*”, “*Bir bağlantı kablosu alınız. Pilin bağlantı yerine takınız. Sonra anahtarı alınız ve onu da kablonun bağlantısına bağlayınız. Sonra tekrardan lambanın bağlantısına bağlayınız ve sonra anahtara bastığımızda lambanın yanacağını göreceksiniz.*”, “*Basit bir elektrik devresi ilk önce pili koyarız ve bağlantı kablosunu takarız. Sonra anahtarı takarız, sonra lambayı takarız ve sonra anahtarı basarız ve ışık yanar.*”, “*Pili takıyoruz. Sonra da lambayı pile bağlantı kablosu takıp ya da bağlayıp anahtarı takıyoruz. Anahtarı kapatıp lamba yanıyor.*” açıklamaları ile destekledikleri saptanmıştır. Kontrol grubunda yer alan 9 öğrencinin ise çizdikleri tek kutuplu modelleri “*Pil, anahtar ve lambayı bağlantı kablosuyla birleştirip pili takıp anahtarı basıp lambadaki ışığı yakmak.*”, “*İlk önce lambayı kabloyla birleştiriyoruz. Sonra pili bağlıyoruz. Anahtarı takıp çalıştırıyoruz.*”, “*Önce lambayı koyuyoruz. Sonra pili bağlantı kablosuna takıyoruz ve düğmeye bastığımızda ışık yanıyor.*”, “*İlk önce kartonun üstüne pili yerleştirdim. Kablolarla lambayı ve anahtara kablolarla bağladım.*”, “*İlk önce pili yerleştiririz. Yanına lambayı koyarız. Onun da yanına anahtarı koyarız. Bağlantı kablosuna hepsini bağlarız. Ve anahtarı çalıştırırız. Ve*

*ışık yanar.”, “İlk önce lambayı kablolarla bağlarız. Pilleri takarız ve en son olarak düğmeyi yerleştirir devreyi hazırlarız.”, “Pili kabloya bağlarız. Kablonun ucuna anahtar koyar sonra lambaları yakarız ve basit devre olur.”, “İlk önce lambayı kabloya takarız. Sonra pili takar. En son olarak anahtarı ve düğmeyi takarız. En sonunda düğmeye basarız ve devre pillerin etkisi ile çalışır.”, “Kabloların üstüne lambayı koyarız. Pili de yerleştiririz. Düğmeye basarız.” açıklamaları ile destekledikleri görmüştür.*

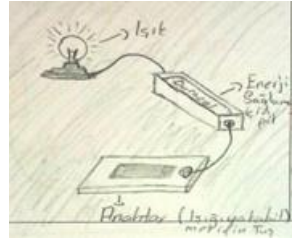
Ayrıca araştırma kapsamında öğrencilerle yapılan görüşmelerde çocuklar öğretmen tarafından kurulan ve ders kitaplarında yer alan devrelerde “2 pil ve pil yatağı kullanılarak kurulan devrelerde pilin bir kutbuna bağlantı kablosunun temas ettiğini ancak diğer kutbuna bağlantı kablosunun temas etmediğini” ifade etmişlerdir.

Öğretim sonunda “Tek Kutuplu Modeli” yansıtan çizim iki grupta da görülmemiştir. Bununla birlikte deney grubunda kullanılan analogik modelde (PSM) hava pompasının iki ucunun da plastik şeffaf hortumlara bağlı olması zihinsel modelleme açısından son derece önemlidir. Bu PSM için önemli bir avantajken klasik basit elektrik devrelerinde kullanılan ikili ya da çoklu pil yataklarında pilin bazı kutuplarının görsel olarak boşta kaldığının algılanması öğrenmeyi engelleyici bir dezavantajdır. Araştırmada kullanılan analogik model hava ile çalışmaktadır. Plastik balonun şişebilmesi için sistemin hava kaçırmaması gerekmektedir. PSM’nin sistemde hava kaybı olmaması ve plastik balonun şişmesi için kapalı bir sistem olması gereklidir. Benzer şekilde basit elektrik devresi de pilin sağladığı elektrik enerjisinin lambaya ulaşması ve lambanın yanması için kapalı bir sistem olmak zorundadır. Araştırmada kullanılan analogik modelde modelin kapalı bir sistem olma zorunluluğu temsil ettiği basit elektrik devresine transfer edilmiş ve ön testte deney grubunda saptanan “Tek Kutuplu Model”in son testte giderildiği görülmüştür. Bu durum analogik modelin “Tek Kutuplu Model” olarak adlandırılan zihinsel modellerin gelişiminde etkili bir deneysel etkinlik olduğunu ortaya koymaktadır.

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.



Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 6 öğrencinin devre elemanları arasında eksik bağlantılar (ZM 14) yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin yaptıkları çizimde pilin iki kutbunun da bağlantı kabloları ile anahtar ve lambaya bağlı olduğu; ancak anahtar ve lamba arasında bağlantı kablosu olmadığı görülmüştür. Görüşmelerde öğrenciler “*Pilin iki kutbu bağlı olunca lamba yanar*” gerekçesini belirtmişlerdir. Bu gerekçe öğrencilerde “*Pilin iki kutbu ile lamba ve anahtar arasında yapılacak tek yönlü bağlantılar lambanın yanması için yeterlidir*” düşüncesinin hâkim olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerde (ZM 14) tüm devre elemanlarının iki uçlu olduğuna ve iki ucun da bağlantıya dâhil edilmesi gerektiğine dikkat etmedikleri görülmektedir. Bu durum öğrencilerin lambanın yanması için devrenin kapalı bir sistem olması gerektiğini göz ardı ettiklerini ortaya koymaktadır. Öğretim sonunda devre elemanlarının iki uçlu olduğunu anlamadaki güçlük sadece deney grubundaki 1 öğrencide görülmüştür. Araştırmada kullanılan analogik modelde (PSM) yer alan balonun şişmesi ile basit elektrik devresinde yer alan lambanın ışık vermesi arasında kurulan analogik ilişkide her iki sistemin de kapalı olması gereklidir. Analogik sistemin basit elektrik devresi gibi kapalı bir sistem olması nedeni ile “Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılan zihinsel modelin bilimsel nitelik kazanmasında, tüm devre elemanlarının iki ucu olduğunun ve sistemin kapalı olması için tüm uçların bağlantıya katılması gerektiğinin öğrenilmesinde etkili olduğu görülmüştür.



ZM 14

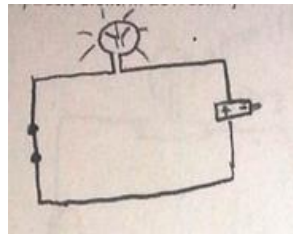
Şekil 3.3.10: Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli

Ön testte deney grubunda 3 öğrencinin “*Anahtarı bağlantı kablosu sayesinde pile bağlarız. Ve tekrar bağlantı kablosu ile lambayı pile bağlarız. En sonunda ise anahtara bastığımızda lamba yanar.*”, “*Bir tahtaya pil bölümü ile bağlantılı olan bir bağlantı kablosu yerleştiriyoruz. Pili de bir pil bölümü açarak yerleştiriyoruz. Daha sonra da anahtarı yerleştiriyoruz. En sonunda da bağlantı kablosunun bir ucunu*

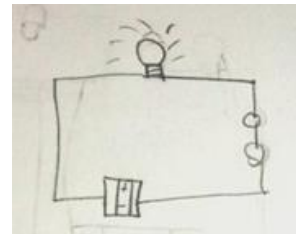
*lambaya takıyoruz.”, “İlk önce pili oturturum. Sonra anahtarı bağlarım ve peşine lambaları takarım ve lambayı çalıştırırım.”* açıklamaları ile, kontrol grubunda 6 öğrencinin *“Basit elektrik devresi için ilk önce karton ve malzemelerini hazırlamalıyız. Daha sonra önümüzde malzemelerimizi alıp yapmaya başlamalıyız. İlk önce pili en üste koymalıyız. Sonra bağlantı kablolarını yerleştirmeliyiz. Lamba ve anahtarı koyup yerleştirmeliyiz.”*, *“İlk önce bir düğme alıyorum. Bu düğmenin bağlantısını pil bağlantısına takıyoruz ve pilden gelen enerji ile lambayı yakıyoruz.”*, *“İlk önce lambayı taktım. Sonra kabloları lambaya taktım. Pil ve anahtarı bağladım ve oldu.”*, *“Kabloyu lambanın alt kısmındaki yer ile birleştiriyoruz. Sonra pilin + ve – ucundaki orta kısım ile birleştiriyoruz. Sonra da aynı şekilde anahtarı bağlarız.”*, *“Anahtar, bağlantı kablosu, lambayı bağlarım ve pili takarım. Işığı yakarım.”*, *“Lamba alıp kabloya bağlayarak pili takıp düğmeye basarım.”* açıklamaları ile devre elemanları arasında eksik bağlantıların olduğu çizimler yaptıkları görülmüştür. Son testte ise deney grubunda yer alan 1 öğrencinin *“İlk önce bağlantı kablosunu pilin artı, eksi kutuplarına bağlamalıyız. Sonra anahtarı yerleştirmeliyiz. En sonda ise lambayı kabloya bağlamalıyız. Ama anahtarın kapalı olmasına dikkat etmeliyiz.”* açıklaması ile yaptığı çizimi desteklediği saptanmıştır.

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Modele uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney ve kontrol gruplarında 1’er öğrenci, son testte ise deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda ise 5 öğrencinin bağlantı kablolarını pilin kutuplarını + ve – olarak göstermelerine karşın + ve - noktaları yerine pilin yan kısımlarına temas ettirerek devreye hatalı bir şekilde bağladıkları görülmüştür (ZM 5-15).



ZM 5



ZM 15

Şekil 3.3.11: Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model

Araştırmada kullanılan analogik modelde hava pompasının iki çıkışına + ve – simgeleri yapıştirılmış ve hava pompasının temsil ettiği pilin de + ve – olmak üzere iki kutbu olduğu vurgulanmıştır. Bu gösterimin öğrencilerin pilin iki kutuplu bir devre elemanı olduğunu ve bağlantı kablolarının pilin her iki kutbuna da temas etmesi gerektiğini öğrenmelerinde etkili olduğu düşünölmektedir.

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Gereksiz Bağlantı Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Araştırmada deney ve kontrol gruplarında yer alan 1'er öğrencinin ön testte devre elemanları arasında gereksiz bağlantı kabloları (ZM 16) kullandıkları saptanmıştır. Öğrencilerin bu tür bağlantılar yapmalarının gerekçesini “*Çok kablo kullanılırsa pilden daha çok enerji alınır*” şeklinde ifade ettikleri görölmüştür. Ayrıca öğrencilerin gereksiz bağlantı kabloları kullanarak yaptıkları çizimlerde “Kısa Devre Modelini” temsilen lambanın yanmayacağı devreler çizdikleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan analogik model balonun şişmesini sağlayacak türden bağlantılar yapılmasının vurgulaması bakımından önemlidir. Öğretim sonunda öğrencilerin lambanın ışık vermesini sağlayacak bağlantılar haricinde gereksiz bağlantılar yapmadıkları görölmüştür. Ayrıca analogik modelde devre elemanlarının iki uçlu olduğunun ve bu uçlara sadece tek bir bağlantı yapılabilceğinin, devre elemanının aynı ucuna birden fazla bağlantı yapılamayacağıının gösterilmesi devre elemanlarının uçları arasında gereksiz bağlantıların yapılmasını önlemiştir.



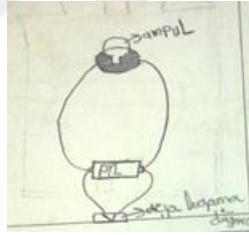
ZM 16

Şekil 3.3.12: Gereksiz Bağlantı Modeli

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Kısa Devre Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki 2 öğrenci “*Elektrik devresine boş bir bağlantı kablosu eklendiğinde boş kablounun devre üzerinde etkisi olmaz*” düşüncesiyle lamba-pil ve anahtar-pil arasında iki ayrı bağlantı yaparak çizdikleri devrede (ZM 17)

lambanın yanacağını ifade etmişlerdir. Araştırmada sadece ön testte deney grubunda saptanan bu düşünce alanyazında “Kısa Devre Modeli” olarak ifade edilmektedir. Araştırmada kullanılan analogik modelin zihinsel modelleme üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Pnömatik Sistem Modelinde (PSM) balonun şişmesi ile lambanın ışık vermesi arasında analogik ilişki kurulmuştur. Analogik modelde şişen bir balon temel alındığı için öğrenci plastik şeffaf hortumlar kullanarak yapacağı bağlantıların içerisine balonu da dahil edeceği için bu sistemi oluştururken boş, balonsuz plastik şeffaf hortumlar kullanmayacaktır. Bu durum elektrik devresine boş bir kablonun bağlanmasının gereksiz olduğunun anlaşılmasında etkili olacaktır. Balonun şişmesi ya da lambanın ışık vermesi isteniyorsa balon ya da lambanın olmadığı bağlantı kablolarının gereksiz olduğunun anlaşılmasında analogik modelin etkili olduğu görülmüştür. Analogik modelde balonun şişmesi, basit elektrik devresinde lambanın ışık vermesi bekleniyorsa balon ve lambanın olmadığı bağlantı kablolarının sisteme yerleştirilmesi gereksizdir. Analogik modelin bu gereksizliğin anlaşılmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Öyle ki, ön testte deney grubunda 2 öğrencide saptanan zihinsel model son testte görülmemiştir.



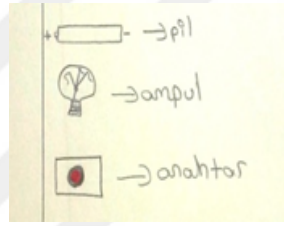
ZM 17

Şekil 3.3.13: Kısa Devre Modeli

Basit elektrik devresi için yapılan çizimlerden Bağımsız Elemanlar Modeline uygun olan çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda 3 öğrencinin anahtarı, 4 öğrencinin pili, 2 öğrencinin lambayı ve kontrol grubunda 6 öğrencinin de anahtarı devreden bağımsız olarak çizdikleri (ZM 18) görülmüştür. Bu çizimlerde lamba, pil ve anahtar ayrı ayrı çizilmiş ve devre elemanları birbirine bağlantı kabloları ile birleştirilmemiştir. “Sınıftaki lamba, anahtar ve elektrik arasında bağlantı kablosu yok. Lamba tavanda anahtar ise duvarda ve aralarında kablo yok” gerekçesi ile öğrencilerin devre elemanlarını devreden bağımsız bir şekilde ayrı ayrı çizdikleri ve aralarında hiçbir

temas olmasa da lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Alanyazından farklı olarak araştırmada saptanan bu düşüncenin öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmada kullanılan analogik modelde balonun şişmesi ve lambanın yanması arasında kurulan analogik ilişkide balon, hava pompası, vana ve plastik şeffaf hortumların birbirinden ayrı olduğu durumda balonun şişmeyeceği öğrencilere gösterilmiştir. Benzer şekilde ev, sınıf, laboratuvar vb. çeşitli ortamlarda bağlantı kabloları duvarların içinde gizli olsa da lambanın ışık vermesi devre elemanları arasında bir bağlantı olduğunun göstergesidir. Öğrencilere göremedikleri bağlantı kablolarının aslında duvarların içinde olduğunun öğretiminde analogik modelin etkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle de araştırmada yapıldığı gibi plastik şeffaf hortumlar gizlenerek sadece balon, hava pompası ve vananın görüldüğü bir sistem üzerinde yapılan uygulamaların zihinsel modelleme üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.



ZM 18

Şekil 3.3.14: Bağımsız Elemanlar Modeli

Deney grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son testte basit elektrik devresi için ortaya koydukları zihinsel modeller Tablo 3.3.1.1’de verilmiştir.

Tablo 3.3.1.1: Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Zihinsel Modelleri

	Ön Test	Son Test
Ö1	Bağımsız Elemanlar Modeli (pil, lamba, anahtar)	Sembol Gösterim Modeli (pil)
Ö2	Tek Kutuplu Model, Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö3	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (pil ve lamba)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö4	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö5	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö6	Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model (lamba ve anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö7	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö8	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (Pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö9	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (lamba)
Ö10	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö11	Eksik Eleman Modeli (anahtar), Kısa Devre Modeli	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö12	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö13	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (Pil)	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö14	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö15	Tek Kutuplu Model	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö16	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö17	Tek Kutuplu Model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö18	Sembol Gösterim Modeli (anahtar), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö19	Eksik Eleman Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö20	Eksik Eleman Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö21	Basit Elektrik Devresi Modeli	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö22	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö23	Tek Kutuplu Model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö24	Sembol Gösterim Modeli (anahtar), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö25	Basit Elektrik Devresi Modeli	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli
Ö26	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö27	Gereksiz Bağlantı Modeli	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö28	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli	Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli
Ö29	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö30	Sembol Gösterim Modeli (anahtar), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö31	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö32	Basit Elektrik Devresi Modeli	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö33	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö34	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö35	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (anahtar), Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö36	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö37	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö38	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö39	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (lamba ve pil)
Ö40	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö41	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö42	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö43	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö44	Kısa Devre Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö45	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Sembol Gösterim Modeli (lamba ve pil)
Ö46	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö47	Eksik Eleman Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö48	Eksik Eleman Modeli (anahtar)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö49	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli

Tablo incelendiğinde ön testte 10, son testte ise 30 öğrencinin devre elemanlarının gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizimler yaptıkları görülmektedir. Ön testte doğru çizim yapan 10 öğrenciden üçünün son testte anahtarı açık çizdikleri (Ö21-Ö25), anahtarı sembolle gösterdikleri (Ö21-Ö32), lamba ve pil sayısını hatalı (Ö32) çizdikleri belirlenmiştir. Ön testte hatalı çizimler yapan 23 öğrencinin son testte doğru çizimler yaptıkları saptanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön ve son testte basit elektrik devresi için ortaya koydukları zihinsel modeller Tablo 3.3.1.2’de verilmiştir.

Tablo 3.3.1.2: Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Zihinsel Modelleri

	Ön Test	Son Test
Ö1	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö2	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli
Ö3	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar ve lamba)
Ö4	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö5	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba), Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Sembol Gösterim Modeli (pil), Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model
Ö6	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (lamba ve pil)
Ö7	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model
Ö8	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Eleman Modeli (anahtar)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar ve lamba)
Ö9	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö10	Basit Elektrik Devresi Modeli	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (lamba), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö11	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö12	Basit Elektrik Devresi Modeli	Sembol Gösterim Modeli (lamba, pil ve anahtar)
Ö13	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (lamba), Sembol Gösterim Modeli (lamba ve anahtar), Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Eksik Eleman Modeli (pil)
Ö14	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö15	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar ve pil)
Ö16	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö17	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve anahtar)	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö18	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö19	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö20	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö21	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö22	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model (anahtar)
Ö23	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö24	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö25	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model
Ö26	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö27	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model, Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö28	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö29	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö30	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö31	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö32	Tek kutuplu model, Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö33	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö34	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö35	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö36	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil ve lamba), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö37	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö38	Basit Elektrik Devresi Modeli	Eksik Eleman Modeli (anahtar)
Ö39	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö40	Sembol Gösterim Modeli (pil)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö41	Bağımsız Elemanlar Modeli (anahtar)	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö42	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö43	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil), Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli
Ö44	Gereksiz Bağlantı Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö45	Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö46	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö47	Basit Elektrik Devresi Modeli	Basit Elektrik Devresi Modeli
Ö48	Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (pil)	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)
Ö49	Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli	Sembol Gösterim Modeli (anahtar)



Tablo incelendiğinde ön testte 13, son testte ise 24 öğrencinin devre elemanlarının gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizimler yaptıkları görülmektedir. Ön testte doğru çizim yapan 13 öğrenciden üçünün son testte lamba sayısını hatalı çizdiği (Ö10), lamba, pil (Ö12) ve anahtar (Ö10-Ö12) için sembol gösterimi kullandığı, anahtarı çizmediği (Ö38) belirlenmiştir. Ön testte hatalı çizimler yapan 14 öğrencinin son testte doğru çizimler yaptıkları saptanmıştır.

Deney grubunda ön testte 10, son testte 30 öğrencinin; kontrol grubunda ise ön testte 13, son testte 24 öğrencinin devre elemanlarının gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizimler yaptıkları görülmüştür. Bununla birlikte ön testte doğru çizim yapan deney grubunda 10, kontrol grubunda 13 öğrenciden üçünün son testte hatalı çizimler yaptıkları belirlenmiştir. Ön testte hatalı çizimler yapan öğrencilerden deney grubunda 23 öğrencinin, kontrol grubunda ise 14 öğrencinin son testte doğru çizimler yaptıkları saptanmıştır.

Araştırmada Tek Kutuplu Model, Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli, Kısa Devre Modeli, Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli, Bağımsız Elemanlar Modeli, Fazla Eleman Modeli, Pozitif-Negatif Kutup Modeli, Gereksiz Bağlantı Modeli, Eksik Eleman Modeli, Sembol Gösterim Modeli olarak adlandırılan zihinsel modeller saptanmıştır. Alanyazına ek olarak Bağımsız Elemanlar Modeli araştırma sonucunda ortaya konmuştur. Bu modellerden Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli deney grubunda 1 öğrencide; Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli deney grubunda 3 öğrencide, kontrol grubunda 4 öğrencide; Fazla Eleman Modeli deney grubunda 9 öğrencide, kontrol grubunda 7 öğrencide; Pozitif-Negatif Kutup Modeli deney grubunda 1 öğrencide, kontrol grubunda 5 öğrencide; Eksik Eleman Modeli kontrol grubunda 2 öğrencide; Sembol Gösterim Modeli ise deney grubunda 14 öğrencide, kontrol grubunda 22 öğrencide öğretim sonunda da görülmüştür.

Araştırma kapsamında ikili/çoklu pil yataklarının kullanılması, tüm devre elemanlarının iki uçlu olduğunun anlaşılabilmesi, günlük yaşamda kullanılan “ışığı aç, ışığı kapat” ifadelerinin anahtarın açık/kapalı olma durumuna yanlış transferi sonucunda anahtarın açık olduğu durumda enerji geçişine izin verileceğinin düşünülmesi, ev, okul, laboratuvar gibi çeşitli ortamlarda aydınlatma sistemlerinde lamba, elektrik enerjisi ve anahtar arasındaki bağlantıyı sağlayan bağlantı kablolarının duvarların içerisinde gizli olması nedeni ile devre elemanları arasında

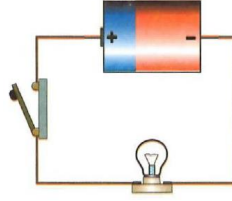
bağlantı olmadığı düşünülmesi, pilin + ve – olmak üzere tüm devre elemanları gibi iki uçlu olduğunun anlaşılabilmesi, sembol ve resim kavramlarının birbirine karıştırılması, sembol gösteriminin resim gösterimine nazaran daha kolay çizilmesi nedeni ile tercih edilmesinden kaynaklanan farklı zihinsel modeller saptanmıştır. Bu tür zihinsel modellerin ortaya çıkışı üzerinde öğrencinin basit elektrik devresini zihninde üç boyutlu olarak canlandırabilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Alanyazında da ifade edildiği üzere öğrenciler basit elektrik devresini üç boyutlu olarak düşünerek zihinlerinde canlandırmada sorun yaşadıkları için araştırmada analogik bir model hazırlanarak elektrik devresi temsil edilmiştir. Bu temsilde ilk amaç öğrencinin basit elektrik devresini üç boyutlu olarak düşünmesini ve zihninde canlandırmasını sağlamaktır. Öğrencilerin yapmış oldukları çizimler deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç nedeni ile araştırmada kullanılan analogik model (PSM) basit elektrik devresinin ve devre elemanları arasındaki bağlantının üç boyutlu olarak öğrencilerin zihninde canlanmasını sağladığı için önemli bir deneysel etkinliktir.

Araştırmada kullanılan analogi öğrencilerin eleman sayıları verilen bir elektrik devresini çizme konusunda bu devreyi zihinlerinde canlandırmalarını sağlamak açısından son derece önemlidir. Öyle ki, görüşmelerde de öğrenciler modelle ilgili olarak *“Elektrikle ilgili sadece lamba devresi olmadığını balonlarla da devre yapabileceğimizi öğrendim. Değişik bir devre öğrendiğim için dikkatimi çekti.”*, *“Lambalar balonlarla daha güzel oluyor. Anlaşılabilir kolay. İlgi çekici. Her şeyi anlamamızı gösteriyor. İnsanların kafasına iyi giriyor.”*, *“Akıllıca bir şey. İlginç. Çok güzeldi. Elektrik devresi geldi aklıma modeli ilk gördüğümde. Çünkü balon çok lambaya benziyor. Pompada pile benziyor. Vana da anahtara benziyor. Plastik borularda kabloya benziyordu. Elektrik devresini gözümün önüne getirmem kolay olacak”*, *“Güzel bir devre oluyor. Öğrenmemizde etkili. Bence iyi oldu. Çünkü bazı gittiğimiz yerlerde sorular sorarlarsa sınavlarda filan çıkarsa doğruyu işaretleriz.”* ve *“Dersi deneyle yaptığımız için sevdim. Gerekli. İlginç. Dikkat çekici. Unutmamız ve devreyi aklımızda canlandırmamız için güzel oluyor. Ders eğlenceli geçiyor.”* şeklinde görüşlerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin uygulamada kullanılan modelin basit elektrik devresinin zihninde canlandırılması ve öğretimi üzerinde etkili olduğunu düşündükleri saptanmıştır.

### 3.4.Basit Elektrik Devresinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu

Araştırmanın bu bölümünde öğretim öncesinde öğrencilerin ön bilgilerini tespit edebilmek, öğretim sırasında öğrenilecek bilgilerle bağlantı kurulmasını ve kavram yanlışlarının giderilmesini sağlamak için (Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993) öğrencilere doğrudan doğru bir elektrik devresi göstermek yerine hatalı devreleri, bu hataların nasıl giderilebileceğini yeni fen bilimleri öğretim programında da vurgulanan rehberli araştırma-sorgulama yaklaşımı temelinde ifade etmeleri istenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin kavram yanlışlarını tümevarımcı bir yaklaşımla saptama bağlamında elektrik devresinde lambanın yanma-yanmama durumunun nedenlerini sorgulatmak amaçlanmıştır. Bu bölümde giderilen, yeni oluşan ve devam eden kavram yanlışlarının ne olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca alanyazınla benzerlik ve farklılık gösteren kavram yanlışları ifade edilmiştir.

Bölüm 2’de öğrencilerden kendilerine verilen 8 adet hatalı elektrik devresindeki lambanın yanıp yanmayacağını gerekçeli olarak ifade etmeleri istenmiştir.



Tablo 3.4.1: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Anahtar*	Açık-Elektrik enerjisi geçişi yok*	TA	26	53,1	22	44,9	47	95,9	40	81,6
		Açık-devre kapalı	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Kapalı	KY	8	16,3	1	2,0	1	2,0	1	2,0
	Devre elemanının yeri	Anahtar	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Lamba	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
		Pil ve lamba	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Gereğe yok		A	2	4,1	2	4,1	-	-	-	-
<b>Toplam</b>			<b>38</b>	<b>77,6</b>	<b>25</b>	<b>51,0</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	<b>43</b>	<b>87,8</b>	
Yanar	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	6	12,2	10	20,4	-	-	6	12,2
	Anahtar	Açık-devre açık	KY	1	2,0	11	22,4	1	2,0	-	-
	Pil	Var	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
		+ ve - kutuplar bağlı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>23</b>	<b>46,9</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>
Boş			A	2	4,1	1	2,0	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.1 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 53,1, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 44,9'u "Anahtar açık olduğu için yanmaz. Anahtar açıkken pilden lambaya enerji geçmez." gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda yer alan 1 öğrencinin "Anahtar açıkken devre açık olmaz, kapalı olur. Lamba yanmaz."; deney grubunda 8 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrencinin "Anahtar kapalı olduğu için lamba yanmaz."; deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrencinin pil, anahtar ve lambanın devrede yerleştirildikleri yeri dikkate alarak lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı gerekçelerle belirttikleri görülmüştür. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin % 18,4, kontrol

grubundaki öğrencilerin ise % 46,9'unun lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Bunlardan deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 11 öğrencinin “*Anahtar açık olduğu zaman devre açık olur, yanar.*”, deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda 10 öğrencinin “*Lamba, pil, anahtar var ve birbirlerine bağlılar, lamba yanar.*”, deney ve kontrol gruplarından 1'er öğrencinin “*Pilin iki tarafı bağlı olduğu için lamba yanar.*” ve “*Pil olduğundan yanar. Pil elektrik verir.*” gerekçeleri ile lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır.

Son test sonuçlarında ise deney grubundaki öğrencilerin % 95,9'u, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 81,6'sı “*Anahtar açıkken pilin enerjisi lambaya gelmez*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney ve kontrol gruplarından 1'er öğrencinin “*Anahtar kapalı olduğu için lamba yanmaz*”; kontrol grubundan 2 öğrencinin pil, anahtar ve lambanın devrede yerleştirildikleri yeri dikkate alarak lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı gerekçeleriyle belirttikleri görülmüştür. Son test sonuçları incelendiğinde deney grubundan 1 öğrencinin “*Anahtar açık olduğu zaman devre açık olacağı için*”, kontrol grubundan 6 öğrencinin de devre elemanlarının tam ve devre elemanlarının tüm uçlarının bağlı olduğunu düşünerek “*Lamba, pil, anahtar kablolarla bağlı olduğu için yanar*” gerekçeleri ile lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır.

Deney grubundaki 1 öğrencide “*Anahtar açıkken devre kapalı olur. Bu durumda da lamba yanmaz.*” şeklinde ön testte görülen yanlışlığı öğretim sonunda giderilmiştir. Bu yanlışlığı öğrencinin anahtar açıkken devrenin enerji geçişine kapalı oluşu ile sistemin kapalı olması arasında yanlış bir ilişki kurmasından kaynaklanıyor olabilir. Anahtarın açık olduğu bir devre sistem bazında açıktır; ancak elektrik enerjisi geçişi bazında kapalıdır. Öğrenci bu iki durumu birbirine karıştırarak anahtarın açık olduğu devre sisteminin kapalı olduğunu ve kapalı devre sistemindeki lambanın da yanmayacağını düşünmektedir. Araştırmada kullanılan analogik modelin basit elektrik devresi gibi kapalı bir sistem olması öğrencinin balonun şişmesi için kapalı olması gereken PSM ile lambanın yanacağı sistemin de kapalı olması gerektiğini anlamasını sağlamıştır. Alanyazından farklı olarak saptanan bu yanlışlığın öğretim sonunda ortadan kalktığı görülmüştür.

Deney grubunda ön testte anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağını ifade eden öğrenci sayısı 8 iken son testte bu değer 1'e düşmüştür. Kontrol grubunda

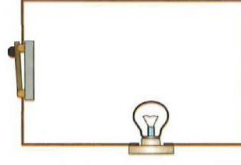
ön testte 1 öğrencide görülen bu yanlış son testte giderilememiştir. Bu yanlış ile benzerlik gösterecek şekilde deney grubundaki 1 öğrencide ise “*Anahtar açıkken devre açık olur ve bu durumda lamba yanar.*” yanılması ön ve son testte görülmüştür. Alanyazından farklı olarak anahtar kapalı iken lambanın yanmayacağını belirten öğrencilerde anahtarın kapatılması ile devre sisteminin elektrik enerjisi geçişine kapatılacağı şeklinde yanlış bir düşünce mevcuttur. Anahtar açıkken lambanın yanacağını belirten öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde anahtar açıldığında sistemin enerji geçişine açıldığını düşündükleri anlaşılmıştır. Her iki düşünce için de öğrencilerin günlük yaşamda kullanılan “ışığı aç ve ışığı kapat” ifadelerini anahtarın açık ve kapalı olma durumuna; anahtarın açık ve kapalı olma durumunu da sisteme enerji girişine yanlış transfer etmeleri sonucunda değişime karşı oldukça dirençli bir yanlış oluşmaktadır. Araştırmada kullanılan analogik modelde (PSM) açık ya da kapalı kavramlarından ziyade öğrencilere “Sisteme hava girişi ile balonun şişmesi için vananın nasıl olması gerekir?” sorusu yöneltilmiştir. Bu sorudan hareketle “Basit elektrik devresinde sisteme elektrik enerjisi geçişi ile lambanın yanması için anahtar nasıl olmalıdır?” sorusu yöneltilerek ezber bilginin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin anahtarın açık ya da kapalı olma durumunu ezberlemeleri bir anlam ifade etmemektedir. Öğrenci ezberlediği bilgiyi elektrik devresine transfer etmede güçlük yaşamaktadır. Bu nedenle araştırmada kullanılan analogik modelde sisteme havanın girmesi ve balonun şişmesi ön plana alınarak vananın durumu ifade edilmiştir. Vana ve anahtar arasında kurulan analogik ilişkide de benzer sorgulama yapılmıştır. Öğretim sonunda analogik modelin kullanıldığı deney grubunda uygulama öncesi 8 öğrencide saptanan yanlış uygulama sonunda 1 öğrencide görülmüştür.

Ön testte deney grubunda 1 öğrencide saptanan “*Anahtar pilin pozitif tarafında olduğu için yanmaz*” yanılması son testte giderilmiştir. Buna karşın son testte kontrol grubundaki 2 öğrencide pil ve lambanın devredeki yerinin lambanın yanması üzerinde etkili olacağına yönelik bir kavram yanlışlığı oluşmuştur. Devre elemanlarının yerinin lambanın yanma-yanmama durumu üzerinde etkili olduğunu düşünen öğrenciler genellikle karşılaştıkları devrelerde lamba üstte pil altta olduğu için şekilde verilen devredeki lambanın yanmayacağını ifade etmişlerdir. Devre elemanının yerinin lambanın yanma durumu üzerinde etkili olduğuna yönelik kavram yanlışlığının deney grubunda öğretim sonunda görülmemesinde araştırmada

kullanılan analogik modeldeki balonun ve hava pompasının sisteme yerleri değiştirilerek bağlanmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Deney grubunda ön testte “*Devre elemanları ve bağlantı tam olduğu için*” lambanın yanacağını ifade eden öğrenci sayısı 6 iken son testte deney grubunda bu yanılğı ortadan kalkmıştır. Kontrol grubunda ise ön testte 10 öğrencide görülen bu yanılğı azalmayla birlikte 6 öğrencide yine tespit edilmiştir. Pil ile ilgili olarak da ön testte deney ve kontrol gruplarında 2 öğrenci devrede “*Pil olduğu ve pilin her iki kutbu da devreye bağlı olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir. Bu yanılğı öğretim sonunda iki grupta da görülmemiştir. Öğrenciler devrenin kapalı bir sistem olması gerektiğini göz ardı ederek devre elemanları üzerinde yoğunlaşp elemanların hepsi devrede ise lambanın yanacağını ifade etmişlerdir. Araştırmada kullanılan analogik model ile hatalı elektrik devresi arasında kurulan analogik ilişkide öğretim sürecinde “Balon hangi durumlarda şişmez?” sorgulaması üzerine kurulu bir ders işlendiği için deney grubundaki öğrenciler analogik modeli oluşturan elemanların tam olduğunu teyit ettikten sonra balonun şişmesini engelleyici durumlar üzerinde düşünmüşlerdir. Beraberinde balonun şişmesini engelleyen durumlarla lambanın yanmasını engelleyen durumlar arasında analogik ilişki kurulmuştur. Sistemi oluşturan elemanlarının tam olması kadar sisteme hava girişinin sağlanması da gereklidir. Benzer durum basit elektrik devresi için de geçerlidir. Devre elemanlarının tam olması ve elektrik enerjisi geçişinin gerçekleşmesi gerekir. Analogik modelin öğrencilerin bir sistemin pek çok açıdan sorgulanması gerektiğini öğrenmeleri bağlamında ön testte deney grubunda görülen kavram yanılğısının son testte giderilmesi nedeni ile etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 3.4.1’de yer alan veriler genel olarak incelendiğinde öğretim sonunda deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda ise 9 öğrencide kavram yanılğısı görülmesi kavram yanılğılarının giderilmesi ve oluşumunun önlenmesi hususunda analogi kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu ortaya koyan önemli bir bulgudur.



Tablo 3.4.2: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST					
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Yanmaz*	Devre elemanı eksikliği*	Pil*	TA	35	71,4	32	65,3	39	79,6	30	61,2
		Elektrik Enerjisi kaynağı*	TA	7	14,3	8	16,3	10	20,4	16	32,7
	Anahtar	Kapalı	KY	-	-	1	2,0	-	-	2	4,1
	<b>Toplam</b>			<b>48</b>	<b>98,0</b>	<b>47</b>	<b>95,9</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>
Yanar	Anahtar	Kapalı	KY	-	-	2	4,1	-	-	1	2,0
	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı

Kısmi anlama (KA), kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) ve anlamama (A) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda iki anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.2 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 85,7, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 81,6'sı "Devrede pil yok, lamba yanmaz.", "Elektrik enerjisi verecek kaynak yok olduğu için lamba yanmaz." gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney ve kontrol gruplarında 6 öğrencinin "Anahtar kapalı olduğu için"; kontrol grubunda 1 öğrencinin ise "Devrede ışık kaynağı olmadığı için" gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını belirttikleri görülmüştür. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 1 öğrencinin "Devre elemanlarının hepsi var ve bağlı", kontrol grubunda ise 2 öğrencinin "Anahtar kapalı olduğu için" lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin tamamı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 93,9'u "Pil yokken lamba ışık veremez.", "Elektrik enerjisi kaynağı yoktur." ve "Lambanın yanması için pilin devreye elektrik enerjisi vermesi gerekir." gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Kontrol grubundaki 2 öğrenci "Devrede ışık kaynağı olmadığı için", "Pil lambalara ışık verir. Olmayınca ışık veremez. Lamba yanmaz." türünden kavram yanlışlığı



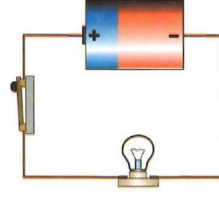
gerekçelerle lambanın yanmayacağını belirtmiştir. Son test sonuçları incelendiğinde kontrol grubunda 1 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için lamba yanar.*” gerekçesi ile lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Lambanın devrede ışık kaynağı olmadığı için yanmayacağına ilişkin kavram yanılması ön testte kontrol grubunda 1 öğrencide görülürken bu değer son test sonuçlarında 2 olmuştur. Bu öğrenciler pili lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak algılamaktadır. Bu durum öğrencilerde devrede gerçekleşen enerji dönüşümleri ile ilgili önemli bir kavram yanılması olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin pilin devreye elektrik enerjisi sağladığını ve bu enerjinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştürüldüğünü bilmedikleri anlaşılmaktadır. Öğrenciler devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü bilmedikleri için lambanın yaydığı ışığı ona doğrudan pilin gönderdiğini düşünmektedir.

“*Anahtar kapalı olduğu için lamba yanmaz*” şeklindeki kavram yanılması deney ve kontrol gruplarındaki 6 öğrencide ön testte tespit edilmiş olup öğretim sonunda iki grupta da görülmemiştir.

Devrede pil olmamasına karşın “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanacağına yönelik kavram yanılması ise ön testte kontrol grubundaki 2 öğrencide görülürken son testte 1’e düşmüştür. Ön testte deney grubunda 1 öğrencide görülen “*Devre elemanları ve bağlantı tam olduğu için*” lambanın yanacağına ilişkin kavram yanılması son testte ortadan kaldırılmıştır. Her iki yanılıda da öğrenciler basit elektrik devresinde elektrik enerjisi verecek bir kaynak olmadığının farkında değildir.

Tablo 3.4.2’de yer alan veriler genel olarak incelendiğinde son test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerde kavram yanılması olmadığı halde kontrol grubundaki 3 öğrencide kavram yanılması görülmesi kavram yanılılarının giderilmesi ve oluşumunun önlenmesi hususunda analogi kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu ortaya koyan önemli bir bulgudur.



Tablo 3.4.3: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Bağlantı eksik*	Pilin negatif kutbu ile lamba arasında*	TA	37	75,5	41	83,7	-	-	-	-
	Elektrik enerjisi*	Geçişi yok*	TA	3	6,1	1	2,0	-	-	-	-
		Pilin negatif kutbu ile lamba arasında bağlantı eksik*	TA	-	-	-	-	46	93,9	49	100,0
		Elektrik enerjisi geçişi yok*									
	Anahtar	Kapalı	KY	2	4,1	5	10,2	-	-	-	-
	Gerekçe yok		A	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>43</b>	<b>87,8</b>	<b>47</b>	<b>95,9</b>	<b>46</b>	<b>93,9</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>
Yanar	Anahtar	Kapalı	KY	2	4,1	-	-	2	4,1	-	-
	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	1	2,0	1	2,0	1	2,0	-	-
	Anahtar	Açık									
	Devre elemanının yeri	Lamba (pilin elektrik enerjisi veren kutbu)	KY	2	4,1	-	-	-	-	-	-
		Anahtar (pilin pozitif kutbu)	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Gerekçe yok		A	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.3 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 81,6, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 85,7'si “Pilin eksi kutbu ile lamba arasında bağlantıda eksik var.”, “Pilden lambaya enerji geçişi olmaz.” gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda ise 5 öğrencinin “Anahtar kapalı yanmaz.” şeklinde lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı bir gerekçe ile belirttiği görülmüştür. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 4 öğrencinin “Anahtar kapalı olduğu için”, “Lamba pilin enerji veren kutbuna bağlı olduğu için” gerekçeleri, kontrol grubunda ise 1 öğrencinin “Anahtar pilin artı kutbuna bağlı

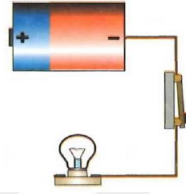
*olduğu için*” gerekçesi ile lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Deney ve kontrol gruplarından 1’er öğrencinin de “*Devre elemanları var ve birbirine bağlı, anahtar da açık*” olduğu için lambanın yanacağını belirttikleri görülmüştür.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 93,9, kontrol grubundaki öğrencilerin ise tamamı “*Pilin eksi kutbu ile lamba arasındaki kablo kesik olduğu için elektrik enerjisi lambaya ulaşamaz ve lamba yanmaz.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Deney grubundaki 2 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*”, 1 öğrenci de “*Her şey var ve bağlantı tamam, anahtar açık olduğu için*” lambanın yanacağını belirtmiştir.

Anahtarın kapalı olması nedeni ile lambanın yanmayacağına ilişkin kavram yanılığı ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrencide saptanmış olup öğretim sonunda her iki grupta da görülmemiştir. Alanyazınla benzerlik gösterecek şekilde bu kavram yanılığı “*Anahtar kapalı iken sistem enerji geçişine kapalıdır.*” düşüncesine dayanmaktadır. Bu yanılığa sahip öğrenciler anahtar kapatıldığında sistemin enerji geçişine kapatıldığını düşünmektedir. Bu yanılığın öğrenciyi anahtar kapalı olursa lambanın yanmayacağına ilişkin yanlış bir sonuca götürdüğü düşünülmektedir.

Ön testte deney grubundaki 2 öğrenci “*Lambanın pilin elektrik enerjisi veren kutbuna, pozitif kutbuna bağlı olduğu için*” yanacağını ifade ederken son testte bu yanılığın ortadan kalkmıştır. Araştırmada ön testte kontrol grubundaki 1 öğrencide anahtarın pilin pozitif kutbuna bağlı olması nedeni ile lambanın yanacağına dair benzer bir yanılığın saptanmış ve yanılığın son testte ortadan kalktığı görülmüştür. Devre elemanları ve bağlantı tam olup anahtar açık olduğu için lambanın yanacağına yönelik yanılığın deney ve kontrol gruplarında ön testte 1’er öğrencide görülmüş ve bu yanılığın deney grubunda son testte 1 öğrencide yine ortaya çıkmıştır. Bağlantı kablosunda kopukluk olmasına karşın anahtar kapalı olduğu için lambanın yanacağına dair kavram yanılığı içeren düşünce deney grubunda ön ve son testte 2 öğrencide saptanmıştır. Bu kavram yanılığın da temelde lambanın yanması için pilin pozitif kutbuna bağlı olmasının yeterli olacağı düşüncesine dayanmaktadır. Öyle ki, pilin pozitif kutbu tarafında ve kapalı olan anahtar lamba ile pozitif kutup arasındaki bağlantıyı tamamlamaktadır. Devre elemanları ve bağlantının tam olmasına dair yanılığın da pilin pozitif kutbunun bağlı olmasının yeterliliği

vurgulanmaktadır. Araştırmada kullanılan analogik modelde yer alan balonun şişmesi için sistemde hava kaybı olmamasının ve sistemin kapalı bir sistem olmasının gerekliliğinin vurgulanması nedeni ile yanılığının giderilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Hava pompasının iki çıkışının da sistemin kapalı olması için sisteme bağlı olması gerekir. Hava pompası ile pil arasında kurulan analogik ilişkiden hareketle basit elektrik devresinin de kapalı bir sistem olabilmesi için pilin iki kutbunun da devreye bağlı olması gerekir.



Tablo 3.4.4: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Bağlantı eksik*	Pilin pozitif kutbu ile lamba arasında*	TA	35	71,4	35	71,4	-	-	-	-
	Elektrik enerjisi*	Geçiş yok*	TA	2	4,1	-	-	-	-	-	-
		Pilin pozitif kutbu ile lamba arasında bağlantı eksik*	TA	-	-	-	-	48	98,0	47	95,9
		Elektrik enerjisi geçiş yok*									
		Açık devre*									
	Anahtar	Kapalı	KY	5	10,2	9	18,4	-	-	-	-
		Açık	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
		Yeri (pilin negatif kutbu)	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Lamba	Yeri (pilin negatif kutbu)	KY	4	8,2	-	-	-	-	-	-	
	Gereğe yok	A	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0	
	<b>Toplam</b>		<b>47</b>	<b>95,9</b>	<b>47</b>	<b>95,9</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	
Yanar	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	1	2,0	2	4,1	-	-	-	-
	Anahtar	Kapalı	KY	-	-	-	-	1	2,0	-	-
		Yeri (pilin negatif kutbu)									
	Pil	Lambaya ışık verme	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
		Negatif kutbu bağlı	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>		<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılığ, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.4 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 75,5, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 71,4'ü “*Pilin artı kutbu ile lamba arasında kablo yok.*” ve “*Pilin enerjisi lambaya gelemaz.*” gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 9 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*”, kontrol grubunda 1 öğrenci “*Anahtar açık olduğu için*”, her iki gruptan da 1'er öğrenci “*Anahtar pilin eksi kutbu tarafında bağlı olduğu için*”, deney grubunda 4 öğrenci “*Lamba pilin eksi kutbuna bağlı olduğu için*” lambanın yanmayacağını kavram yanlış gereçlerle ifade etmiştir. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 1, kontrol grubunda 2 öğrenci “*Tüm elemanlar var ve aralarında kablolar var.*”, deney grubunda 1 öğrenci de “*Pilin eksi kutbu bağlı*” gerekçesi ile lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 98, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 95,9'u “*Pilin diğer tarafı ile lamba arasında bağlantı olmadığı için, devre kapalı değil, pilin enerjisi lambaya gelemaz.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 1 öğrenci “*Anahtar hem kapalı hem de pilin eksi kutbuna bağlı olduğu için*” ve kontrol grubunda da 1 öğrenci “*Pil lambaya ışık verir.*” gerekçeleri ile lambanın yanacağını belirtmiştir.

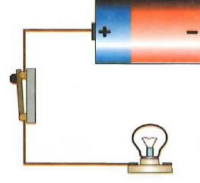
Pilin pozitif kutbu ile lamba arasında bağlantının olmadığı bir devrede “*Anahtar kapalı olduğu için lamba yanmaz.*” yanlış ön testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda ise 9 öğrencide saptanmış olup bu kavram yanlış öğretim sonunda her iki grupta da giderilmiştir. Alanyazınla benzer nitelikte olacak şekilde öğrenciler anahtarın kapalı olduğu durumda devreye elektrik enerjisi geçişi olmayacağını düşünmektedir. Anahtar sistemi kilitleyen ya da kapatan bir devre elemanı olarak görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin anahtarın açık olma durumunda lambanın yanacağını belirtmelerinden lambanın pilin sadece negatif kutbuna bağlı olduğu durumda yanacağını düşündükleri de anlaşılmaktadır. Bu düşünce alanyazında “*Tek Kutuplu Model*” olarak ifade edilen kavram yanlışını içermektedir. Araştırmada alanyazına ek olarak “*Tek Kutuplu Model*” yanlışının “*Tek Kutuplu-Negatif Kutuplu Model*” türü görülmüştür.

Devredeki anahtar kapalı olmasına karşın “*Anahtar açık olduğu için lamba yanmaz.*” yanlış ön testte kontrol grubunda 1 öğrencide görülmüştür. Bu bulgu

öğrencinin görsel olarak anahtarın kapalı ve açık olma durumunu karıştırdığını ortaya koymaktadır. “*Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı lamba yanmaz.*” yanılması ön testte deney ve kontrol grubunda 1’er öğrencide, “*Lamba pilin negatif kutbuna bağlı olduğu için yanmaz, pozitif kutba bağlı olsaydı yanardı.*” yanılması ön testte deney grubunda 4 öğrencide görülmüştür. Bu kavram yanılığının nedeni lamba ile pilin pozitif kutbu arasında yapılacak tek bir bağlantıda lambanın yanacağını düşünülmesidir. Alanyazından farklı olarak “*Pilin enerji veren kutbu pozitif kutuptur, negatif kutup enerji vermez.*” kavram yanılığı saptanmıştır. Bu durumun günlük yaşamda kullanılan pozitif, negatif, artı ve eksi kavramlarından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öğrencinin pozitif ve negatif kavramlarını pil kutuplarına yanlış transfer etmesi bu durumun ortaya çıkmasına neden olabilir. Pozitif ve negatif kavramlarını polarizasyondan ziyade pozitif olumlu, negatif de olumsuz olarak kodlayan öğrenci pozitif kutbu enerji veren, negatif kutbu ise enerji vermeyen kutup olarak kabul etmiştir. “*Devre elemanları ve bağlantı tam olduğu için*”, “*Devre elemanları birbirine bağlantı kablolarıyla bağlandığı için*” lamba yanar yanılması ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda ise 2 öğrencide görülmüştür. Deney grubunda ön testte 1 öğrencide “*Pilin negatif kutbu bağlı olduğu için lamba yanar.*” yanılığı saptanmıştır. Bu yanılıklar öğretim sonunda her iki grupta da görülmemiştir. Bununla birlikte ön testte olmadığı halde son testte deney grubunda 1 öğrencide “*Anahtar kapalı olup pilin eksi kutbuna bağlı olduğu için lamba yanar.*” yanılığı saptanmıştır.

Öğretim sonunda kontrol grubunda 1 öğrencide “*Pil lambaya ışık verdiği için lamba yanar*” yanılığı saptanmıştır. Bu kavram yanılığının görüldüğü öğrenci pili lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak algılamaktadır. Bu durum öğrencide devrede gerçekleşen enerji dönüşümleri ile ilgili önemli bir kavram yanılığı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yanılığın öğrencinin pilin devreye elektrik enerjisi sağladığını ve bu enerjinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştürüldüğünü bilmemesinden kaynaklanmaktadır. Öğrenci devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü bilmediği için lambanın yaydığı ışığı ona pilin gönderdiğini düşünmektedir. Lamba ile pilin kutuplarından biri arasında yapılacak tek yönlü bağlantıda lambanın yanacağını düşünen öğrencide “*Tek Kutuplu Model*” yanılığının da olduğu anlaşılmaktadır. Alanyazınla benzer olarak “*Tek Kutuplu Model*”, alanyazına ek

olarak “Tek Kutuplu-Negatif Kutuplu Model” ve “Enerji Dönüşümü Modeli” olmak üzere kavram yanlışları saptanmıştır.



Tablo 3.4.5: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Bağlantı eksik*	Pilin negatif kutbu ile lamba arasında*	TA	35	71,4	34	69,4	-	-	-	-
	Elektrik enerjisi*	Geçişi yok*	TA	2	4,1	1	2,0	-	-	-	-
		Pilin negatif kutbu ile lamba arasında bağlantı eksik*	TA	-	-	-	-	49	100,0	47	95,9
		Elektrik enerjisi geçişi yok*									
		Açık devre*									
	Anahtar	Kapalı	KY	7	14,3	5	10,2	-	-	-	-
		Yeri (pilin pozitif kutbu)	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>44</b>	<b>89,8</b>	<b>41</b>	<b>83,7</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>47</b>	<b>95,9</b>
Yanar	Lamba	Yeri (pilin elektrik enerjisi veren kutbu)	KY	4	8,2	2	4,1	-	-	2	4,1
	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	1	2,0	4	8,2	-	-	-	-
	Anahtar	Kapalı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Gereğe yok		A	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.5 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 75,5, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 71,4’ü “Pilin eksi kutbu ile lamba arasında bağlantı yapılmamış” ve “Enerji geçemez.” gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 7 öğrenci, kontrol grubunda da 5 öğrenci “Anahtar kapalı olduğu için”, kontrol grubunda 1 öğrenci “Anahtar pilin artı kutbuna bağlı olduğu için” lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı gerekçeleriyle belirtmiştir. Ön test sonuçları

incelendiğinde deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci “*Devre elemanları ve kablolar bağlı olduğu için*”, deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci “*Lamba pilin enerji veren kutbuna bağlı olduğu için*”, 1 öğrenci de “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin tamamı, kontrol grubundaki öğrencilerin % 95,9’u “*Pilin bir kutbu ile lamba arasında kablo yoksa elektrik devresi kapalı olmadığı için pil elektrik enerjisi veremez.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın kontrol grubunda 2 öğrenci kavram yanılması içeren bir düşünce ile “*Lamba pilin artı kısmına bağlıdır. Artı tarafı enerji vereceği için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağına dair kavram yanılması ön testte deney grubunda 7 öğrenci, kontrol grubunda ise 5 öğrencide görülürken öğretim sonunda her iki grupta da giderilmiştir. Öğrencilerde anahtarın kapatıldığında elektrik enerjisi geçişini sağlamak yerine engelleyici yönde etki yapacağına dair kavram yanılması mevcuttur. Bu yanılığa sahip öğrenciler anahtarın kapalı olduğu devrede lambaya elektrik enerjisi ulaşamayacağı için lambanın yanmayacağını düşünmektedir.

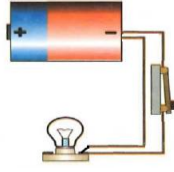
“*Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı olduğu için lamba yanmaz*” yanılması ön testte kontrol grubunda 1 öğrencide görülmüş son testte ise giderilmiştir. Anahtarın yeri ile ilgili bu yanılığın “Tek Kutuplu Model” kavram yanılması düşündürmektedir. Bu devre için anahtar pilin pozitif kutbu ile lamba arasında tek yönlü bir bağlantı kurarak köprü görevi görmektedir. Bu düşünceden hareketle öğrencide bu köprü pilin negatif kutbu ile lamba arasında olsaydı lambanın yanacağına ilişkin bir kavram yanılması olduğu anlaşılmaktadır.

“*Lamba, duy, pil, anahtar ve bağlantı kablosu var. Aralarında bağlantı kabloları da olduğu için lamba yanar.*” kavram yanılması ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrencide görülmüş son testte giderilmiştir. Pilin negatif kutbu ile lamba arasında bağlantı kablosu olmadığı halde anahtar kapalı olduğu için lambanın yanacağına dair yanılığın ön testte kontrol grubundaki 1 öğrencide görülürken öğretim sonunda giderilmiştir. Öğrenciler devre elemanlarının hepsinin bulunduğu, anahtarın kapalı olduğu ve pilin bir kutbu ile yapılan her türlü bağlantıda lambanın yanacağını düşünmektedir. Bu öğrencilerde de “Tek Kutuplu Model”



yanılığısı olduğu anlaşılmaktadır. Devre elemanları tam olmasına karşın elemanlar arasındaki bağlantı tam olmayıp, pilin negatif kutbu ile lamba arasında bağlantı kablosu olmadığı için sistem kapalı bir sistem değildir. Öğrencinin cevabının aksine böyle bir durumda da lamba yanmayacaktır.

*“Lambanın pilin elektrik enerjisi veren kısmına, pozitif kutbuna bağlı olduğu için yanacağını”* ifade eden öğrenci sayısı ön testte deney grubunda 4, kontrol grubunda 2 iken son testte deney grubunda yanılığı ortadan kaldırılmasına karşın kontrol grubunda 2 öğrenci de yine saptanmıştır. Bu öğrencilerde “Tek Kutuplu Model” kavram yanılığısı söz konusudur. Bu kavram yanılığısında öğrenciler lambanın yanması için pilin kutuplarından birinin bağlı olmasının yeterli olacağını düşünmektedir. Araştırmada “Tek Kutuplu Model” yanılığısının alanyazından farklı olarak “Pozitif Kutuplu Model” türü görölmüştür.



Tablo 3.4.6: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Bağlantı kablosunun yeri*	İkisi de pilin negatif kutbu ile lamba arasında*	TA	34	69,4	31	63,3	-	-	-	-
			KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		İkisi de pilin pozitif kutbu ile lamba arasında değil	TA	-	-	-	-	46	93,9	48	98,0
		İkisi de pilin negatif kutbu ile lamba arasında* Enerji geçişi yok* Açık devre*									
	Anahtar	Kapalı	KY	3	6,1	6	12,2	-	-	-	-
		Yeri (pilin negatif kutbu)	KY	2	4,1	-	-	-	-	-	-
		Gerekecek yok	A	2	4,1	2	4,1	1	2,0	-	-
	<b>Toplam</b>		<b>42</b>	<b>85,7</b>	<b>39</b>	<b>79,6</b>	<b>47</b>	<b>95,9</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	
Yanar	Bağlantı kablosunun yeri	İkisi de negatif kutupta	KY	4	8,2	4	8,2	-	-	-	-
	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	2	4,1	4	8,2	-	-	-	-
	Anahtar	Kapalı	KY	-	-	2	4,1	-	-	1	2,0
	Gerekecek yok		A	-	-	-	-	2	4,1	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>10</b>	<b>20,4</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>
Boş			A	<b>1</b>	<b>2,0</b>	-	-	-	-	-	
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.6 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin % 69,4, kontrol grubundaki öğrencilerin % 63,3'ü “*Kablolar pilin eksi kutbu ile lamba arasında olduğu için*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 1 öğrenci “*Kablolar pilin artı tarafı ile lamba arasında olmadığı için*”, 2 öğrenci de “*Anahtar pilin eksi kutbuna bağlı olduğu için*”, deney grubunda 3 öğrenci ve kontrol grubunda 6 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı gerekçelerle

belirtmiştir. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda ise 10 öğrencinin lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Her iki grupta da 4 öğrenci “*Kabloların ikisi de pilin eksi kutbuna bağlı olduğu için*”; deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci “*Her şey var ve bağlı olduğu için*”; kontrol grubunda 2 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 93,9, kontrol grubundaki öğrencilerin % 98’i “*Kablolar pilin eksi kutbunda bağlanmış, artı kutupta kablo yok, diğer kutup açıkta olduğu için enerji gelemmez.*”, “*Kabloların biri diğer tarafta olmadığı için sistem açıktır.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın kontrol grubunda 1 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*Pilin enerji veren kutbu pozitif tarafıdır. Bağlantı kabloları pilin pozitif kutbu ile lamba arasında olsaydı lamba yanardı.*”, 2 öğrenci de anahtarın yerini dikkate alarak “*Anahtar pilin negatif kutbu ile lamba arasında olduğu için lamba yanmaz.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını ifade etmiştir. Deney grubundaki 3 öğrencide de pilin enerji veren kutbunun pozitif kutup olduğu ve pozitif kutup ile lamba arasında yapılacak tek yönlü bir bağlantı ile lambanın yanacağına ilişkin “*Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model*” olarak adlandırılan kavram yanılması mevcuttur. Son testte bu yanılgılar giderilmiştir.

Ön testte deney (f=3) ve kontrol (f=6) gruplarındaki bazı öğrenciler “*Anahtar kapalıyken enerji geçmez.*” gerekçesi ile anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağını belirtmiştir. Bu yanılğı son testte iki grupta da görülmemiştir. Öğrenciler kapalı olan bir anahtarı basit elektrik devresinde elektrik enerjisi geçişine engel olan bir devre elemanı olarak görmektedir. Bu nedenle anahtar kapatıldığında elektrik enerjisinin de kapatıldığını düşünerek lambanın yanmayacağını ifade etmişlerdir.

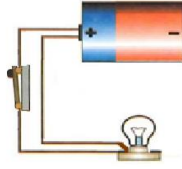
Ön testte deney ve kontrol grubunda 4 öğrenci “*Kablolar negatif tarafta olduğu için*” gerekçesi ile bağlantı kablosunun ikisi de negatif kutba bağlı olduğu için lambanın yanacağını ifade etmiştir. Öğrencilerde “*Tek Kutuplu-Negatif Kutuplu Model*” olarak adlandırılan kavram yanılması mevcuttur. Bu yanılğı son testte iki

grupta da görülmemiştir. Öğrencilerin güç kaynağının herhangi bir kutbu ile yapılacak bağlantıda lambanın yanacağına ve bu tek yönlü bağlantının da pozitif kutup boşta kalacak şekilde negatif kutup ile lamba arasında yapılması gerektiğine ilişkin kavram yanılması içeren bir düşünceye sahip oldukları saptanmıştır.

Ön testte deney ( $f= 2$ ) ve kontrol ( $f= 4$ ) grubundaki bazı öğrenciler “*Lamba, pil, kablolar, anahtar var ve birbirine bağlı olduklarından lamba yanar.*” gerekçesi ile lambanın yanacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin basit elektrik devresinde lambanın ışık verme durumu ile ilgili olarak devre elemanlarında eksik yoksa ve tek yönlüde olsa aralarında bir bağlantı söz konusu ise lambanın yanacağını düşündüklerini ortaya koymaktadır. Son testte yanılma iki grup için de ortadan kaldırılmıştır.

Kontrol grubunda ön testte 2 öğrenci, son testte ise 1 öğrencide “*Anahtar kapalı olduğu için lamba yanar.*” yanılması tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin devre elemanlarının iki uçlu olma özelliğini göz ardı ederek sadece anahtarın açık-kapalı olma durumu üzerinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Devredeki anahtar kapalı olmasına karşın sistem kapalı bir sistem olmadığı için öğrencilerin cevabının aksine bu durumda lamba yanmayacaktır. Ayrıca devre elemanlarının iki ucunun da bağlantıya dâhil edilmesi gerektiği düşünüldüğünde lamba ve pilin bir ucunun boşta bırakıldığı durumda lambanın yanmayacağı öğrenciler tarafından dikkate alınmamıştır.

Araştırmada kullanılan analogik modelin hava ile çalışan bir sistem olması nedeni ile bu sistemde yer alan plastik balonun şişebilmesi için sistemin kapalı olması gerekmektedir. Bu gereklilik nedeni ile analogik model “Tek Kutuplu Model” kavram yanılışının giderilmesinde ve basit elektrik devresinin anlaşılması üzerinde etkili olmuştur. Öyle ki, ön testte tespit edilen kavram yanılışları öğretim sonunda giderilmiştir. Ayrıca yeni kavram yanılışının oluşmamış olması da analogik modelin etkililiğini ortaya koyan önemli bir sonuçtur.



Tablo 3.4.7: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Bağlantı kablosunun yeri*	İkisi de pilin pozitif kutbu ile lamba arasında*	TA	28	57,1	28	57,1	-	-	-	-
	Elektrik enerjisi*	Geçiş yok*	TA	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		İkisi de pilin pozitif kutbu ile lamba arasında*	TA	-	-	-	-	44	89,8	44	89,8
		Elektrik enerjisi geçiş yok*									
	Anahtar	Kapalı	KY	5	10,2	7	14,3	-	-	-	-
		Yeri (pilin pozitif kutbu)	KY	2	4,1	-	-	-	-	-	-
	Gerekçe yok		A	5	10,2	3	6,1	2	4,1	5	10,2
	<b>Toplam</b>			<b>41</b>	<b>83,7</b>	<b>38</b>	<b>77,6</b>	<b>46</b>	<b>93,9</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>
Yanar	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	6	12,2	7	14,3	-	-	-	-
	Bağlantı kablosunun yeri	Pilin elektrik enerjisi veren tarafı	KY	2	4,1	2	4,1	-	-	-	-
	Anahtar	Yeri	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
		Gerekçe yok		A	-	-	1	2,0	3	6,1	-
		<b>Toplam</b>			<b>8</b>	<b>16,3</b>	<b>11</b>	<b>22,4</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>-</b>
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılışı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılışıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.7 incelendiğinde ön test sonuçlarında deney grubunun % 59,1, kontrol grubunun % 57,1'i “Bağlantı kabloları pilin artı kutbu ile lamba arasında olduğu için”, “Enerji gelmeyeceği için” gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 2 öğrenci “Anahtar pilin artı kutbu tarafında olduğu için”; deney grubunda 5 öğrenci ve kontrol grubunda da 7 öğrenci “Anahtar kapalı olduğu için” lambanın yanmayacağını kavram yanılıklı gerekçelerle belirtmiştir. Ön test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 8 öğrenci, kontrol grubunda ise 11 öğrencinin lambanın yanacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Bunlardan deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda 7 öğrenci “Her şey yerinde ve tam olduğu için”, her iki grupta da 2 öğrenci “Kablolar pilin enerji veren tarafına

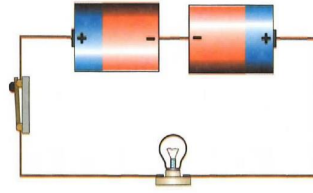
*bağlı oldukları için*”, kontrol grubunda 1 öğrenci “*Anahtarın yeri pilin artı tarafında olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Son testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 89,8’i “*Eksi tarafta bağlantı kablosu yok onun için lamba yanmaz. Elektrik devresinde açıklık olduğundan elektrik lambaya gelemes.*”, “*Pilin bir ucu ile lambanın bir ucu arasında bağlantı yok, enerji ulaşamaz.*” gerekçeleri ile lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir.

Ön testte deney (f= 5) ve kontrol (f= 7) grubundaki bazı öğrenciler anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağını ifade ederken deney grubundaki 2 öğrenci anahtar pozitif kutupta olduğu için lambanın yanmayacağını belirtmiştir. Anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağını düşünen öğrencilerde “Anahtar Kapalı-Sistem Elektrik Enerjisi Geçisine Kapalı” kavram yanılgısı vardır. Günlük yaşamda kullanılan kapat kavramı devreye yanlış transfer edildiği için bu tür bir yanlış oluştuğu düşünülmektedir. Anahtarın yeri ile ilgili olarak negatif kutupta olması durumunda yanacağını düşünen öğrencilerde ise “Tek Kutuplu-Negatif Kutuplu Model” yanılgısı mevcuttur. Son testte bu yanılgılar giderilmiş, yeni yanlış oluşumu görülmemiştir.

Ön testte deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda ise 7 öğrenci devredeki elemanlar tam olup, her eleman tek yönlü de olsa birbirine bağlandığı için lambanın yanacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin devre elemanlarının iki uçlu olduğunu ve devrenin kapalı bir sistem olabilmesi için elemanların iki ucunun da sisteme bağlı olması gerektiğini anlamada güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır. Son testte yanılgılar giderilmiş, yeni yanlış oluşumu görülmemiştir.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrencide “Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model” kavram yanılgısı saptanmıştır. Öğrenciler lamba pilin elektrik enerjisi veren tarafına pozitif kutbuna bağlı olduğu için ve anahtar pilin pozitif kutbu tarafında olup lamba ile pozitif kutup arasında köprü görevi gördüğü için lambanın yanacağını ifade etmiştir. Son testte bu yanılgılar giderilmiş, yeni yanlış oluşumu görülmemiştir.



Tablo 3.4.8: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Yanma-Yanmama Durumuna İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

			Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
				Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
				f	%	f	%	f	%	f	%
Yanmaz*	Pillerin bağlanma şekli*	Aynı kutuplar yan yana*	TA	13	26,5	12	24,5	38	77,6	43	87,8
	Anahtar	Kapalı	KY	5	10,2	13	26,5	1	2,0	-	-
	Gerekçe yok		A	7	14,3	3	6,1	1	2,0	1	2,0
	<b>Toplam</b>			<b>25</b>	<b>51,0</b>	<b>28</b>	<b>57,1</b>	<b>40</b>	<b>81,6</b>	<b>44</b>	<b>89,8</b>
Yanar	Devre elemanları ve bağlantı	Tam	KY	17	34,7	17	34,7	5	10,2	4	8,2
	Elektrik enerjisi kaynağı	Tüm kutupları bağlı	KY	3	6,1	-	-	-	-	-	-
		Var	KY	2	4,1	-	-	-	-	-	-
	Bağlantı kablosu	Elektrik enerjisi veren pozitif kutuplarına bağlı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	Gerekçe yok		A	1	2,0	3	6,1	3	6,1	1	2,0
	<b>Toplam</b>			<b>24</b>	<b>49,0</b>	<b>21</b>	<b>42,9</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>
Boş			A	-	-	-	-	<b>1</b>	<b>2,0</b>	-	-
<b>TOPLAM</b>				<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo 3.4.8 incelendiğinde ön testte deney grubunun % 26,5, kontrol grubunun ise % 24,5'i "Pilin aynı kutupları birbirine dönük olduğu için" lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade etmiştir. Buna karşın deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda ise 13 öğrenci "Anahtar kapalı olduğu için" lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı içeren bir gerekçe ile belirtmiştir. Ön test sonuçları incelendiğinde her iki grupta da 17 öğrenci "Her şey olup aralarında kablolar olduğu için", 1'er öğrenci "Bağlantı kablosu pilin enerji veren artı kutbuna bağlı olduğu için", deney grubunda 2 öğrenci "Enerji kaynağı olduğu için" ve 3 öğrenci de "Enerji kaynaklarının tüm kutupları bağlı olduğu için" lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 77,6, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 87,8'inin "Pilin aynı kutupları birbirine baktığı için", "Pil

*kutupları zıt bağlanmadığı için*”, “*Pil kutuplarını + ve – kutuplar yan yana olacak biçimde koyulmadığı için*” lambanın yanmayacağını doğru olarak ifade ettiği görülmüştür. Buna karşın deney grubundaki 1 öğrenci “*Anahtar kapalı olduğu için*” lambanın yanmayacağını kavram yanlışlığı içeren bir gerekçe ile belirtmiştir. Son test sonuçları incelendiğinde deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci “*Elemanlar ve kabloları tam olduğu için*” lambanın yanacağını ifade etmiştir.

Ön testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 13 öğrenci; son testte ise deney grubunda 1 öğrenci anahtar kapalı olduğu için lambanın yanmayacağını ifade etmiştir. “*Anahtar pilin enerjisinin lambaya gitmesine engel olur.*” gerekçesi ile lambanın yanmayacağını ifade eden öğrencilerde “*Anahtar Kapalı-Sistem Elektrik Enerjisi Geçişine Kapalı*” kavram yanlışlığı mevcuttur.

Lambanın yanmayacağını belirten öğrencilerin aksine ön testte deney ve kontrol grubundan 17 öğrenci; son testte ise deney grubundan 5 öğrenci, kontrol grubundan 4 öğrenci lamba, pil, bağlantı kablosu, duyu ve anahtar olmak üzere tüm devre elemanları devrede olup birbirlerine bağlı oldukları için lambanın yanacağını ifade etmiştir. Ön testte deney grubundaki bazı öğrenciler pilin kutuplarının bağlanma şekline dikkat etmeksizin “*Devrede pil olduğu*” ( $f=2$ ) ve “*İki kutbu da bağlı*” ( $f=3$ ) için lambanın yanacağını ifade etmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki 1’er öğrenci ise “*İki pil var ama kablolar pilin pozitif kutbuna değiyor*” gerekçesi ile lambanın yanacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin bağlantı kablolarının pilin negatif kutbuna temas etmesi durumunda yanmayacağını düşündüklerini ortaya koymaktadır. Alanyazından farklı olarak pilin tüm kutuplarının bağlantı kabloları ile bağlandığı devrede öğrencilerde “*Pozitif Çift Kutup Modeli*” şeklinde bir kavram yanlışlığı saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin sorudaki şekilde verildiği üzere pilin iki negatif kutbu arasında yapılan bağlantının bir anlam ifade etmediğini düşündükleri açığa çıkmıştır.

Bölüm 2’de öğrencilerin hatalı elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlıkları incelenmiştir. Anahtarın açık ya da kapalı olmasına bağlı olarak lambanın yanma/yanmama durumu ile ilgili yanlışlığı değişime karşı dirençli olması nedeli ile ayrı bir tabloda (Tablo 3.4.9) toplu olarak verilmiştir.



Tablo 3.4.9: Öğrencilerin Anahtarın Açık-Kapalı Olma Durumuna Bağlı Elektrik Enerjisi Geçişi ve Lambanın Yanma/Yanmama Durumuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans Değerleri

	Anahtar	Devre	Elektrik enerjisi geçişi	Lambanın yanma/yanmama durumu	ÖN TEST		SON TEST	
					DG f	KG f	DG f	KG f
	Açık	Kapalı	Yok	Yanmaz	1	-	-	-
	Kapalı	-	-	Yanmaz	8	1	1	1
	Açık	Açık	Var	Yanar	1	11	1	-
	Kapalı	-	-	Yanmaz	6	6	-	-
	Kapalı	-	-	Yanar	-	2	-	1
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	2	5	-	-
	Kapalı	-	-	Yanar	2	-	2	-
	Açık	-	Var	Yanar	1	1	1	-
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	5	9	-	-
	Açık	Açık	-	Yanmaz	-	1	-	-
	Kapalı	-	-	Yanar	-	-	1	-
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	7	5	-	-
	Kapalı	-	-	Yanar	-	1	-	-
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	3	6	-	-
	Kapalı	-	-	Yanar	-	2	-	1
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	5	7	-	-
	Kapalı	-	Yok	Yanmaz	5	13	1	-

Araştırma sonucunda bazı öğrencilerin anahtarın kapalı olduğu durumda elektrik enerjisi geçişi olmayacağı için lambanın yanmayacağını, açık olduğu durumda ise elektrik enerjisi geçişi nedeni ile lambanın yanacağını ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin bir kısmının verilen devrede anahtar kapalı olmasına karşın anahtarın açık olduğunu ve bu durumda da lambanın yanmayacağını ifade ettikleri saptanmıştır. Öğrencilerin anahtarın kapalı ve açık olma durumunu devrenin açık/kapalı olma durumuna transfer ederek anahtar kapalı iken devrenin elektrik enerjisi geçişine kapalı olduğu, anahtar açıkken devrenin elektrik enerjisi geçişine açık olduğu şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları anlaşılmıştır. Bu durumun “lambayı söndürmek için anahtarı kapat, ışığı açmak için anahtarı aç” ifadeleri de göz önünde bulundurulduğunda günlük yaşam dilinde kullanılan aç ve

kapat kelimelerinin basit elektrik devresine açık ve kapalı olarak yanılıgılı bir şekilde transfer edilmesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünölmektedir.

Ayrıca araştırmada anahtarın ve lambanın pilin hangi kutbuna bağlı olduğunun, pilin devrede olduğu görevinin, devre elemanlarının ve bağlantının tam olduğu tüm durumlar ile devredeki elemanların yerinin lambanın yanma/yanmama durumu üzerindeki etkisine yönelik öğrencilerde saptanan kavram yanılıgıları Tablo 3.4.10'da verilmiştir.

Tablo 3.4.10: Öğrencilerin Devre Elemanının Yeri ve Bağlantıya Bağlı Lambanın Yanma/Yanmama Durumuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans Değerleri

Devreler	Devre elemanının yeri ve bağlantı	Lambanın yanma/yanmama durumu	ÖN TEST		SON TEST	
			DG f	KG f	DG f	KG f
	+ ve - kutupların bağlı olduğu tüm durumlarda	Yanar	1	1	-	-
	Pilin devrede olduğu tüm durumlarda	Yanar	1	1	-	-
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	6	10	-	6
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	1	-	-	-
	Işık kaynağı yok	Yanmaz	-	1	-	2
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	1	1	1	-
	Lamba pilin elektrik enerjisi veren pozitif kutbuna bağlı	Yanar	2	-	-	-
	Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı	Yanar	-	1	-	-
	Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı	Yanmaz	1	1	-	-
	Lamba pilin negatif kutbuna bağlı	Yanmaz	4	-	-	-
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	1	2	-	-
	Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı	Yanar	-	-	1	-
	Pil ışık verdiği için devrede olduğu durumlarda	Yanar	-	-	-	1
	Pilin negatif kutbu bağlı	Yanar	1	-	-	-
	Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı	Yanmaz	-	1	-	-
	Lamba pilin elektrik enerjisi veren pozitif kutbuna bağlı	Yanar	4	2	-	2
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	1	4	-	-
	Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı	Yanmaz	2	-	-	-
	Pilin negatif kutbu bağlı iken	Yanar	4	4	-	-
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	2	4	-	-
	Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı	Yanmaz	2	-	-	-
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	6	7	-	-
	Pilin enerji veren kutbu (pozitif) bağlı iken	Yanar	2	2	-	-
	Elemanlar ve bağlantının tam olduğu her durumda	Yanar	17	17	5	4
	+ ve - kutupların bağlı olduğu tüm durumlarda	Yanar	3	-	-	-
	Pilin devrede olduğu tüm durumlarda	Yanar	2	-	-	-
	Enerji veren kutuplara (pozitif) bağlı iken	Yanar	1	1	-	-

Araştırma sonucunda bazı öğrencilerin anahtarın ve lambanın pilin pozitif ya da negatif olmak üzere herhangi bir kutbuna bağlı olmasının; ışık kaynağı ve ışık veren bir eleman olarak görülen pilin devrede olup + ve – kutuplarının ya da sadece + kutbunun (enerji veren kutup) bağlı olmasının; elemanlar ve aralarındaki bağlantıların tam olmasının ve devre elemanlarının yerinin lambanın yanma/yanmama durumu üzerinde etkili olacağına ilişkin kavram yanılgılarına sahip oldukları saptanmıştır.

Öğretim öncesinde ve sonrasında öğrencilerin verdikleri cevaplar için ifade ettikleri gerekçelerde son test sonuçlarında özellikle deney grubunda daha detaylı gerekçeler olduğu saptanmıştır. Örneğin öğretim öncesinde öğrenciler gerekçelerini “*Pilin diğer kutbu ile lamba arasında bağlantı kablosu olmadığı için lamba yanmaz.*” şeklinde daha çok görsel bir eksiklik temelinde belirtirken öğretim sonunda devrenin kapalı bir sistem olmadığı ve kapalı bir sistem olmadığı için de enerji geçişi olmayacağını, pilin enerjisinin lambaya ulaşamayacağını ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmada devre elemanlarından pil ve anahtarın yerinin lambanın yanma-yanmama durumu üzerinde etkili olduğu, lambanın yanması için pilin devrede olmasının yeterli olduğu, pilin enerji veren kutbunun sadece pozitif kutup olduğu şeklinde alanyazından farklı yanılgılar da saptanmıştır.

### **3.5.Lamba Parlaklığı**

#### **3.5.1.Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler ile Parlaklığı Arttırmak ve Azaltmak için Yapılması Gerekenler**

Bölüm 3’de öğrencilerden basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının nelere bağlı olduğu ile lamba parlaklığını arttırmak ve azaltmak için ne yapılması gerektiğini belirtmeleri istenmiştir.

Tablo 3.5.1.1: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Faktörlere İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısı, pil sayısı*	TA	13	26,5	10	20,4	38	77,6	30	61,2
Lamba sayısı	KA	4	8,2	1	2,0	-	-	2	4,1
Lamba sayısı, elektrik enerjisi geçişi	KYKA	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Pil sayısı, elektrik enerjisi	KA	18	36,7	8	16,3	5	10,2	7	14,3
Pil sayısı, elektrik enerjisi, elektrik enerjisi geçişi	KYKA	2	4,1	9	18,4	2	4,1	3	6,1
Pil sayısı, elektrik enerjisi geçişi	KYKA	10	20,4	13	26,5	3	6,1	4	8,2
Elektrik enerjisi geçişi	KY	1	2,0	5	10,2	1	2,0	3	6,1
Boş	A	1	2,0	2	4,1	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KA: Kısmi anlama, KYKA: Kavram yanılışıyla kısmi anlama, KY: Kavram yanılışı, A: Anlamama

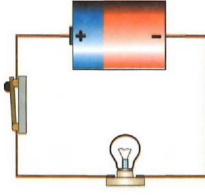
“Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığı ne / nelere bağlıdır?” sorusuna ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 26,5’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 20,4’ü; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 77,6’sı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 61,2’si “*lamba sayısı ve pil sayısı*” diyerek doğru cevap vermiştir. Deney grubundaki öğrenciler ön testte “*Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını arttırmak pilin daha fazla olmasına bağlıdır. Azaltmak için lamba sayısını arttırmak gerekir.*”, “*Pil sayısının artmasına, lamba sayısının azalmasına bağlıdır.*”; son testte ise “*Pil sayısı arttırılırsa parlaklık artar. Lamba sayısı çoğaltılırsa lamba parlaklığı azalır.*”, “*Devreye 1 pil eklendiğinde artar. Lamba eklendiğinde azalır.*” ifadeleri ile verdikleri cevabı gerekçelendirmişlerdir. Bu durum öğrencilerin lamba parlaklığının azaltılması ya da arttırılması için lamba ve pil sayısı olmak üzere parlaklık üzerinde etkisi araştırılacak değişkenin değiştirilerek sonuç üzerinde etkili olan değişkenin sabit tutulması gerektiğini vurguladıklarını ortaya koymaktadır.

Bu soruya verilen doğru cevap oranının deney grubunda % 26,5’ten % 77,6’ya, kontrol grubunda ise % 20,4’dan % 61,2’ye çıktığı görülmüştür.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen faktörün “*pil sayısı*” olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 61,2’si “*Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığı elektrik enerjisine bağlıdır. Elektrik enerjisi fazla olursa parlaklık çoğalır.*” ve

kontrol grubundaki öğrencilerin % 61,2'si “*Lamba parlaklığını pilin enerjisi belirler.*”, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 20,4'ü “*Pile bağlıdır. Çünkü lambaya daha fazla elektrik enerjisi gelir ve lamba daha parlak yanar.*”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 28,6'sı “*Basit elektrik devresinde pil çok olursa lamba parlar.*” gerekçeleri ile lamba parlaklığının “*pil sayısına*” bağlı olduğunu ifade etmiştir. Bu gerekçelerden bazı öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde sadece pil sayısının etkili olduğunu düşünerek lamba sayısının parlaklık üzerindeki etkisini göz ardı ettikleri anlaşılmaktadır. Bu bulgu öğrencilerin lamba parlaklığını pil sayısı artışı ile enerji artışı bağlamında düşünürken lamba sayısı artışı ile gerçekleşecek enerji paylaşımını göz ardı ettiklerini ortaya koymaktadır.

Ayrıca deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrencilerin elektrik enerjisi geçişi kategorisinde basit bir elektrik devresinde lambanın yanması için gerekli temel koşullar olarak lambanın duya yerleştirilmesini, anahtarın kapalı ve bağlantı kablosunun sağlam olmasını lamba parlaklığını etkileyen faktörler olarak ifade etmeleri dikkat çekicidir. Ön testte deney grubundaki öğrenciler cevaplarını “*Pilden elektrik çıkıp lambaya gelmesi, ışığı yandırması kablo ve anahtarlara bağlıdır.*”, kontrol grubundaki öğrenciler ise “*Lambanın parlaklığını dört beş tane bağlantı kablosuyla daha sağlam birleştiririz. Lamba daha fazla parlar.*”, “*Anahtar ne kadar değerse o kadar parlak yanar.*”, “*Lambanın duya güzel takılmasına bağlıdır.*” ifadeleri ile gerekçelendirmişlerdir. Bu bulgu öğrencilerin basit bir elektrik devresinde lambanın ışık verme durumunu etkileyen faktörlerle parlaklığını etkileyen faktörleri birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır.



Tablo 3.5.1.2: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambanın Parlaklığını Arttırmaya İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST				
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu		
		f	%	f	%	f	%	f	%	
Pil sayısını ve elektrik enerjisini arttırmak*	TA	27	55,1	23	46,9	48	98,0	41	83,7	
Pil ve lamba sayısını arttırmak	KYKA	7	14,3	4	8,2	-	-	5	10,2	
Pil sayısını arttırmak ve anahtara basmak	KYKA	-	-	1	2,0	-	-	-	-	
Pil sayısını arttırmak ve anahtarı açmak	KYKA	-	-	2	4,1	-	-	-	-	
Lamba	Sayısını arttırmak	KY	14	28,6	13	26,5	1	2,0	3	6,1
	Sayısını azaltmak**	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Pilin + kutbuna bağlamak	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Anahtar	Kuvvetli basmak	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
	Açmak	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
Bağlantı kablosu	Pile daha sıkı bağlamak	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	

\*\* Bu cevap kuramsal açıdan doğru; ancak devrede 1 lamba olması nedeni ile bu soru için uygulamada doğru değildir.

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KYKA: Kavram yanlışlığıyla kısmi anlama, KY: Kavram yanlışlığı

Kısmi anlama (KA) ile anlamama (A) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

“Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lambanın parlaklığını arttırmak için ne yapılmalıdır?” sorusuna ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 55,1’i “2-3 tane pil takarız. Enerji artar. Lamba daha da parlar.”, “Basit elektrik devresindeki lambanın parlaklığını arttırmak için elektrik enerjisi fazla olan bir pil takarım. Elektrik enerjisi fazla olan pil taktığımızda parlaklık artar.”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 46,9’u “Pilin enerjisini yükseltmeliyiz.”, “Pilin enerjisini yükseltmeliyiz ve çift pil takmalıyız.” gerekçeleri ile “pil sayısını, elektrik enerjisini arttırmak” diyerek tam anlama kategorisinde doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 98’i “Pil sayısını arttırabiliriz. Çünkü pil sayısı arttırılınca 1 pile göre lambaya daha fazla elektrik enerjisi gelir.”, “Devreye yeni bir pil daha eklenmelidir. Çünkü o zaman enerji artar ve lambaya gelen elektrik enerjisi çoğalır.”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 83,7’si “Pil fazla olursa lamba parlaklığı artar.”, “Pil sayısı arttırılmalıdır. Çünkü pil sayısı artınca elektrik enerjisi

*kaynağı da artar.*” gerekçeleri ile bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde *“Pil sayısını arttırınca lambaya daha fazla elektrik enerjisi gider ve lamba daha parlak yanar.”* gerekçesi ile pil sayısının, pilin elektrik enerjisinin arttırılması gerektiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Bu bulgudan öğrencilerin pil sayısı arttığında enerjinin artacağını, eklenen pillerin tüm enerjisinin 1 lambaya gideceğini ve bunun sonucu olarak da parlaklığın artacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencilerin lamba sayısını sabit tutarak ne kadar çok enerji o kadar çok parlaklık düşüncesini savunduklarını ortaya koymaktadır.

Bu soruya verilen doğru cevap oranının deney grubunda % 55,1’den % 98’e, kontrol grubunda ise % 46,9’dan % 83,7’ye çıktığı görülmüştür.

Doğru cevaptan sonra deney (% 28,6) ve kontrol (% 26,5) grupları tarafından ön testte en çok ifade edilen cevabın kavram yanılgısı kategorisinde *“lamba sayısını arttırmak”* olduğu görülmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde *“Devreye lamba eklersek parlaklık artar. Çünkü 2 lambanın toplam ışığı 1 lambanın ışığından daha fazladır.”* gerekçesi ile lamba sayısının arttırılması gerektiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Buradan öğrencilerin her lambanın kendi başına yaydığı ışıktan ziyade lambaların toplam aydınlatma miktarı üzerinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır.

Parlaklığın artması için pil ve lamba sayısının arttırılması gerektiğini ifade eden öğrenciler kavram yanılgılı kısmen anlama kategorisinde verdikleri cevabı görüşmede *“2 pil, 2 tane de lamba koyarım. 1 pilin elektrik enerjisi 2 lambaya gittiği için bitebilir. 2 pil 2 lamba olmalı bu yüzden”* ifadesi ile gerekçelendirmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevabın aksine lamba ve pil sayıları aynı değerde arttırılırsa lambanın parlaklığında değişiklik olmaz. Ayrıca değişkenleri belirleme ve kontrol etme süreci ile ilgili olarak da lamba parlaklığı üzerinde etkili olan iki ayrı değişkenden birinin sabit tutularak diğerinin etkisinin incelenmesi gerekmektedir. Öğrencilerin bu cevabı verirken enerji artışı ve toplam aydınlatma bağlamında düşünerek hem pil hem de lamba sayısının arttırılması gerektiğini ifade ettikleri düşünülmektedir. Alanyazına ek olarak öğrenciler devrede yer alan lamba ve pil sayılarının arttırılması sonucunda parlaklığın artacağını düşünmektedir.

Son testte pil sayısını arttırarak anahtara basmak gerektiğini belirten kontrol grubundaki 1 öğrenci kavram yanılgısıyla kısmi anlama kategorisinde verdiği

cevabını “*Anahtara basıldığı zaman daha fazla enerji geçişi olur.*” ifadesi ile gerekçelendirmiştir. Öğrencinin devreye elektrik geçişini kontrol eden bir eleman olan anahtarı kapatınca elektrik enerjisi geçeceğini, anahtara kuvvet uygulayarak bastırıldığında, bunun yanında pil sayısını da arttırdığında daha fazla enerji geçeceğini düşündüğü anlaşılmaktadır.

Parlaklığın artması için pil sayısını arttırarak anahtarı açmak gerektiğini son testte ifade eden kontrol grubundaki 2 öğrenci kavram yanlışlığıyla kısmi anlama kategorisinde verdikleri cevabı “*2 tane pil ve anahtarı açmak lazım*”, “*Anahtarı açık tutup ve iki pil kullanabiliriz.*” ifadeleri ile gerekçelendirmiştir. Pil sayısını arttırdığımız zaman lambanın parlaklığı artar. Ancak beraberinde anahtarı açarsak lamba söner. Bu öğrenciler anahtar açıldığında lambanın yanacağını hatta parlaklığının artacağını düşünmektedir.

Parlaklığın artması için lamba sayısının arttırılması gerektiğini ifade eden öğrenciler kavram yanlışlığı kategorisinde cevaplarını ön testte deney grubunda “*Daha çok ampul alırım. Enerjisini daha çok arttırırım.*”, “*İki tane daha lamba koyarsak daha çok canlı renk olur.*”, “*İki ampul daha koyulabilir. Daha fazla ampul olabilir.*”, kontrol grubunda ise “*2 veya 2’den fazla lamba takarsak parlaklığı fazlalaştırmış oluruz.*” ifadeleri ile gerekçelendirmişlerdir. Son testte ise deney grubunda “*Lamba sayısını arttırmalıyız.*”, “*1 tane lamba daha koyarız.*”, kontrol grubunda “*Bir tane daha ampul yapmak gerekir.*”, “*Devreye daha fazla lamba eklenmelidir.*” gerekçeleri saptanmıştır. Yapılan görüşmelerde de “*Lamba sayısını arttırdığım zaman parlaklık artar. 2 lambanın yayacağı toplam ışık 1 lambanın tek başına yayacağı ışıktan daha çoktur.*” gerekçesi ile 2 lambanın ayrı ayrı yaydığı ışığı tek bir kaynaktan çıkıyormuş gibi düşünerek lamba sayısı artışı ile toplam ışığın ve parlaklığın artacağını ifade etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin devrede yer alan lambaları birbirinden bağımsız bir ışık kaynağı olarak görmediklerini, lambaların verecekleri ışığı toplam aydınlatma bağlamında düşünerek lamba sayısı arttığında parlaklığın artacağına inandıklarını ortaya koymaktadır. Öğrenciler lambaların birbirinden bağımsız olarak yaydıkları ışığı göz ardı ederek toplam aydınlatma miktarı üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Parlaklığın artması için lamba sayısının azaltılması gerektiğini ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*Lambayı, ışığı almamız gerekir.*” gerekçesi ile ifade

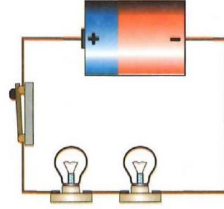


etmiştir. Öğrenci “*Lamba sayısını azaltırsam pilin tüm enerjisi devredeki diğer lambaya gider ve lambanın vereceği ışık artar.*” düşüncesine sahiptir. Ancak şekilde verilen devrede 1 tane lamba olduğu için lamba sayısının azaltılması mümkün değildir. Öğrencinin cevabı kuramsal açıdan doğru ancak soruda verilen devre için uygulamada yanlıştır. Bu durum öğrencinin soruda verilen devreye dikkat etmeden genel bir bilgi ile cevap verdiğini ortaya koymaktadır.

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci parlaklığın artması için lambanın pilin + kutbuna bağlanması gerektiğini “*Lamba artıda bağlı olursa lamba daha parlak olur. Çünkü pilin enerji veren kısmı artı taraftır.*” olarak kavram yanlışlığı içeren bir gerekçe ile ifade etmiştir. Öğrenci “Tek Kutuplu Modeli” temel alıp pilin + ve – kutuplarını günlük yaşam dilinde kullandığı artı ve eksi kavramları ile yanlış bir şekilde eşleştirerek pozitif kutbun artı olduğu için enerji vereceğini, negatif kutbun ise eksi olduğu için enerji vermeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenci lamba ile pilin pozitif kutbu arasında yapılacak iki ayrı bağlantının yeterli olup lambanın daha parlak yanmasını sağlayacağını düşünmektedir. Alanyazında da – kısmın az, + kısmın çok elektrik akımı oluşturduğu, öğrenciler tarafından + ve – kutup kavramlarının akım miktarı ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Alanyazında yer alan kavram yanlışlarına ek olarak öğrenciler tek kutup olarak “Pozitif Kutuplu Modelin” parlaklığı arttıracığını düşünmektedir.

Ön testte kontrol grubundaki 2 öğrenci “*Anahtara kuvvetle basılı tutunca lambaların ışık miktarı artar. Anahtara basılı tutunca daha çok enerji geçer.*” şeklindeki kavram yanlışlığı bir gerekçe ile parlaklığın artması için anahtara kuvvet uygulayarak basılması gerektiğini ifade etmiştir. Anahtar elektrik enerjisinin geçişini, lambanın yanma-sönme durumunu kontrol etmemizi sağlayan bir devre elemanıdır. Öğrencinin verdiği cevabın aksine elektrik enerjisinin geçişi için anahtarın kapalı olması yeterlidir. Ön testte kontrol grubundaki 2 öğrenci ise “*Anahtar açılmalı*” diyerek görüşmelerde “*Devrede anahtar açıldığında elektrik enerjisinin geçeceğini hatta daha fazla geçeceğini*” belirtmiştir. Öğrenciler anahtar açıkken lambanın daha parlak yanacağını düşünmektedir. Araştırmada alanyazına ek olarak “*Anahtar açıkken lamba daha parlak yanar.*” kavram yanlışlığı saptanmıştır. Anahtarın kapalı olmasını elektrik enerjisinin önünde bir engel olarak gören öğrenciler anahtar açıldığında elektrik enerjisinin sisteme akacağını düşünmektedirler.

Parlaklığın artması için kablonun pile sıkı bağlanması gerektiğini ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci “Bağlantıyı pile daha sıkı bağlarsak çok enerji alınır.” şeklinde kavram yanılığını içeren bir gerekçe ile ifade etmiştir. Bu öğrenci pil ile kablolar arasında yapılacak bağlantının sıklığı ile pilden alınacak enerji arasında doğru orantılı bir ilişki olduğuna inanmaktadır.



Tablo 3.5.1.3: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresinde Yer Alan Lambaların Parlaklığını Azaltmaya İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısını arttırmak*	TA	8	16,3	8	16,3	39	79,6	31	63,3
Lamba sayısını azaltmak	KY	20	40,8	23	46,9	7	14,3	15	30,6
Lamba sayısını ve pil sayısını azaltmak	KY	3	6,1	-	-	-	-	-	-
Lamba sayısını azaltmak ve pilin elektrik enerjisini azaltmak	KY	4	8,2	3	6,1	-	-	-	-
Lamba sayısını azaltmak ve anahtarı açmak	KY	-	-	-	-	-	-	2	4,1
Pilin sayısını, elektrik enerjisini azaltmak**	KY	11	22,5	11	22,5	-	-	-	-
Anahtar Açmak	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
Az basmak	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
Kapatmak	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Lambaları pilin – tarafına bağlamak	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Pil sayısını arttırmak	KY	2	4,1	-	-	3	6,1	-	-
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*\* Bu cevap kuramsal açıdan doğru; ancak devrede 1 pil olması nedeni ile bu soru için uygulamada doğru değildir.

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılığını

Kısmi anlama (KA), kavram yanılığınıyla kısmi anlama (KYKA) ile anlamama (A) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda iki anlama düzeyi yer almaktadır.

“Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lambanın parlaklığını azaltmak için ne yapılmalıdır?” sorusuna ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü “Lambaların parlaklığını azaltmak için bir veya gerekirse eğer iki tane lamba kullanılabilir. Lambalara düşen enerji azalır”, “Devreye daha fazla lamba koyulmalıdır.” ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü “Daha fazla lamba takarak hem lambalara düşen enerjiyi azaltır ve lambanın parlaklığını azaltırız.”, “Daha fazla ışık takarak hem lambaya gelen enerji azalır ve ışıkların parlaklığı

azalır.” gerekçeleri ile “*lamba sayısını arttırmak*” cevabı ile tam anlama kategorisinde doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 79,6’sı “*Lamba sayısını arttırarak payına düşen enerjiyi daha da azaltmış oluruz. Her lambaya daha az enerji düşer.*”, “*1 tane daha lamba koyarız. Çünkü eğer 1 lamba daha koyarsak 1 pilin enerjisini 3 lamba paylaşır. Lambaların parlaklığı azalır.*”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3’ü “*1 tane lamba devreye eklenebilir.*”, “*Lamba sayısı artmalıdır. Çünkü 1 pili 2 lamba paylaşırken lamba sayısı artınca bir pili daha çok lamba kullanır.*” gerekçeleri ile doğru cevap vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde “*Lamba sayısını arttırdığımızda pilin elektrik enerjisi bölünür ve lambalar arasında paylaşılır. Bölüşünce her lambaya daha az elektrik enerjisi gelir ve lambanın ışığı azalır.*” gerekçesi ile lamba sayısının arttırılması gerektiğini düşündükleri anlaşılmıştır. Bu bulgu öğrencilerin pil sayısının sabit tutularak lamba sayısının arttırıldığı durumda sabit olan pilin enerjisinin devreye eklenecek lambalar arasında paylaşılması ile lamba başına düşen enerjinin ve devrede gerçekleşecek enerji dönüşümü neticesinde de lambanın yayacağı ışığın azalacağına inandıklarını ortaya koymaktadır.

Bu soruya verilen doğru cevap oranının deney grubunda % 16,3’ten % 79,6’ya, kontrol grubunda ise % 16,3’ten % 63,3’e çıktığı görülmüştür.

Doğru cevaptan sonra deney (% 40,8) ve kontrol (% 46,9) grupları tarafından ön testte en çok ifade edilen cevabın “*lamba sayısını azaltmak*” olduğu görülmüştür. Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde “*Devrede yer alan lambalardan bir tanesini alırsak parlaklık azalır. Çünkü 2 lamba ışığını birleştirirse 1 lambadan daha parlak yanar.*” gerekçesi ile lamba sayısının azaltılması gerektiğini ifade ettikleri saptanmıştır. Lamba sayısını azaltmanın lamba parlaklığını azaltacağı şeklindeki yanlış deney grubundaki öğrencilerin % 14,3’ünde, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 30,6’sında son testte de görülmüştür. Öğrenciler bu soruya ilişkin yazılı açıklamalarında ön testte deney grubunda “*Azaltmak için bir lambayı çıkartırdım. Böylece daha az enerji harcamış oluruz.*”, “*Bağlantı kablolarını sadece bir lambaya bağlayarak ikisinin elde ettiği ışık azalır.*”, kontrol grubunda “*Lamba sayısı azaltılmalıdır.*”, “*Lamba sayısı teke düşürülmelidir.*”; son testte deney grubunda “*Lamba sayısı azaltılmalıdır. Lamba sayısı azalırsa bir pili daha az lamba paylaşır.*”, “*Lamba sayısı azaltılmalıdır.*”, kontrol grubunda “*Lamba eksiltilmelidir.*”

gerekçelerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler 2 lambanın ayrı ayrı yaydığı ışığı tek lamba yayıyormuş gibi düşünerek lambalardan birini devreden aldıklarında toplam ışığın azalacağını düşünmektedir. Öğrenciler bu durumda lamba parlaklığını lamba başına düşecek enerji ve enerji paylaşımı bağlamında değil lambaların verdiği toplam ışık bağlamında düşünmektedir. Öğrencilerde 2 lambanın daha fazla aydınlatacağına yönelik bir yanılmanın hakim olduğu anlaşılmaktadır.

Deney grubunda yer alan 3 öğrenci ön testte “*Lamba sayısını ve pilin enerjisini azaltırsak parlaklık azalır.*” gerekçesi ile lamba ve pil sayısının, pilin enerjisinin aynı anda azaltıldığı bir devrede lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Lamba ve pil sayısının aynı anda azaltıldığı bir durumda lamba parlaklığında herhangi bir değişiklik olmaz. Şekilde verilen elektrik devresinde 1 pil olduğu için pil sayısının azaltılması zaten mümkün değildir. Ayrıca parlaklık üzerindeki etkisini görmek istediğimiz değişkeni değiştirirken lamba parlaklığını etkilemesi muhtemel olan diğer değişkeni sabit tutmamız gerekir.

Kontrol grubundaki 2 öğrenci son testte “*Anahtarı açıp lambayı azaltmalıyız.*” gerekçesi ile lamba sayısının azaltılıp anahtarın açılması neticesinde lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin toplam ışık modeline uygun olacak şekilde 2 lambanın toplam ışığının 1 lambanın tek başına yaydığı ışıktan daha fazla olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. Anahtar açıldığında ise daha az enerji geçer gerekçesi ile lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmişlerdir. Ancak öğrencilerin bu düşüncesinin aksine anahtar açıldığında lamba sönecektir. Alanyazından farklı olarak bu çalışmada bazı öğrencilerin anahtar açılınca lambanın parlaklığının azalacağını düşündükleri saptanmıştır.

Ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 22,5’i “*Pilin sayısını, elektrik enerjisini azaltmak*” cevabını vererek kuramsal açıdan doğru ancak soruda verilen devre için uygulamada yanlış bir ifade kullanmıştır. Bu durum öğrencilerin soruda verilen devreye dikkat etmeden genel bir bilgi ile cevap verdiğini ortaya koymaktadır.

Son testte kontrol grubunda yer alan 1 öğrenci “*Anahtarı açmalı. Daha az enerji geçmeli.*” gerekçesi ile anahtarı açacağını ifade etmiştir. Öğrencinin verdiği cevabın aksine anahtar açılırsa enerji geçişi olmaz ve bunun sonucunda da lamba söner. Alanyazına ek olarak lamba parlaklığının azalacağını düşündüğü saptanmıştır.

Ön testte ise kontrol grubunda 2 öğrenci anahtara basarken uyguladığı kuvveti lambanın parlaklığını etkileyen bir faktör olarak belirtmiştir. Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*Anahtarı kapatırım.*” cevabını vermiştir. Anahtarın kapalı olması lambanın yanması için temel koşul olmasına karşın öğrenci anahtar kapatıldığında lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmiştir.

Deney grubunda yer alan 1 öğrenci ön testte “*Lambaları pilin eksi kutbuna bağlamalı*” ve yapılan görüşmelerde “*Lambayı pilin eksi kutbuna bağlarsak parlaklık azalır. Çünkü pilin az enerji veren kısmı eksi kutbudur.*” gerekçesini belirtmiştir. Bu bulgu öğrencinin “Tek Kutuplu Modeli” savunarak, pilin kutuplarını + ve – olarak yanlış bir şekilde değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Öğrencide eksi kutbun daha az enerji vereceği, lamba ile pilin eksi kutbu arasında yapılacak 2 ayrı bağlantının yeterli olacağı düşünceleri hâkimdir. Öğrencinin günlük yaşamdaki dilde kullandığı + ve – kavramlarını pilin kutuplarına yanlış bir şekilde transfer ettiği düşünülmektedir. Benzer şekilde alanyazında öğrenciler tek kutup olarak pozitif kutuplu modelin parlaklığı arttıracığını düşünmektedir. Ayrıca – kısmın az, + kısmın çok elektrik akımı oluşturduğu, öğrenciler tarafından + ve – kutup kavramlarının akım miktarı ile ilişkilendirildiği saptanmıştır.

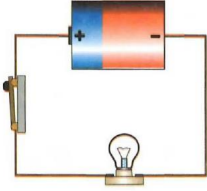
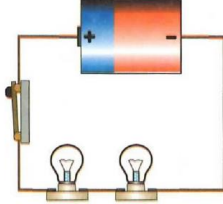
Deney grubunda yer alan 2 öğrenci ön testte “*Daha çok pil gerekli.*”, “*Lambaların parlaklığını azaltmak için pil takmalıyız.*”, 3 öğrenci ise son testte “*Bir pil daha koyarız. Çünkü bir pil iki lambaya enerji verir ve lamba parlaklığı azalır.*” gerekçeleri ile pil sayısı arttığında parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin pil sayısı artınca pilin enerjisinin azalacağını düşündükleri anlaşılmıştır.

Lambanın parlaklığının artırılması için öncelikle devrede yer alan lambanın ışık vermesi gerekir. Bu temel koşula karşın öğrencilerin lambanın ışık vermeyeceği durumlar için parlaklığın azalacağını ya da artacağını düşünmeleri dikkat çekicidir. Bu bulgu öğrencilerin hem lambanın ışık vermesi hem de parlaklığının değiştirilmesi konusunda kavram yanlışlarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Önemli bir yanlış da bazı öğrencilerin pilin + ve – kutupları ile günlük yaşam dilinde geçen artı ve eksi kavramlarını elektrik devresine yanlış transfer ederek +’nın fazla, -’nin az enerji vereceğini ya da -’nin hiç enerji vermeyeceğini düşünmeleridir.

Alanyazına ilave olarak bu araştırmada öğrencilerin anahtarın açık ya da kapalı olmasının devreden geçecek elektrik enerjisinin miktarını belirlemede etkili olacağını düşündükleri saptanmıştır. Öğrenciler anahtar açılırsa geçen elektrik enerjisi miktarının azalacağını, anahtara kuvvetle basıldığında daha çok enerji geçeceğini ifade ederek anahtarın açık ya da kapalı konumda olmasının parlaklık üzerinde arttırıcı ya da azaltıcı yönde etkisi olduğunu düşündüklerini ortaya koymuşlardır.

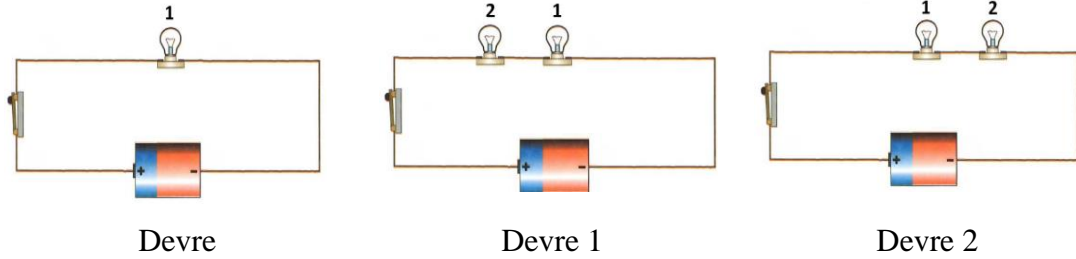
Tablo 3.5.1.4: Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sorulara Verdikleri Doğru Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

Bölüm 3 için soru 1-2-3	ÖN TEST				SON TEST			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Soru 1: “Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığı ne/nelere bağlıdır?”	13	26,5	10	20,4	38	77,6	30	61,2
Soru 2:	27	55,1	23	46,9	48	98	41	83,7
	“Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lambanın parlaklığını arttırmak için ne yapılmalıdır?”							
Soru 3:	8	16,3	8	16,3	39	79,6	31	63,3
	“Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lambaların parlaklığını azaltmak için ne yapılmalıdır?”							

Tablo incelendiğinde analogi kullanılarak ders işlenen deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim ile ders işlenen kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları görülmektedir. Ayrıca kavram yanılgılarının giderilmesinde analogi kullanımının daha başarılı sonuçlar verdiği ortaya koyulmuştur.

### 3.5.2.Lamba ve Pilin Basit Elektrik Devresindeki Sayılarının ve Konumlarının Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi

Öğrencilerin devrede yer alan 1 nolu lambanın önüne (devre 1) ve arkasına (devre 2) 2 nolu lambanın yerleştirilmesi sonucunda lambanın parlaklığındaki değişime ilişkin verdikleri cevapların frekans değerleri Tablo 3.5.2.1’de verilmiştir.



Tablo 3.5.2.1: Öğrencilerin Devre 1 ve 2 için Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Cevaplarının Frekans Değerleri

	Devre 1				Devre 2				
	ÖT		ST		ÖT		ST		
	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG	
Elektrik enerjisi paylaşımı ile lambalara düşen enerjide azalma*	5	4	5	2	4	5	5	1	
Pilin enerjisini 2 lambanın paylaşması*	2	3	15	11	1	1	13	9	
Pil sayısı sabitken lamba sayısının artması*	-	2	11	12	1	5	7	12	
<b>Toplam</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	
Pilin enerjisi	Azalması	9	3	-	1	3	-	-	1
	2 lambaya yetmemesi	1	2	1	1	3	4	1	2
	Daha çok harcanması	-	1	-	-	-	-	-	-
Lambaların pile olan mesafesi	2 nolu lambanın pozitif kutbuna yakın olması	5	-	1	-	-	-	-	-
	2 nolu lambanın pile yakın olması	-	2	-	-	-	-	-	-
	1 nolu lambanın negatif kutuptan enerji alması	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 nolu lambanın pile uzak olması	-	2	-	-	-	-	-	-
Azalır*	1 nolu lambanın negatif kutba yakın olması	-	1	1	-	-	-	-	-
	Işık paylaşımı	-	1	-	-	-	1	-	-
	1 pilin 2 lambaya daha az ışık vermesi	-	1	1	1	-	-	1	1
	Gerekçe yok	2	-	2	4	5	5	6	7
<b>Toplam</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	
Artar	Lamba sayısının artması	6	5	-	6	8	3	-	5
	2 lambanın birlikte daha çok ışık yayması	4	-	-	-	-	-	-	-
	Pile yakın olan 1 nolu lambanın daha fazla enerji alması	-	-	-	-	2	2	1	-
	Gerekçe yok	4	4	4	6	2	1	3	3
<b>Toplam</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
Değişmez	Lambaların özdeş olması	-	6	2	-	1	3	2	-
	Pil sayısının sabit olması	2	-	-	-	1	1	1	1
	Pilin kullanım süresinin kısalması	1	-	-	-	1	-	-	-
	1 nolu lambanın pil ile arasındaki mesafenin değişmemesi	-	-	-	-	1	3	-	-
	2 lambanın pilden sabit enerji alması	-	-	-	-	1	2	-	-
Gerekçe yok	5	5	3	1	2	11	4	1	
<b>Toplam</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	
Boş	3	7	3	4	13	2	5	6	
<b>TOPLAM</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	

\*: Doğru cevap

Öğrencilerin devre 1 ve devre 2 için lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime ilişkin verdikleri cevaplar sınıflandırılarak sunulmuştur.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Bir pil ve bir lambadan oluşan devrenin düzeni devre 1'e çevrildiğinde ön testte deney grubunda 24, kontrol grubunda 22 öğrenci; son testte deney grubunda 37, kontrol grubunda 32 öğrenci 1 nolu lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Devre 2'ye çevrilmesi durumunda ise ön testte deney grubunda 17, kontrol grubunda 21 öğrenci; son testte ise her iki grupta da 33 öğrenci 1 nolu lambanın parlaklığının azalacağını belirtmiştir. Gerekçeler incelendiğinde bazı öğrencilerin elektrik enerjisi paylaşımı sonucunda lamba başına düşen enerji azalacağı için, pil enerjisini 2 lambaya paylaşıracağı için ve pil sayısı sabitken lamba sayısı arttığı için gerekçeleri ile lamba parlaklığının azalacağını doğru belirttiği görülmüştür.

Buna karşın bazı öğrenciler pilin enerjisi azalacağı için, 2 lambaya yetmeyeceği için ve daha çok harcanacağı için lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler lamba sayısındaki artışta lambanın pilden daha fazla enerji çekeceğini, pilin enerjisini azaltacağını ve enerjinin yetersiz kalmasına neden olacağını düşünmektedir. Hâlbuki pil sayısı değişmediği sürece pilin enerjisinde herhangi bir değişim olmayacaktır.

Deney grubunda ön testte 5, son testte ise 1 öğrenci 2 nolu lamba pilin pozitif kutbuna yakın olduğu için, ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci 2 nolu lamba pile yakın olup 1 nolu lamba pilin negatif kutbundan enerji alacağı için, ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci 1 nolu lamba pile uzak olduğu için, ön testte kontrol, son testte ise deney grubunda birer öğrenci 1 nolu lamba negatif kutba yakın olduğu için gerekçeleri ile lambaların pil ile aralarındaki mesafeyi dikkate alarak devre 1'de lamba parlaklığının azalacağını belirtmiştir. Bu durum öğrencilerin devre elemanlarının devrede yerleştirildikleri noktanın lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşündüklerini ortaya oymaktadır. Ayrıca pozitif ve negatif kavramlarının günlük yaşamda kullanıldıkları anlamları ile pilin kutuplarına transfer edilmesinin pozitif kutba yakınlığın lamba parlaklığında artırıcı, negatif kutba yakınlığın ise lamba parlaklığında azaltıcı bir etki yaptığını düşünme üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır.



Devre 1 ve 2 için ön testte kontrol grubunda birer öğrenci “*Pilin devreye verdiği ışık lambalar arasında paylaşılır ve parlaklık azalır.*” gerekçesi ile pilin devreye sağlayacağı ışığın 2 lamba arasında paylaşılması sonucunda 1 nolu lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci devre 1 için, son testte deney ve kontrol gruplarından birer öğrenci devre 1, birer öğrenci de devre 2 için “*1 pil 2 lambaya daha az ışık verir.*” gerekçesi ile 1 nolu lambanın parlaklığının azalacağını belirtmiştir. Son test sonuçları incelendiğinde devre 1 ve 2 için her iki gruptan da birer öğrencinin pilin devrenin ışık kaynağı olduğunu düşünmeleri dikkat çekicidir. Bu durum öğrencilerin devrede gerçekleşen enerji dönüşümlerini bilmediklerini ortaya koymaktadır.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Her iki devrede de bazı öğrencilerin 1 nolu lambanın parlaklığının artacağını ifade ettiği görülmüştür. Öğrenciler devre 1 ve 2 için lamba sayısındaki artış, iki lambanın birlikte daha fazla ışık yayacağı gerekçeleri ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrenciler çok sayıda lambanın bir ortamı daha fazla aydınlatacağını düşünerek pilin devrenin enerji kaynağı olduğunu ve bu enerjinin lamba sayısı kadar bölüneceğini göz ardı etmektedir. Ön testte deney ve kontrol gruplarında saptanan yanılğı son testte deney grubunda giderilmiş, kontrol grubunda ise artış göstermiştir.

Ön testte deney ve kontrol gruplarından ikişer öğrenci ile son testte deney grubunda 1 öğrenci lambanın pile olan yakınlığını dikkate alıp devre 2’de “*1. lamba pile daha yakın olduğu için pilden daha fazla enerji alır.*” gerekçesi ile lamba parlaklığının artacağını belirtmiştir. Öğrenciler pil ile lamba arasındaki mesafe arttıkça pilden lambaya gelen enerji değerinin, mesafenin az olduğu duruma nazaran daha düşük olacağını düşünmektedir. Bu durum öğrencilerin elektrik enerjisinin bağlantı kablosunda ilerlerken azalarak yola devam ettiğine inandıklarını ortaya koymasına bağlamında dikkat çekicidir. Ön testte her iki grupta da saptanan yanılğı son testte deney grubunda azalırken kontrol grubunda giderilmiştir.

Lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Devre 1 için ön testte deney grubunda 8, kontrol grubunda 11 öğrenci; son testte deney grubunda 5, kontrol grubunda 1 öğrenci lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Devre 2 için ise ön testte deney grubunda 7, kontrol grubunda 20 öğrenci; son testte deney grubunda 7, kontrol grubunda 2 öğrenci lamba parlaklığının değişmeyeceğini belirtmiştir. Gerekçeler incelendiğinde bazı öğrencilerin lambaların özdeş olması nedeni ile aynı parlaklıkta yanacaklarını ve bu nedenle 1 nolu lambanın parlaklığının değişmeyeceğini belirttiği görülmüştür. Bu durum öğrencilerin pil sayısının sabit olmakla birlikte pilin enerjisinin lambalar arasında paylaşılacağını göz ardı ettiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerin özdeş kelimesini lambalar yerine lamba parlaklığı açısından ele aldıkları düşünülmektedir.

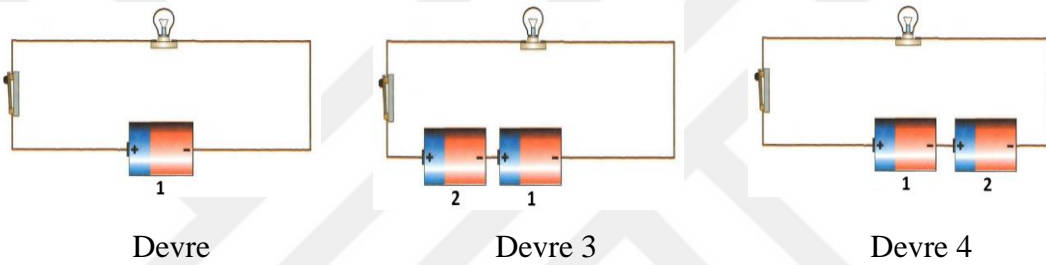
Devre 1 ve 2 için bazı öğrenciler “*Pil sayısı aynıdır.*”, “*Pil sayısı değişmemiş.*” gerekçeleri ile pil sayısı değişmediği sürece parlaklığın değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler lamba parlaklığı üzerinde sadece pil sayısının etkili olduğunu düşünmektedir. Devre 1 için ön testte deney grubunda 2 öğrencide saptanan yanılğı son testte giderilmiştir. Devre 2 için ise ön testte her iki gruptan birer öğrencide saptanan yanılğı son testte de devam etmiştir.

Devre 1 ve 2 için ön testte deney grubunda birer öğrenci “*Parlaklık aynı kalır. Pil daha çabuk tükenir.*” gerekçesi ile lamba parlaklığında bir değişim olmayacağını ancak 2 lambanın pilin kullanım süresini kısaltacağını belirtmiştir. Bu bulgu öğrencilerin lamba sayısı ile pilin kullanım süresi arasında ilişki kurduklarını göstermesi bağlamında dikkat çekicidir. Öğrenciler lamba sayısındaki artışla birim zamanda pilden daha fazla enerji çekileceğini ve pilin kısa sürede biteceğini düşünmektedir. Ön testte devre 1 ve 2 için deney grubunda birer öğrencide saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 2 için ön testte deney grubunda 1, kontrol grubunda 3 öğrenci ise 1 nolu lambanın pil ile arasındaki mesafe değişmediği için lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler pil ile lamba arasındaki mesafenin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşünmektedir. Devre 2 için ön testte her iki grupta da saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 2 için ön testte deney grubunda 1, kontrol grubunda 2 öğrenci ise pilin enerjisinin sabit olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler enerji değerinin iki lamba arasındaki paylaşımını göz ardı ederek pilin tüm enerjisinin paylaşılmadan iki lamba tarafından aynı değerle alınacağını düşünmüş ve lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler pilin enerjisinin 1,5 V olması durumunda lamba sayısı artsa da azalsa da enerji paylaşımı olmadan 1 nolu lambaya 1,5 V ve 2 nolu lambaya 1,5 V olacak şekilde sabit değerde ulaşacağını düşünmektedir. Devre 2 için ön testte her iki grupta da saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Öğrencilerin devrede yer alan 1 nolu pilin önüne (devre 3) ve arkasına (devre 4) 2 nolu pilin yerleştirilmesi sonucunda lambanın parlaklığındaki değişime ilişkin verdikleri cevapların frekans değerleri Tablo 3.5.2.2’de verilmiştir.



Tablo 3.5.2.2: Öğrencilerin Devre 3 ve 4 için Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Cevaplarının Frekans Değerleri

	Devre 3				Devre 4			
	ÖT		ST		ÖT		ST	
	DG	KG	DG	KG	DG	KG	DG	KG
Elektrik enerjisinin artması*	17	13	18	12	14	14	18	14
Pil sayısının artması*	10	12	20	21	8	7	18	20
Elektrik enerjisi kaynağının artması*	-	2	-	3	-	1	1	2
<b>Toplam</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>36</b>
Artar*								
Pilin lambaya yakın konulması	1	1	-	-	-	-	-	-
2 pilin 1 lambaya daha fazla ışık vermesi	1	1	1	1	1	2	1	2
Pilin kullanım süresinin artması	1	-	-	-	1	1	-	-
Lambanın yanma süresinin artması	1	-	-	-	-	-	-	-
Gerekçe yok	7	6	10	7	6	7	9	6
<b>Toplam</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>47</b>	<b>44</b>
Azalı								
Lambanın negatif kutba yakın olması	-	-	-	-	1	-	-	-
Gerekçe yok	5	-	-	-	7	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Değişmez								
Lambanın pil sayısından bağımsız alacağı enerjisinin sabit olması	1	1	-	-	2	-	-	-
Pillerin aynı kutuplarının yanyana olmaması	-	2	-	-	-	2	-	-
Lambanın 2 nolu pilin +, 1 nolu pilin - kutbundan enerji alması	-	1	-	-	-	-	-	-
Lambanın 1 nolu pilin +, 2 nolu pilin - kutbundan enerji alması	-	-	-	-	-	2	-	-
2 nolu pilin devrenin sonuna eklenmesi	-	-	-	-	1	-	-	-
Lambanın yanma süresinin artması	-	-	-	-	-	1	-	-
Gerekçe yok	1	5	-	3	3	9	2	3
<b>Toplam</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Boş	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>49</b>

\*: Doğru cevap

Öğrencilerin devre 3 ve 4 için lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime ilişkin verdikleri cevaplar sınıflandırılarak sunulmuştur.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Bir pil ve bir lambadan oluşan devrenin düzeni devre 3'e çevrildiğinde ön testte her iki grupta da 27 öğrenci, son testte deney grubunda 38, kontrol grubunda 36 öğrenci lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Devrenin düzeni devre 4'e çevrildiğinde ön testte her iki grupta da 22 öğrenci, son testte deney grubunda 37, kontrol grubunda 36 öğrenci lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Bu öğrenciler elektrik enerjisi artışı, pil sayısı artışı ve elektrik enerjisi kaynağı artışı gibi gerekçelerle lamba parlaklığının artacağını doğru ifade etmiştir.

Ön testte her iki grupta da birer öğrenci devre 3 için pil öne konulup lambaya yakın olduğu için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrenciler "*Pil lambaya yakın yerleştirildiği için*" gerekçesi ile pil ile lamba arasındaki mesafe azaldığında parlaklığın artacağına inanmaktadır. Bu bulgu öğrencilerin pilin enerjisinin devredeki hareketi sırasında zayıflayarak yoluna devam ettiğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Ön testte deney ve kontrol gruplarında saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 3 için ön ve son testte her iki gruptan da birer öğrenci; devre 4 için ön ve son testte deney grubunda 1, kontrol grubunda 2 öğrenci "*2 pil 1 lambaya daha fazla ışık verir*" gerekçesi ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Devrede gerçekleşen enerji dönüşümlerini bilmeyen öğrenciler lambanın yaydığı ışığı doğrudan bir ışık kaynağı olarak düşündükleri pilin verdiğiğine inanmaktadır. Deney ve kontrol gruplarında ön testte saptanan yanılğı son testte giderilememiştir.

Devre 3 için ön testte deney grubunda 1 öğrenci; devre 4 için ise ön testte deney ve kontrol gruplarında birer öğrenci pil sayısındaki artış ile pilin kullanım süresinin artacağını ifade etmiştir. Devre 3 için ön testte deney grubunda 1 öğrenci pil sayısındaki artış ile lambanın yanma süresinin artacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin ifade ettikleri "*Pil sayısı artınca pil uzun süreli olur. Önce bir pil kullanılır. Bitince ikinci pil çalışmaya başlar.*" gerekçesi devrede yer alan pillerin aynı anda değil de sıralı olarak biri bittikten sonra diğer pilin işlevsel olacağını düşündüklerini ortaya koyması bağlamında dikkat çekicidir. Birinci pil tamamen

bittikten sonra ikinci pilin çalışmaya başlayacağına inanan öğrenci bu durumda lambanın daha uzun süre ışık vereceğini ifade etmektedir. Öğrenci pil sayısı artınca pilin kullanım süresi ve beraberinde de lambanın ışık verme süresinin artacağına inanmaktadır. Ön testte devre 3 için deney grubunda, devre 4 için deney ve kontrol gruplarında saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Bir pil ve bir lambadan oluşan devrenin düzeni devre 3 ve 4'e çevrildiğinde ön testte deney grubundaki 5 öğrencinin devre 3; 8 öğrencinin ise devre 4 için lambanın parlaklığının azalacağını ifade ettiği görülmüştür. Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci devre 4 için "*Lamba 2. pilin negatif kutbuna daha yakın, 1. pilin pozitif kutbuna daha uzaktır.*" gerekçesi ile lambanın pilin negatif kutbundan daha az enerji alacağını düşünerek lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Öğrencinin düşüncesinin günlük yaşam dilinde kullanılan pozitif ve negatif kavramlarının pilin kutupları ile kutupların sahip oldukları enerji değerlerine yanlış transferinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Devre 4 için ön testte deney grubunda saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Bir pil ve bir lambadan oluşan devrenin düzeni devre 3 ve 4'e çevrildiğinde her iki devre için de bazı öğrencilerin lambanın parlaklığının değişmeyeceğini ifade ettiği görülmüştür.

Devre 3 için ön testte deney ve kontrol gruplarında birer öğrenci; devre 4 için ise ön testte deney grubunda 2 öğrenci devrede "*2 pil olsa da lambanın alabileceği enerji sabittir.*" gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler pil sayısı değişse de lambanın alabileceği enerji değerinin belli olması nedeni ile bu değer üzerindeki enerjiyi alamayacağını düşünmektedir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 3 ve 4 için ön testte kontrol grubundan 2'şer öğrenci pillerin aynı kutuplarının yan yana olmaması gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin pillerin aynı kutuplarının yan yana bağlanması

durumunda lambanın yanacağını düşünmeleri bağlamında dikkat çekicidir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 3 için ön testte kontrol grubundan 1 öğrenci lambanın 2 nolu pilin +, 1 nolu pilin – kutbundan enerji alacağı için; devre 4 için ön testte kontrol grubundan 2 öğrenci ise lambanın 1 nolu pilin +, 2 nolu pilin – kutbundan enerji alacağı için lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler pil sayısı artmış olmasına karşın görsel olarak bağlantı kablolarının bir pil varken olduğu gibi iki pil varken de pilin pozitif ve negatif kutuplarına temas ettiğini ve bu nedenle lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 4 için ön testte deney grubundan 1 öğrenci “2. pil devrenin sonuna eklendiği için” lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenci değişikliğin devrenin sonunda yapılması nedeni ile lamba parlaklığı üzerinde etkili olmayacağını düşünmektedir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Devre 4 için ön testte kontrol grubundan 1 öğrenci lamba parlaklığında değişiklik olmamakla birlikte lambanın yanma süresinin artacağını ifade etmiştir. “1 nolu pil tamamen tükendince 2 nolu pil çalışır. Lamba daha uzun yanar.” gerekçesi ile öğrenci pillerin sıralı olarak işlevsellik kazanacağına ve bir pil tamamen tükendikten sonra ikinci pilin çalışmaya başlayacağına inandığı için pillerin kullanım süresi ile birlikte lambanın yanma süresinin de artacağını düşünmektedir. Ön testte saptanan yanılğı son testte giderilmiştir.

Lamba ve pilin basit elektrik devresindeki sayılarının ve konumlarının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi ile ilgili saptanan kavram yanılığları aşağıda sunulmuştur.

- Lamba sayısı artınca pilin enerjisi azalır.
- Lamba sayısı artınca pilin enerjisi yetmez.
- Lamba sayısı artınca pil daha çok enerji harcar.
- Lamba sayısı artınca parlaklık artar.
- Lamba sayısı artınca pilin kullanım süresi azalır.
- Pil sayısı artınca pilin kullanım süresi artar.
- Pil sayısı artınca lambanın yanma süresi artar.
- Pil sayısı aynı iken lamba sayısı değişse de parlaklık değişmez.

- Pil devrenin ışık kaynağıdır.
- Pilin negatif kutbu az enerji verir.
- Pilin aynı kutupları yan yana bağlanınca da lamba yanar.
- Lamba ile pil arasındaki mesafe lamba parlaklığı üzerinde etkilidir.
- Lamba ile pil arasındaki mesafe arttıkça pilden lambaya ulaşan enerji değeri azalır.
- Devrenin sonunda yapılan değişiklik lamba parlaklığı üzerinde etkili değildir.

Ön testten elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin pil sayısındaki artışta lamba parlaklığının artacağını ifade edebilmelerine karşın lamba sayısındaki artışta lamba parlaklığının azalacağını ifade etmede güçlük yaşadıkları anlaşılmaktadır. Son testten elde edilen bulgularda ise öğrencilerin pil sayısındaki artışta lamba parlaklığının artacağını ifade etmede lamba sayısındaki artışta lamba parlaklığının azalacağını ifade etmeye nazaran daha başarılı oldukları görülmektedir.

### **3.6.Değişken Türlerini Belirleme**

Bilimsel süreç becerileri bilim insanlarının bilgi üretirken kullandıkları yöntemlerin fen öğretimine yansımalarıdır. Son derece önemli olan bu beceriler bilimsel okuryazar toplumlarda çeşitli meslek gruplarındaki bireylerin sahip olması ve kullanması gereken, hayatın hemen her alanına uygulanabilen süreçleri kapsamaktadır. Bilimsel süreç becerilerinden biri olan değişkenleri belirleme hem fen ve fizik derslerinde hem de günlük hayatın hemen her alanında kullanılmaktadır. Bilimsel süreç becerilerini kullanmak günlük hayatta karşılaşılan olayları anlamayı, yorumlamayı ve öğrenilen bilgilerle ilişki kurmayı, bilimsel okur-yazar birey olmayı sağlamaktadır. Öğrencilerin laboratuvarında, derslerde ve günlük hayatta olaylara bilim insanı gibi bakan, araştıran, sorgulayan, yaratıcı düşünceler üreten bireyler olmaları açısından bu becerilerin geliştirilmesi son derece önemli ve gereklidir. Bu nedenle bilimsel süreç becerilerinin bireylere kazandırılması için okul öncesinden başlanarak ilköğretim, ortaöğretim ve lise fen (fizik, kimya, biyoloji) derslerinde öğretime yer verilmelidir. Bunun yanında fen derslerinde kullanılan ölçme değerlendirme etkinliklerinde de bu beceriler ölçülmelidir (Temiz ve Tan, 2009: 197-202). Ders kitaplarında yer alan aktiviteler uygulanırken bilimsel süreç becerileri bir bütün olarak dikkate alınmalı ve vurgulanmalıdır. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini edinmeleri ve geliştirmeleri bağlamında temel sayılabilecek ilköğretim

yıllarındaki deneyimleri son derece önemli olduğu için (Durmaz ve Mutlu, 2012: 128-129) araştırmada “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında olan “*Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.*” kazanımı için deney grubunda analogi kullanılarak ve kontrol grubunda geleneksel öğretim uygulanarak bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavramları örnekler üzerinde açıklanmıştır. PSM’de birinci durumda balon sayısı (lamba sayısı) sabitken hava pompasının çalıştırıldığı devir (pil sayısı) değiştirilerek; ikinci durumda ise hava pompasının çalıştırıldığı devir sabitken (pil sayısı) balon sayısı (lamba sayısı) değiştirilerek balonun şişme büyüklüğündeki (lamba parlaklığı) değişim incelenmiştir. PSM ve basit elektrik devresindeki farklı 2 durum için de öğrencilerden bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri ifade etmeleri istenmiştir.

Ünite kapsamında yer alan “*Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.*” kazanımına yönelik 5. sınıf öğrencilerinin bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri belirleyebilme durumlarını saptamak amacı ile 4 soru yöneltilmiştir. Yöneltilen sorularda öğrencilerin kendilerine cümle şeklinde ifade edilen bir deneyi zihinlerinde tasarlamaları (soru: 1), tablo halinde verilmiş nicel ve nitel veriler üzerinden değişken türlerini belirlemeleri (soru: 4), verilen iki farklı devre şekli için (soru: 5 ve 12) şekillerdeki değişimlere bakarak bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken olmak üzere değişken türlerini ifade etmeleri istenmiştir. Alanyazında bağımsız, bağımlı ve kontrol edilen değişken kavramları öğrenmeyi güçleştirdiği için bağımsız değişken yerine değiştirilen değişken, bağımlı değişken yerine cevap veren, ölçülen ya da gözlenen değişken ve kontrol edilen değişken yerine sabit tutulan değişken, sabitler, kontrol altına alınan ya da etkisi kontrol edilen değişken sözcüklerinin kullanılması gerektiği önerilmektedir (Ateş, 2005: 36; Bağcı-Kılıç, Yardımcı ve Metin, 2009: 26). Bu nedenle araştırmada değişken türleri için hem öğretim hem de ölçme-değerlendirme aşamasında bağımlı değişken (cevap veren değişken), bağımsız değişken (değiştirilen değişken) ve kontrol edilen değişken (sabit tutulan değişken) kavramlarının her ikisi de kullanılmıştır. Ayrıca alınan uzman görüşlerinde mesleki deneyimleri 6-25 yıl arasında değişiklik gösteren 8 fen ve teknoloji öğretmeni değişken türlerine ait her iki kavram adına da öğretimde ve sorulan sorularda yer verilmesinin gerekli ve önemli olduğunu belirtmiştir.



Soru 1-A: Umut basit bir elektrik devresinde lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisini deney yaparak araştırmak istiyor. Umut'un yapacağı deneydeki bağımlı değişkeni (cevap veren değişken) yazınız.

Tablo 3.6.1: Öğrencilerin Bağımlı Değişkene (Cevap Veren Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

Anlama Düzeyleri		ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba parlaklığı*	TA	13	26,5	12	24,5	37	75,5	25	51,0
Lamba sayısı	KY	9	18,4	7	14,3	5	10,2	7	14,3
Pil sayısı	KY	4	8,2	3	6,1	-	-	7	14,3
Pil sayısı ve lamba sayısı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Lambanın pile yakınlığı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Anahtarın kapalı olması	KY	1	2,0	2	4,1	-	-	1	2,0
Boş	A	22	44,9	23	46,9	7	14,3	9	18,4
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

“Lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisinin araştırıldığı deneyde bağımlı değişken (cevap veren değişken) nedir?” sorusuna ön testte deney grubu öğrencilerinin % 26,5’i, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 24,5’i “*lamba parlaklığı*” diyerek doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 75,5’i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 51,0’i bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin “*Lamba parlaklığı lamba sayısına bağlı*” düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*lamba sayısı*” olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 14,3’ü, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 10,2’si, kontrol grubunda ise % 14,3’ü “*Lamba parlaklığı lamba sayısına bağlıdır.*” düşüncesi ile bağımlı değişkeni “*lamba sayısı*” olarak ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin bağımlı değişken ile bağımsız değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Lamba sayısını bağımlı değişken olarak ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda 9’dan 5’e düşerken kontrol grubunda (f: 7) öğrenci sayısında değişiklik olmamıştır.

Ön testte deney grubunda 4, kontrol grubunda 3 öğrenci “*Parlaklık pil sayısına bağlıdır.*” düşüncesi ile bağımlı değişken olarak pil sayısını ifade etmiştir. Bu yanılığın öğretim sonunda deney grubunda giderilirken kontrol grubunda ön teste kıyasla gerçekleşen artışla 7 öğrencide yine görülmüştür.

Kontrol grubundaki 1 öğrenci ön testte “*Pile yakın olan lamba en parlak yanar. İlk lamba daha parlak yanar.*” gerekçesi ile lambanın pile yakınlığının lamba parlaklığını etkileyeceğini düşünerek bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Öğrencilerde parlaklığın lambanın pile olan mesafesine bağlı olarak değişeceğine yönelik kavram yanılığı mevcuttur. Bu araştırmada saptanmış olan yanılığın alanyazında “Deneysel Kural Modeli” olarak ifade edilmektedir. Birey bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lambanın diğerlerine göre daha parlak yanacağını düşünmektedir. Ayrıca araştırmada kontrol grubundaki öğrencide alanyazında ifade edilen “Zayıflayan Akım Modeli” de saptanmıştır. Öğrencide “*Devrede pile yakın olan lamba enerjinin tamamını alır ve kullanır. İlk lambadan sonra gelen lambaya daha az enerji düşer.*” kavram yanılığı mevcuttur. Öğrencideki kavram yanılığı “Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli” olarak adlandırılmıştır. Kontrol grubunda yer alan öğrenci “Deneysel Kural” ve “Zayıflayan Akım Modellerine” uygun olarak lambanın pile yakınlığı ile parlaklığı arasında ilişki kurarak lambanın pile yakınlığını bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Alanyazında “Zayıflayan Akım Modeli” olarak ifade edilen kavram yanılığına ek olarak araştırmada “Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli” de saptanmıştır.

Anahtarı bağımlı değişken olarak belirten öğrencilerle yapılan görüşmelerde ifade edilen “*Devreden elektrik geçmesi anahtarın kapalı olmasına bağlıdır.*” gerekçesi dikkat çekicidir. Öğrenciler bu düşünce ile lambanın yanması üzerinde etkili olmasına karşın lamba parlaklığı üzerinde etkisi olmayan anahtarı bağımlı değişken olarak ifade etmişlerdir.

Soru 1-B: Umut basit bir elektrik devresinde lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisini deney yaparak araştırmak istiyor. Umut’un yapacağı deneydeki bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken) yazınız.

Tablo 3.6.2: Öğrencilerin Bağımsız Değişkene (Değiştirilen Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısı*	TA	13	26,5	22	44,9	36	73,5	26	53,1
Pil sayısı	KY	7	14,2	8	16,4	9	18,4	12	24,5
Lamba parlaklığı	KY	3	6,1	5	10,2	-	-	3	6,1
Lambanın pile yakınlığı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	4	8,2	-	-	-	-	2	4,1
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Boş	A	21	42,9	12	24,5	4	8,2	6	12,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

“Lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisinin araştırıldığı deneyde bağımsız değişken (değiştirilen değişken) nedir?” sorusuna ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 26,5’i, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 44,9’u “*Lamba sayısı değişeceği için*” gerekçesi ile “*lamba sayısı*” diyerek doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 73,5’i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 53,1’i bu soruya doğru cevap vermiştir.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*pil sayısı*” olduğu görülmüştür. Son testte gerçekleşen artış ile birlikte ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 14,2’si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,4’ü, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 24,5’i bağımsız değişken olarak pil sayısını ifade etmiştir. Görüşmelerde öğrenci verdiği cevabı “*Pil sayısını değiştirecem. Bağımsız değişken olur. Pil lambaya enerji veriyor. Pil gittikçe azalıyor. Sonra da pil bitiyor. Bu yüzden sayısı değiştiği için bağımsız değişken. 2 tane pil varken 1 pili çıkarırsak parlaklık azalır. Lamba az yanar. Pil 1 tane olunca hemen biter.*” ifadesi ile gerekçelendirmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin bağımsız değişken ile kontrol edilen değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Pil sayısının bağımsız değişken olduğunu ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda 7’den 9’a, kontrol grubunda ise 8’den 12’ye çıkmıştır.

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci “*Lamba parlaklığı değişecek*” gerekçesi ile bağımsız değişkeni “*lamba parlaklığı*” olarak

ifade etmiştir. Bu yanılığı öğretim sonunda deney grubunda görölmezken kontrol grubunda 3 öğrencide saptanmıştır.

Kontrol grubundaki 1 öğrenci ön testte “*Pile yakın olan lamba en parlak yanar. İlk lamba daha parlak yanar.*” gerekçesi ile lambanın pile yakınlığını bağımsız değişken olarak ifade etmiştir. Buradan öğrencinin lamba ile pil arasındaki mesafenin değiştirilmesi sonucunda lamba parlaklığının değişeceğini düşünöğüğü anlaşılmaktadır. Öğrencide enerjinin pilden ilk çıktığı noktada daha fazla olup devrede hareketine başladıktan sonra değerinin azalmaya başlayacağına yönelik kavram yanılığısı mevcuttur. Öğrenci pile yakın olan lambanın pilden çıkan enerjinin ilk haliyle daha yüksek değerini alarak parlak yanacağına inanmaktadır. Öğrencinin sahip olduğu kavram yanılığısı alanyazında “Deneysel Kural Modeli” olarak ifade edilmektedir. Bu araştırmada alanyazındaki “Zayıflayan Akım Modeline” ek olarak “Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli” de saptanmıştır.

Anahtarın bağımsız değişken olduğunu ifade eden öğrencilerin “*Anahtar kapalı olunca elektrik geçer, açıkken geçmez.*” şeklinde ifade ettikleri gerekçeden anahtarın açık ya da kapalı olma durumunda yapılacak değişikliğin lamba parlaklığını etkileyeceğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrenciler “*Anahtar kapalı iken elektrik geçer, açıkken elektrik geçmez.*” gerekçesi ile anahtarın açık-kapalı olmasını isteklerine bağlı olarak değiştirebilmeleri nedeni ile anahtarı bağımsız değişken olarak ifade etmişlerdir. Bu ifadenin temel nedeni anahtarı istedikleri zaman açıp, istedikleri zaman kapatarak lamba parlaklığını etkileyebileceklerini düşünmeleridir. Bu bulgudaki önemli bir yanılığı da öğrencinin lambanın ışık vermesi için gereken temel koşullardan biri olarak anahtarın kapalı konumda olmasını lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olarak kabul etmesidir.

Deney grubunda hem ön hem de son testte 1 öğrenci bağımsız değişken olarak “*bağlantı kablosunun sağlamlığı*” cevabını vermiştir. Bu bulgudaki yanılığı lambanın ışık vermesi için yerine getirilmesi gereken bağlantı kablolarında kopukluk ya da eksiklik olmamalı koşulunun lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olarak kabul edilmesidir. Öğrencinin bağlantı kablolarının sağlam olmasını bağımsız değişken olarak kabul etmesi kablonun sağlam olması ile ilgili yapılacak bir değişiklikte lambanın parlaklığının değişeceğine, bağlantı kablosunda kopukluk olması durumunda parlaklığın azalacağına inandığını ortaya koymaktadır.

Soru 1-C: Umut basit bir elektrik devresinde lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisini deney yaparak araştırmak istiyor. Umut'un yapacağı deneydeki kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken) yazınız.

Tablo 3.6.3: Öğrencilerin Kontrol Edilen Değişkene (Sabit Tutulan Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Pil sayısı*	TA	9	18,4	12	24,5	35	71,4	24	49,0
Lamba sayısı	KY	7	14,3	6	12,2	8	16,3	10	20,4
Lamba sayısı, anahtar sayısı, bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0
Lamba parlaklığı	KY	2	4,1	2	4,1	1	2,0	4	8,2
Lambanın pile yakınlığı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Anahtar sayısı	KY	5	10,2	6	12,2	-	-	3	6,1
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	2	4,1	2	4,1	-	-	1	2,0
Bağlantı kablosunun sağlamlığı ve anahtar sayısı	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
Boş	A	23	46,9	17	34,7	5	10,2	6	12,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

“Lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisinin araştırıldığı deneyde kontrol edilen değişken (sabit tutulan değişken) nedir?” sorusuna ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 18,4’ü, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 24,5’i “*Pil sayısı değişmeyeceği için*” gerekçesi ile “*pil sayısı*” diyerek doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 71,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 49,0’u bu soruya doğru cevap vermiştir.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*lamba sayısı*” olduğu görülmüştür. Son testte gerçekleşen artış ile birlikte ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 14,3’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 12,2’si, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 20,4’ü kontrol edilen değişkeni “*Lamba sayısı aynı tutulup ışığına bakılır.*” gerekçesi ile lamba sayısı olarak ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin kontrol edilen değişken ile bağımsız değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Öğrenciler lamba sayısının aynı tutularak lamba parlaklığına bakılması gerektiğini düşünmektedir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin kontrol edilen değişken yerine bağımsız değişkeni yazmaları ve bu sayının son test sonuçlarındaki artışı dikkat çekicidir.

Bazı öğrenciler lamba parlaklığının incelendiği bir deneyde “*Lambanın pile yakınlığı hep aynı olmalı*” düşüncesi ile “*lambanın pile yakınlığını*”, “*Anahtar sayısı devrede hep aynı olacak 1 tane olacak*” düşüncesi ile “*anahtar sayısını*” ve “*Lambanın parlak yanması için bağlantı kablosu hep sağlam olmalı*” düşüncesi ile “*bağlantı kablosunun sağlamlığını*” kontrol edilen değişken olarak ifade etmişlerdir. Görüşmelerde ise öğretimden sonra kontrol grubunda yer alan bir öğrenci “*Anahtar. Kontrol ediyor devrenin açılıp kapanmasını.*” gerekçesi ile “*anahtarı*” kontrol edilen değişken olarak belirtmiştir. Lambanın pile yakınlığının lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu içeren modeller “*DeneySEL Kural Modeli*” ve “*Zayıflayan Akım Modeli*” olmak üzere alanyazında da ifade edilmektedir. Alanyazına ilave olarak araştırmada öğrencilerin anahtar sayısını lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olarak kabul ederek “*Sayısı her devrede aynı*” olduğu için kontrol edilen değişken olarak belirttikleri saptanmıştır. Araştırmada alanyazına ek olarak öğrencilerin lambanın ışık vermesi için temel koşul olan bağlantı kablosunun sağlam olmasını parlaklığı etkileyen bir değişken olarak ifade etmeleri dikkat çekicidir. Öğrencilerin lambanın pile olan yakınlığı ile bağlantı kablosunun sağlamlığının kontrol altında tutulmasının gerekliliği, anahtar sayısının her devrede 1 tane olması nedenlerinden dolayı kontrol edilen değişken olduklarını düşündükleri anlaşılmıştır. Lambanın pile yakınlığı, anahtar sayısı ve bağlantı kablosunun sağlamlığı öğretim öncesinde deney ve kontrol gruplarında kontrol edilen değişken olarak ifade edilirken öğretim sonunda bu yanılığın sadece kontrol grubunda saptanmıştır.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 75,5, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 51,0’i bağımlı değişkeni; deney grubundaki öğrencilerin % 73,5’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 53,1’i bağımsız değişkeni ve deney grubundaki öğrencilerin % 71,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 49,0’u kontrol edilen değişkeni doğru ifade edebilmiştir. Bu sonuç deney grubunda kullanılan analoginin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime nazaran değişkenleri belirleme becerilerinin gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Soru 4

Devre	Lamba sayısı	Pil sayısı	Lamba parlaklığı
1.Devre	2	1	Az parlak
2.Devre	2	2	Parlak
3.Devre	2	4	Çok parlak

Soru 4-B: Yukarıdaki tabloda yer alan verilerin elde edildiği deneydeki bağımlı değişkeni (cevap veren değişken) yazınız.

Tablo 3.6.4: Öğrencilerin Bağımlı Değişkene (Cevap Veren Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba parlaklığı*	TA	13	26,5	17	34,7	41	83,7	31	63,3
Pil sayısı	KY	8	16,3	8	16,3	3	6,1	4	8,2
Lamba sayısı	KY	6	12,2	6	12,2	1	2,0	9	18,4
Pil sayısı ve lamba sayısı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Anahtar	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
Boş	A	20	40,8	17	34,7	4	8,2	5	10,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımlı değişkenini (cevap veren değişken) ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 26,5'i, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 34,7'si "*lamba parlaklığı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 83,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3'ü bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Parlaklık pil sayısından etkilendiği için*" düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın "*pil sayısı*" olduğu görülmüştür. Ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,3'ü, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 6,1'i, kontrol grubunda ise % 8,2'si bağımlı değişkeni pil sayısı olarak ifade etmiştir. Öğrencilerin ifade ettikleri gerekçe "*Lamba parlaklığı pil sayısına bağlıdır.*" düşüncesi temelinde yapılanmaktadır. Bu durum bazı öğrencilerin bağımlı değişken ile bağımsız değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu

yanılığının görüldüğü öğrenci sayısı son testte deney grubunda 8'den 3'e, kontrol grubunda ise 8'den 4'e düşmüştür.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen diğer bir cevapta “*lambda sayısı*”dır. Ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 12,2’si, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 2,0’si, kontrol grubunda ise % 18,4’ü bağımlı değişkeni lambda sayısı olarak ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin bağımlı değişken ile kontrol edilen değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu kavram yanılığı ön testte deney ve kontrol gruplarında 6 öğrencide görülürken son testte deney grubunda gerçekleşen azalma ile 1 öğrencide, kontrol grubunda ise gerçekleşen artışla 9 öğrencide saptanmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci ise “*anahtarı*” bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Görüşmede anahtarı bağımlı değişken olarak ifade eden öğrencide saptanan yanılığı “*Devreden elektriğin geçip geçmeyeceğinin anahtara bağlı olması*” gerekçesi ile anahtarın bağımlı değişken olduğunun düşünülmesidir. Deney grubunda ön testte görülen kavram yanılığı öğretim sonunda giderilmiştir.

Soru 4-C: Bu deneydeki bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken) yazınız.

Tablo 3.6.5: Öğrencilerin Bağımsız Değişkene (Değiştirilen Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Pil sayısı*	TA	24	49,0	23	46,9	45	91,8	37	75,5
Lamba parlaklığı	KY	6	12,2	6	12,2	-	-	4	8,2
Lamba sayısı	KY	4	8,2	5	10,2	2	4,1	-	-
Lamba sayısı ve lamba parlaklığı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Boş	A	15	30,6	13	26,5	2	4,1	8	16,3
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımsız değişkenini (değiştirilen değişken) ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 49,0’u, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 46,9’u “*pil sayısı*” olarak doğru ifade



etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 91,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 75,5'i bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin “*Pil sayısı hepsinin farklı olduğu için pil sayısı bağımsız değişken.*” düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*Lamba parlaklığında değişiklik var.*” gerekçesi ile “*lambda parlaklığı*” olduğu görülmüştür. Ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 12,2'si, son testte sadece kontrol grubundaki öğrencilerin % 8,2'si bağımsız değişken olarak lamba parlaklığını ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin bağımsız değişken ile bağımlı değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu düşüncenin tabloda lamba parlaklığı için verilen değişimle ilgili durumu değişken türlerine yanlış bir şekilde transfer etmelerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Bu yanlış ön testte her iki gruptan 6 öğrencide görülürken son test sonuçlarında sadece kontrol grubunda 4 öğrencide saptanmıştır.

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci ise “*anahtarı*” bağımsız değişken olarak ifade etmiştir. Öğrenci “*Anahtarı açarsak elektrik geçmez, kapatırsak elektrik geçer. Anahtarın açık kapalı olmasını değiştirebiliriz.*” gerekçesi ile anahtarın bağımsız değişken olduğunu ifade etmiştir. Bu gerekçenin temelinde barındırdığı yanlış anahtarın açık-kapalı olma durumunun isteğe bağlı olarak değiştirilebilmesidir. Bu yanlış son testte ortadan kalkmıştır.

Soru 4-D: Bu deneydeki kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken) yazınız.

Tablo 3.6.6: Öğrencilerin Kontrol Edilen Değişkene (Sabit Tutulan Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısı*	TA	22	44,9	27	55,1	44	89,8	31	63,3
Pil sayısı	KY	5	10,2	3	6,1	3	6,1	2	4,1
Lamba parlaklığı	KY	1	2,0	4	8,2	1	2,0	7	14,3
Anahtar sayısı	KY	1	2,0	3	6,1	-	-	-	-
Anahtar sayısı, pil sayısı	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
Boş	A	19	38,8	12	24,5	1	2,0	9	18,4
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin kontrol edilen değişkenini (sabit tutulan değişken) ön testte deney grubu öğrencilerinin % 44,9'u, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 55,1'i "*lambda sayısı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 89,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3'ü bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Lamba sayısı aynı kaldığı için*", "*Lamba sayısı aynı kalmış. Kontrol edilen değişkendir. Hepsinde 2 olduğu için, aynı olduğu için.*" düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

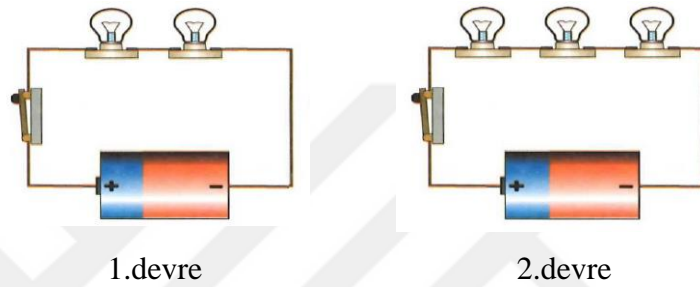
Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın "*pil sayısı*" olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 10,2'si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 6,1'i, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 6,1'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 4,1'i kontrol edilen değişkeni "*pil sayısı*" olarak ifade etmiştir.

Son testte kontrol grubundaki öğrencilerin % 14,3'ünün bağımlı değişken olan "*lambda parlaklığını*" kontrol edilen değişken yerine yazdıkları saptanmıştır. Bu bulgu öğrencilerin pil sayısı değişse de parlaklığın değişmeyeceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Buradan kontrol grubunda son testte kontrol edilen değişkenle bağımlı değişkenin birbirine karıştırıldığı anlaşılmaktadır. Lamba parlaklığını kontrol edilen değişken olarak ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda ön ve son test uygulamalarında 1 iken kontrol grubunda ön testte 4 öğrencide görülen yanılğı son testte gerçekleşen artışla 7 öğrencide saptanmıştır.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci ve kontrol grubundaki 3 öğrenci "*Elektrik devresinde bir tane anahtar vardır.*" gerekçesi ile "*anahtar sayısını*" kontrol edilen değişken olarak ifade etmiştir. Kontrol edilen değişken sayısı sabit olan değişkendir. Ancak kontrol edilen değişken olarak ifade edilecek değişkenin lamba parlaklığı üzerinde etkisi olmalıdır. Anahtar devreye elektrik enerjisi girişini sağlayarak lambayı yakmamız ya da söndürmemiz üzerinde etkilidir. Ancak lamba parlaklığı üzerinde etkili değildir. Öğrencilerin ifade ettiği üzere devrelerde anahtar sayısı aynı olmasına karşın anahtar parlaklık üzerinde etkisi olan bir değişken değildir. Buradan öğrencinin sadece sayı üzerinde odaklanarak yanılığı bir cevap verdiği, parlaklık üzerinde etkili olan faktörleri dikkate almadığı anlaşılmaktadır. Öğretim sonunda her iki grupta da bu yanılığı görülmemiştir.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 83,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3'ü bağımlı değişkeni; deney grubundaki öğrencilerin % 91,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 75,5'i bağımsız değişkeni ve deney grubundaki öğrencilerin % 89,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 63,3'ü kontrol edilen değişkeni doğru ifade edebilmiştir. Bu sonuç deney grubunda kullanılan analoginin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime nazaran değişkenleri belirleme becerilerinin gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

#### Soru 5



5-B: Sevilay yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çeviriyor. Sevilay'ın yaptığı deneydeki bağımlı değişkeni (cevap veren değişken) yazınız.

Tablo 3.6.7: Öğrencilerin Bağımlı Değişkene (Cevap Veren Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba parlaklığı*	TA	14	28,6	10	20,4	40	81,6	29	59,2
Lamba sayısı	KY	9	18,4	7	14,3	4	8,2	8	16,3
Pil sayısı	KY	3	6,1	7	14,3	1	2,0	7	14,3
Pil sayısı ve lamba sayısı	KY	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0
Pil sayısı ve anahtarın açık/kapalı olması	KY	-	-	-	-	1	2,0	-	-
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	2	4,1	1	2,0	-	-	-	-
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	1	2,0	2	4,1	-	-	-	-
Boş	A	20	40,8	21	42,9	3	6,1	4	8,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Pil sayısının sabit tutularak lamba sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımlı değişkenini (cevap veren değişken) ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 28,6'sı,

kontrol grubu öğrencilerinin ise % 20,4'ü "*lambda parlaklığı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 81,6'sı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 59,2'si bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Paraklığın lambda sayısına bağlı olması*" düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın "*lambda sayısı*" olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 18,4'ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 14,3'ü, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 8,2'si, kontrol grubunda ise % 16,3'ü bağımlı değişkeni lambda sayısı olarak ifade etmiştir. Bu durum bazı öğrencilerin bağımlı değişken ile bağımsız değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu yanılı son testte deney grubunda % 8,2'ye düşerken kontrol grubunda % 16,3'e çıkmıştır.

Ayrıca ön testte deney grubundaki 3 öğrenci, kontrol grubundaki 7 öğrenci ise bağımlı değişkeni "*Lamba parlaklığı pil sayısına bağlıdır. Pil sayısı değişmemiştir.*" gerekçesi ile "*pil sayısı*" olarak ifade etmiştir. Bu yanılı son testte deney grubunda azalma ile birlikte 1, kontrol grubunda ise 7 öğrencide yine saptanmıştır.

Kontrol grubunda ön ve son testte 1 öğrenci "*Lamba parlaklığı pil ve lambda sayısına bağlıdır.*" gerekçesi ile "*pil sayısı ve lambda sayısını*" bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin bağımlı ile bağlı kelimeleri arasında yanılı bir ilişki kurarak lambda parlaklığının bağlı olduğu değişken türlerini bağımlı değişken olarak yazdıklarını ortaya koymaktadır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci "*Lambanın yanması anahtara bağlıdır.*" gerekçesi ile "*anahtarı*" bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Lambanın ışık vermesi için anahtarın kapalı olması gerekir. Bu temel koşul lambda parlaklığını etkileyen bir değişken değildir. Bu yanılı son testte sadece deney grubundaki 1 öğrencide saptanmıştır. Benzer şekilde araştırmada belirlenen bir başka yanılı da "*bağlantı kablosunun sağlam olmasının*" bağımlı değişken olarak ifade edilmesidir. Anahtarda olduğu gibi bağlantı kablosunun sağlam olması lambanın yanması için temel koşullardan bir tanesidir. Ancak ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrenci tarafından bağımlı değişken olarak ifade

edilmiştir. Öğrencilerdeki yanılığın lambanın yanması için gereken temel koşulların parlaklığını da etkileyeceğini düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bu bulgu öğrencilerin lambanın yanmasının anahtarın kapalı ve kablonun sağlam olmasına bağlı olma durumunu bağlı ve bağımlı kelimeleri arasında yanılığlı bir ilişki kurarak bağımlı değişken olarak yazdıklarını ortaya koymaktadır. Öğretim sonunda bu yanılığlar giderilmiştir.

Soru 5-C: Sevilay'ın yaptığı deneydeki bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken) yazınız.

Tablo 3.6.8: Öğrencilerin Bağımsız Değişkene (Değiştirilen Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısı*	TA	23	46,9	24	49,0	44	89,8	35	71,4
Pil sayısı	KY	7	14,3	5	10,2	1	2,0	4	8,2
Lamba parlaklığı	KY	5	10,2	2	4,1	1	2,0	2	4,1
Pil sayısı ve anahtarın açık/kapalı olması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	-	-	-	-	-	-	2	4,1
Boş	A	13	26,5	18	36,7	3	6,1	6	12,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılığsı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılığsıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Pil sayısının sabit tutularak lamba sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımsız değişkenini (değiştirilen değişken) ön testte deney grubu öğrencilerinin % 46,9'u, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 49,0'u "*lamba sayısı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 89,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 71,4'ü bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Lambaların sayısı değişmiş olduğu için lamba bağımsız değişken*" düşüncesi temelinde yapıldığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın "*Pil sayısı değiştiği için*" gerekçesi ile "*pil sayısı*" olduğu görülmüştür. Ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 14,3'ü, son testte sadece kontrol grubundaki öğrencilerin % 10,2'si bağımsız değişken olarak pil sayısını ifade etmiştir. Pil sayısını bağımsız değişken olarak ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda 7'den 1'e, kontrol grubunda 5'ten 4'e düşmüştür.

Anahtarın açık ya da kapalı olması lambanın ışık verme durumunu etkilerken parlaklığı üzerinde etkili değildir. Buna karşın ön testte deney grubunda 1 öğrenci, son testte ise kontrol grubundaki 2 öğrencinin bağımsız değişken olarak “*Anahtarın açık-kapalı olmasını ayarlayabiliriz.*” gerekçesi ile “*anahtarı*” bağımsız değişken olarak ifade etmeleri dikkat çekicidir. Öğretim öncesinde deney grubunda 1 öğrencide saptanan yanılğı giderilirken kontrol grubunda 2 öğrencide kavram yanılığısı oluştuğu görülmüştür.

Soru 5-D: Sevilay’ın yaptığı deneydeki kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken) yazınız.

Tablo 3.6.9: Öğrencilerin Kontrol Edilen Değişkene (Sabit Tutulan Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Pil sayısı*	TA	19	38,8	17	34,7	44	89,8	35	71,4
Anahtar sayısı	KY	9	18,4	12	24,5	1	2,0	4	8,2
Lamba sayısı	KY	1	2,0	2	4,1	1	2,0	1	2,0
Lamba parlaklığı	KY	1	2,0	-	-	-	-	2	4,1
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	4	8,2	3	6,1	-	-	-	-
Devrenin kapalı olması	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
Boş	A	15	30,6	15	30,6	3	6,1	6	12,2
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılığısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılığısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Pil sayısının sabit tutularak lamba sayısının değiştirildiği bir deneyin kontrol edilen değişkenini (sabit tutulan değişken) ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 38,8’i, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 34,7’si “*pil sayısı*” olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 89,8’i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 71,4’ü bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin “*İki devre için de pil sabit olduğu için kontrol edilen değişkendir.*”, “*Pil. Çünkü piller hep aynı.*” düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*anahtar sayısı*” olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 24,5’i, son testte deney grubundaki 1 öğrenci ve kontrol grubundaki 4 öğrenci ise kontrol edilen değişkeni anahtar sayısı olarak ifade etmiştir. Öğrenciler “*İki devrede de anahtar*

*sayısı aynı*” gerekçesi ile kontrol edilen değişkeni anahtar sayısı olarak ifade etmiştir. Görüşmelerde ise öğretimden sonra kontrol grubunda yer alan 1 öğrenci *“Anahtar. Çünkü devreleri kontrol ediyor.”* gerekçesi ile anahtarı kontrol edilen değişken olarak belirtmiştir.

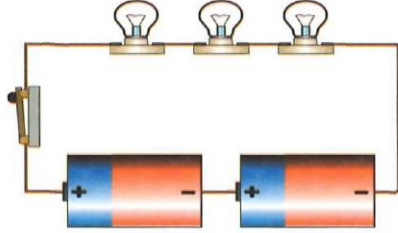
Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda ise 4 öğrenci kontrol edilen değişken olarak bağlantı kablosunun sağlam olmasını ifade etmiştir. Soruda verilen bağlantı kablosu her iki devre için de aynıdır ve aynı bağlantı yapılmıştır. Bu durum bağlantı kablosunun sağlam olmasının öğrenciler tarafından her iki devre için aynı olan bir değişken olarak algılandığını göstermektedir. Dahası bağlantı kablosunun sağlam olması lambanın yanması için temel koşuldur. Bu öğrencilerin bağlantı kablosu sağlam olmadığı ya da bağlantıda herhangi bir eksiklik olması durumunda da lambanın parlaklığının azalarak yanmaya devam edeceğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Öyle ki, öğrencilerle yapılan görüşmelerde de *“Bağlantı kablosu sadece pilin artı kutbuna bağlanırsa lamba daha parlak yanar. Sadece negatif kutba bağlanırsa lamba daha az parlak yanar.”* şeklinde bağlantı kablosunun tam olmadığı ya da sağlam olmadığı durumlarda da lambanın daha parlak ya da az parlak yanacağına ilişkin düşünceler saptanmıştır. Ön testte saptanan bu yanlış son test sonuçlarında her iki grupta da görülmemiştir.

Kontrol grubundaki 1 öğrenci öğretim sonunda *“devrenin kapalı olmasını”* kontrol edilen değişken olarak ifade etmiştir. Devrenin kapalı olması lambanın yanması için ön koşul olmasına karşın lamba parlaklığı üzerinde etkili değildir. Bu durum öğrencinin lamba parlaklığı üzerinde devrenin açık ya da kapalı olma durumunun etkili olduğuna dair kavram yanlışlığı içeren bir düşünceye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencinin devrenin açık bir sistem olmasının parlaklığı etkileyecek bir değişken olduğunu düşünmesi açık devre sisteminde lambanın yanacağını düşündüğünü göstermesi bakımından önemlidir.

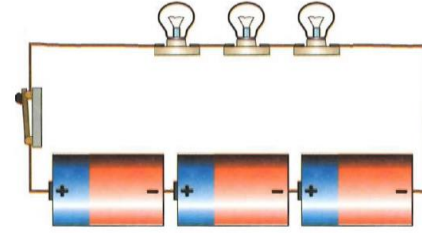
Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 81,6’sı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 59,2’si bağımlı değişkeni; deney grubundaki öğrencilerin % 89,8’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 71,4’ü bağımsız değişkeni ve kontrol edilen değişkeni doğru ifade edebilmiştir. Bu sonuç deney grubunda kullanılan analoginin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime nazaran değişkenleri

belirleme becerilerinin gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Soru 12



1.devre



2.devre

Soru 12-B) Ela yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çeviriyor. Ela'nın yaptığı deneydeki bağımlı değişkeni (cevap veren değişken) yazınız.

Tablo 3.6.10: Öğrencilerin Bağımlı Değişkene (Cevap Veren Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba parlaklığı*	TA	8	16,3	10	20,4	38	77,6	27	55,1
Lamba sayısı	KY	9	18,4	8	16,3	1	2,0	10	20,4
Pil sayısı	KY	6	12,2	9	18,4	2	4,1	2	4,1
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	1	2,0	1	2,0	1	2,0	1	2,0
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0
Boş	A	24	49,0	20	40,8	7	14,3	8	16,3
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımlı değişkenini (cevap veren değişken) ön testte deney grubu öğrencilerinin % 16,3'ü, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 20,4'ü "*lamba parlaklığı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 77,6'sı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 55,1'i bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Parlaklık pil sayısından etkilendiği için*" düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.



Doğru cevaptan sonra deney ve kontrol grupları tarafından ön ve son testte en çok ifade edilen cevabın “*lamba sayısı*” olduğu görülmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü, son testte deney grubunda 1 öğrenci ve kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 20,4’ü bağımlı değişkeni lamba sayısı olarak ifade etmiştir. Bu durum özellikle kontrol grubundaki öğrencilerin son testte gerçekleşen artışla birlikte bağımlı değişken ile kontrol edilen değişken kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Lamba sayısını bağımlı değişken olarak ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda 9’dan 1’e düşerken, kontrol grubunda 8’den 10’a çıkmıştır.

Ayrıca ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 12,2’si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 18,4’ü bağımlı değişken olarak “*pil sayısı*” cevabını vermiştir. Bu yanlış son testte deney ve kontrol gruplarındaki 2 öğrencide saptanmıştır. Bu öğrenciler bağımlı değişken ile bağımsız değişkeni birbirine karıştırmaktadır. Pil sayısını bağımlı değişken olarak ifade eden öğrenci sayısı deney grubunda 6’dan 2’ye düşerken kontrol grubunda 9’dan 2’ye düşmüştür.

Her iki grupta da ön ve son testte 1’er öğrenci “*Lambanın ışık vermesi anahtarın kapalı olmasına bağlı*” gerekçesi ile “*anahtarı*” bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Ön testte deney ve kontrol gruplarından 1’er öğrenci de “*Lambanın ışık vermesi için kablo sağlam olmalı*” gerekçesi ile “*bağlantı kablosunun sağlam olmasını*” bağımlı değişken olarak ifade etmiştir. Öğrenciler devredeki lambanın ışık vermesi için gerekli koşulları lamba parlaklığını etkileyen değişkenler olarak düşünmektedir. Bu kavram yanlışlığı son testte deney grubunda giderilmiş, kontrol grubunda ise 1 öğrencide yine saptanmıştır.

Soru 12-C: Ela’nın yaptığı deneydeki bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken) yazınız.

Tablo 3.6.11: Öğrencilerin Bağımsız Değişkene (Değiştirilen Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Pil sayısı*	TA	31	63,3	29	59,2	43	87,8	35	71,4
Lamba sayısı	KY	2	4,1	1	2,0	2	4,1	2	4,1
Lamba parlaklığı	KY	2	4,1	2	4,1	-	-	-	-
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Anahtarın açık/kapalı olması	KY	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0
Boş	A	13	26,5	15	30,6	4	8,2	11	22,4
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin bağımsız değişkenini (değiştirilen değişken) ön testte deney grubu öğrencilerinin % 63,3'ü, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 59,2'si "*pil sayısı*" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 87,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 71,4'ü bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "*Devrelerde pilin sayısı değişmiş.*", "*Piller. 1.'de 2 tane, 2. devrede 3 tane.*" düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Öğretim öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki 2 öğrenci "*Pil sayısı değişince lamba parlaklığı değişecek*" gerekçesi ile "*lamba parlaklığının*" bağımsız değişken olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencinin sebep ve sonuç arasında değişken türlerini belirleme bağlamında doğru bir ilişki kuramadığını ortaya koymaktadır. Öğretim sonunda bu kavram yanılgısı iki grupta da görülmemiştir.

Ön testte deney ve kontrol gruplarındaki 1'er öğrenci "*bağlantı kablosunun sağlam olmasını*", ön ve son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci "*Anahtarın açık ya da kapalı olmasını değiştirebileceğimiz*" ve "*Anahtar lambanın parlaklığını etkilemediği için bağımsız değişkendir.*" gerekçeleri ile "*anahtarı*" bağımsız değişken olarak ifade etmiştir. Öğrencilerden biri anahtarın açık-kapalı olma konumunu istediği gibi değiştirebildiği için anahtarı değiştirilen değişken olarak ifade ederken başka bir öğrenci ise lamba parlaklığı anahtara bağlı olmadığı için anahtarı bağımsız değişken olarak ifade etmiştir. Son testte deney ve kontrol gruplarındaki 2 öğrenci lamba sayısını bağımsız değişken olarak belirtmiştir. Bu

durum öğrencilerin bağımsız değişken ile kontrol edilen değişkeni birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır.

Soru 12-D: Ela'nın yaptığı deneydeki kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken) yazınız.

Tablo 3.6.12: Öğrencilerin Kontrol Edilen Değişkene (Sabit Tutulan Değişken) İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba sayısı*	TA	21	42,9	16	32,7	43	87,8	30	61,2
Pil sayısı	KY	1	2,0	-	-	1	2,0	4	8,2
Lamba parlaklığı	KY	-	-	-	-	-	-	3	6,1
Anahtar sayısı	KY	9	18,4	11	22,4	1	2,0	4	8,2
Anahtar sayısı ve pil sayısı	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
Anahtar sayısı, bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	2	4,1	-	-	-	-
Bağlantı kablosunun sağlamlığı	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
Boş	A	16	32,7	18	36,7	4	8,2	8	16,3
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam Anlama, KY: Kavram Yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Lamba sayısının sabit tutularak pil sayısının değiştirildiği bir deneyin kontrol edilen değişkenini (sabit tutulan değişken) ön testte, deney grubu öğrencilerinin % 42,9'u, kontrol grubu öğrencilerinin ise % 32,7'si "lamba sayısı" olarak doğru ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 87,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 61,2'si bu soruya doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin gerekçelerinin "Lamba sayısını sabit tutmuş. Kontrol edilen değişkendir.", "3 tane lamba. Eşit olduğu için lamba sayısı." düşüncesi temelinde yapılandığı saptanmıştır.

Deney grubunda ön ve son testte 1 öğrenci "pil sayısının" kontrol edilen değişken olduğunu ifade ederken kontrol grubunda ön testte görülmemesine karşın son testte 4 öğrenci de pil sayısını kontrol edilen değişken olarak belirtmiştir.

Öğretim sonunda kontrol grubundaki 3 öğrencinin "lamba parlaklığının" kontrol edilen değişken olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Bu bulgu öğrencilerin pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığını etkilemeyeceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır.

“İki devrede de 1 tane anahtar olduğu için” gerekçesi ile deney ve kontrol gruplarındaki bazı öğrenciler ön ve son testte “*anahtar sayısını*” kontrol edilen değişken olarak ifade etmişlerdir. Bu bulgu öğrencilerin lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerden ziyade daha çok devrede görsel olarak sayısı değişmeyen elemanlar üzerinde yoğunlaşarak soruya cevap verdiklerini ortaya koymaktadır. Ancak soruda verilen devrede lamba sayısı da her iki devrede aynı olmasına karşın öğrencilerin anahtar sayısına bağlı cevap vermeleri dikkat çekicidir.

Ön testte deney ve kontrol grubunda 2 öğrenci kontrol edilen değişken olarak “*bağlantı kablosunun sağlam olmasını*” ifade etmiştir. Bağlantı kablosunun sağlam olması lamba parlaklığı üzerinde etkili bir durum ise bağlantı kablosunun sağlam olmadığı durumda da lambanın yanacağı; ancak parlaklığın azalacağı düşünülmektedir. Bağlantı kabloları sağlamken daha çok enerji geçeceği için lambanın daha parlak yanacağı; bağlantı kablolarında kesik ya da kopukluk olması durumunda daha az enerji geçeceği için lambanın parlaklığının azalacağına inanılmaktadır.

Son testte deney grubundaki öğrencilerin % 77,6’sı, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 55,1’i bağımlı değişkeni; deney grubundaki öğrencilerin % 87,8’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 71,4’ü bağımsız değişkeni ve deney grubundaki öğrencilerin % 87,8’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 61,2’si kontrol edilen değişkeni doğru ifade edebilmiştir. Bu sonuç deney grubunda kullanılan analoginin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime nazaran değişkenleri belirleme becerilerinin gelişimi üzerinde oldukça etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

1, 4, 5 ve 12. soruların analizi sonucunda “*Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.*” kazanımı için deney grubunda kullanılan analoginin kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretime göre bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavramlarını ifade edebilme üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Araştırmada deney grubunda kullanılan analogik model üzerinde gerçekleştirilen farklı uygulamalar öğrencilerin ilgi ve dikkatlerinin konuya çekilmesini sağlamada, dersi eğlenceli hale getirmede etkili olduğu için değişken türlerini belirlemede deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır.

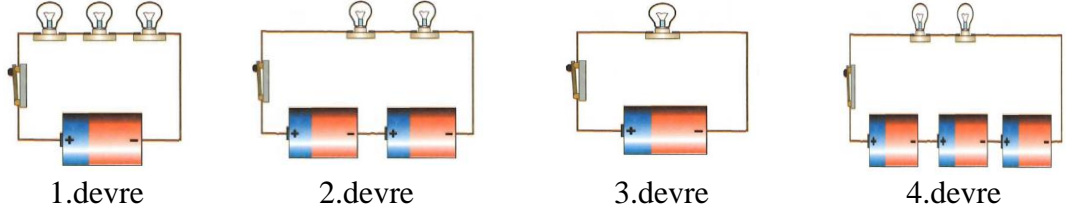
Bununla birlikte alanyazına ilave olarak araştırmanın dikkat çeken bir sonucu değişken türlerini belirleme kazanımını ölçmeye yönelik sorulardan elde edilen verilerde öğrencilerin anahtarı “Devreden elektrik geçmesi anahtarın kapalı olmasına bağlıdır.” gerekçesi ile bağımlı değişken; “Anahtar kapalı olunca elektrik geçer, açıkken geçmez.” gerekçesi ile bağımsız değişken ve “Anahtar devrede hep aynı olacak 1 tane olacak” gerekçesi ile kontrol edilen değişken olarak ifade etmeleridir. Anahtarın kapalı ya da açık olması doğrudan lambanın ışık verme durumu ile ilgilidir. Anahtar lamba parlaklığını etkileyen bir değişken değildir. Öğrencilerdeki bu yanlış son testte farklı sorular için deney grubunda 4 öğrencide, kontrol grubunda ise 18 öğrencide görülmüştür. Bu durum analogi kullanımının kavram yanlışlarını gidermede geleneksel öğretime nazaran daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Basit elektrik devresini temsilen hazırlanan analogik modelde öğrenciler vananın (anahtarın) balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını, vananın (anahtarın) sisteme hava girişini kontrol ettiğini gerçekleştirilen uygulamalarda gördükleri için son testte deney grubunda kontrol grubuna nazaran az sayıda öğrencide anahtarın lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olduğuna dair kavram yanlışlığı saptanmıştır.

### **3.6.1. Değişken Türlerini Belirleme ve Pil Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisi**

Ünite kapsamında yer alan “Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.” kazanımına yönelik 5. sınıf öğrencilerinin değişkenleri belirleyebilme ve kontrol edebilme durumlarını saptamak amacı ile 2 soru yöneltilmiştir. Yöneltilen sorularda öğrencilerin “Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi” ile “Lamba sayısının lamba parlaklığına etkisini” karşılaştırmalı olarak inceleyebilecekleri devre çiftleri seçmeleri ve yaptıkları seçime ilişkin gerekçelerini ifade etmeleri istenmiştir.

Bu iki soru ile değişken türlerine ait bilgiyi, değişken türlerini belirleme ve bir sonraki aşama olarak kontrol edebilme durumunu ve değişken türlerine ait bilgileri farklı bir duruma transfer edebilme durumunu saptamak amaçlanmıştır.

Soru 2: Görkem basit bir elektrik devresinde pil sayısının lamba parlaklığına etkisini araştırmak istiyor. Buna göre Görkem araştırmasında aşağıda verilen devrelerden hangi ikisini kullanmalıdır?



Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Tablo 3.6.1.1: Öğrencilerin Pil Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisini Temsil Eden Devre Çiftine İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

Devre	Gerekçe	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			f	%	f	%	f	%	f	%
2 ve 4*	Lamba sayısı aynı, pil sayısı farklı*	TA	6	12,2	2	4,1	23	46,9	12	24,5
	Pil sayısı, elektrik enerjisi fazla	KY	9	18,4	5	10,2	5	10,2	6	12,2
	En parlak devre çifti	KY	-	-	2	4,1	2	4,1	3	6,1
	Gerekçe yok	A	2	4,1	4	8,2	5	10,2	-	-
	<b>Toplam</b>		<b>17</b>	<b>34,7</b>	<b>13</b>	<b>26,5</b>	<b>35</b>	<b>71,4</b>	<b>21</b>	<b>42,9</b>
1 ve 2	En parlak devre çifti	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	-	-	3	6,1	2	4,1	3	6,1
	<b>Toplam</b>		-	-	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>
1 ve 3	Pil sayısı aynı, lamba sayısı farklı	KY	-	-	2	4,1	-	-	1	2,0
	Pil Sayısı az	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Lambalara vereceği ışıkta artış	KY	2	4,1	-	-	-	-	-	-
	Lamba Sayısı farklı	KY	-	-	-	-	1	2,0	-	-
	Işık verme süresinde azalma	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Parlaklıkta azalma	KY	1	2,0	2	4,1	-	-	1	2,0
	Gerekçe yok	A	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0
	<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>
1 ve 4	Her devrenin kendi içinde lamba ve pil sayısı farklı	KY	6	12,2	5	10,2	4	8,2	4	8,2
	Pil Sayı artışı	KY	-	-	3	6,1	1	2,0	2	4,1
	Enerji artışı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Lambalara vereceği ışıkta artış	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Parlaklık artışı	KY	1	2,0	3	6,1	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	2	4,1	1	2,0	1	2,0	1	2,0
<b>Toplam</b>		<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>13</b>	<b>26,5</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>	
2 ve 3	Her devrenin kendi içinde lamba ve pil sayısı eşit	KY	-	-	2	4,1	-	-	1	2,0
	Pil sayısı farklı	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Parlaklık En parlak devre çifti	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Eşit	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Artış	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>14,3</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	-	-	<b>1</b>	<b>2,0</b>	
3 ve 4	Lamba ve pil sayısı farklı	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Pil sayısı ve parlaklık artışı	KY	-	-	1	2,0	1	2,0	2	4,1
	Gerekçe yok	A	2	4,1	1	2,0	-	-	1	2,0
	<b>Toplam</b>		<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>
Diğer		KY	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>
Boş		A	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin % 34,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 26,5'i 2 ve 4 nolu devre çiftini seçerek ön testte doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 71,4'ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 42,9'u doğru cevap vermiştir. Soruya doğru cevap veren öğrencilerden ön testte deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 46,9'u, kontrol grubundaki öğrencilerin % 24,5'i 2 ve 4 nolu devre çiftlerini seçme nedenlerini doğru bir gerekçe ile desteklemiştir.

2 ve 4 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 34,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 26,5'i; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 71,4'ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 42,9'u 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir.

Öğrencilerin bu devre çiftini seçme nedenleri incelendiğinde lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte deney grubunda 6 öğrenci "*Pil sayıları aynı, lamba sayıları farklı olduğu için*", kontrol grubunda 2 öğrenci "*Lamba sayıları aynı, pil sayıları farklı olduğu için*"; son testte deney grubunda 23 öğrenci (% 46,9) "*Pil sayısı değişken, lamba sayısı aynı olduğu için*", "*Lamba sayıları sabit kalıp, pil sayıları değiştiği için*", kontrol grubunda ise 12 öğrenci (% 24,5) "*Lamba sayıları aynı, pil sayıları farklı olduğu için*", "*Lamba sayısı sabit olup, pil sayısı değiştiği için*" gerekçeleri ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu gerekçelerden öğrencilerin pil sayısının lamba parlaklığına etkisinin araştırıldığı bir deney için pil sayısının değiştirildiği, lamba sayısının ise kontrol altında tutulduğu durumun lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin incelenmesinde pil sayısının bağımsız değişken, lamba sayısının ise kontrol edilen değişken olduğunu dikkate aldıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin herhangi bir durum üzerinde nasıl bir etki oluşturacağını görmek istedikleri değişkeni değiştirirken durumu etkilemesi muhtemel olan diğer değişkeni kontrol altında tuttukları görülmüştür.

Pil sayısı ve elektrik enerjisi kategorisinde ön testte deney grubunda 9 öğrenci "*Pil sayısı fazla olduğu için*", "*İki devrede de 1'den fazla pil olduğu için*", "*Parlaklığın artması için pil sayısı fazla olması gerektiği için*", kontrol grubunda 5

öğrenci “*Daha çok pil olduğu için*”, “*Pil sayısı fazla olduğu için*”; son testte deney grubunda 5 öğrenci “*Pil sayısının çok olması lamba parlaklığını nasıl etkiler anlamak için*”, “*Pil sayısı arttığı için*”, kontrol grubunda ise 6 öğrenci “*Pil sayısı çok fazla olduğu için*”, “*Pil daha çok enerji vereceği için*”, “*Pil sayısı arttığı için*” gerekçeleri ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmişlerdir. Bu gerekçeler öğrencilerin lamba parlaklığının sadece pil sayısındaki değişimden etkilendiğini, lamba sayısının parlaklık üzerinde etkisi olmadığını düşündüklerini ortaya koymaktadır. Öyle ki, görüşmelerde de bazı öğrencilerin “*Lamba sayısının değiştirilmesinin parlaklık üzerinde etkisi olmaz.*” ifadeleri bu bulguyu destekler niteliktedir. Öğrencilerin bir devrede pil olmazsa lamba zaten ışık veremez. Lambanın ışık vermesi devredeki pile bağlıdır. Pil ne kadar çok olursa ışık da o kadar çok olur yaklaşımı ile 2 ve 4 nolu devre çiftlerini seçmiş olabilecekleri düşünülmektedir. Alanyazından farklı olarak saptanan bu yanlış “*Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli*” olarak adlandırılmıştır. Ayrıca bu öğrencilerde lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmayacağını düşünmeleri nedeni ile “*Lamba Başına Düşen Enerji Modeli*” kavram yanlışlığı da söz konusudur. Bu öğrencilerin devreye eklenen her lambanın pilin enerjisine ortak olacağını ve pilin enerjisinin devredeki lambalar arasında paylaşılacağını bilmedikleri düşünülmektedir.

Parlaklık kategorisinde ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci “*Daha parlak oldukları için*”; son testte ise deney grubunda 2 öğrenci “*2. de lamba sayısı pil sayısına eşit olup parlaklıklar eşit olup, 4. de lamba sayısı pil sayısından az olup parlaklık arttığı için*”, kontrol grubunda 3 öğrenci “*En parlak devreler oldukları için*”, “*Diğer devrelerden daha parlak oldukları için*” gerekçeleri ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmişlerdir. Öğrenciler pil sayısının fazla olması nedeni ile 2 ve 4 nolu devre çiftinin parlaklığının diğer devrelerden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinin aksine en parlak devreler 2 ve 4 nolu devreler değildir. Soruda verilen devrelerin parlaklıkları arasında  $4 > 2 = 3 > 1$  sıralaması söz konusudur. Bu durumda 2 ve 3 nolu devreler eşit parlaklıkta olduğu için 2 ve 4 nolu devrelerin parlaklığının diğer devrelerden fazla olduğu düşüncesi kavram yanlışlığı içermektedir. Bu durum öğrencilerin pilin enerjisinin lambalar arasındaki paylaşımını ve lamba başına düşecek enerji miktarını göz ardı ederek sadece görsel olarak pil sayısının fazla olma durumunda parlaklığın da fazla olacağı şeklinde önemli bir kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerde tespit edilen



kavram yanılması “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” olarak ifade edilmiştir. Bu modelde öğrenci 2. devrenin 3. devreden daha parlak olduğunu iddia ederken lamba sayısına dikkat etmeksizin pil sayısının fazla olduğu her durum için lambanın daha parlak yanacağına inandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu öğrencilerde “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” kavram yanılması da söz konusudur.

1 ve 2 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte kontrol grubunda 4 öğrenci; son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda ise 3 öğrenci 1 ve 2 nolu devre çiftini seçmiştir.

Kontrol grubundaki 1 öğrenci parlaklık kategorisinde “3 ve 4 devrelerinden daha parlaklar. 3 lamba 2 lambadan daha aydınlık olduğu için, onlarda parlaklık daha fazla olur.” gerekçesi ile 1 ve 2 nolu devre çiftini seçmiştir. Devrelerin parlaklık sıralaması  $4 > 2 = 3 > 1$  şeklinde olduğu için 1 ve 2 nolu devrelerin diğer devrelerden daha parlak olma durumu söz konusu değildir. Buradan öğrencilerin görsel olarak lamba sayıları üzerinde yoğunlaştıkları, lamba sayısının çok olduğu bir devrede ışığın daha çok olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerde alanyazından farklı olarak 3 lambanın toplam ışığı (devre 1) ile 2 lambanın toplam ışığının (devre 2) 3 ve 4 nolu devrelerden daha fazla olacağı şeklinde kavram yanılması bir düşünce hâkimdir. Öğrenci 3 lambanın bir ortamı 2 lambadan daha fazla aydınlatacağına inanmaktadır. Bu yanılıya sahip öğrenci devrenin enerji kaynağını ve lambalar arasındaki enerji paylaşımını göz ardı etmektedir. 1 ve 2 nolu devreleri seçen öğrenci devredeki lambaların ayrı ayrı yaydığı ışığı tek bir kaynaktan çıkıyormuş gibi düşünmektedir. Alanyazından farklı olarak araştırmada saptanan kavram yanılması “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılmıştır. Ayrıca bu öğrencilerde “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” ve “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Lamba Sayısı Modeli” kavram yanılmaları da söz konusudur.

1 ve 3 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 6 öğrenci; son testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda ise 4 öğrenci 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir.

Ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci, son testte ise 1 öğrenci 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrenciler pil ve lamba sayısı kategorisinde ön testte “*Pil sayısı aynı, lamba sayısı farklı*”, son testte ise “*1’de 1 pil 3 lamba, 3’de 1 pil 3 lamba var. Pil sayıları aynı lamba sayıları farklı olduğu için*” gerekçeleri ile cevaplarını desteklemişlerdir. Bu durum öğrencilerin bağımsız ve kontrol edilen değişken türlerini birbirine karıştırdıklarını; ayrıca değişken türlerini belirleme ve kontrol etmede hangi değişkeni sabit tutup hangisini değiştirecekleri konusunda kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin ifade ettiği gibi pil sayısının sabit tutulup lamba sayısının değiştirilmesi durumunda pil sayısı yerine lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi görülür. Öğrencilerde pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin pil sayısı sabit tutulup lamba sayısının değiştirildiği durumda gözlenebileceğine dair kavram yanlışlığı içeren bir düşünce hâkimdir.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci pil sayısı kategorisinde “*Pil sayısı az olan devreler oldukları için*” 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencinin lamba parlaklığı üzerinde lamba sayısının herhangi bir etkisi olmadığını düşündüğü ve devre çiftini seçerken pil sayılarına göre karar verdiği anlaşılmıştır. Öğrencide “*Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli*” yanlışlığı mevcuttur.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci pilin lambalara vereceği ışık kategorisinde “*1 pil 3 lambaya az ışık verirken 1 pil 1 lambaya daha fazla ışık vereceği için*” gerekçesi ile 1 ve 3 nolu devreleri seçmiştir. Öğrencilerde pilin lambalara vereceği ışıkta artış olacağı düşüncesi hâkimdir. Bu bulgu öğrencilerde pilin devredeki rolüne ilişkin kavram yanlışlığı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu öğrencilerde devrede gerçekleşen enerji dönüşümü ile ilgili olarak da yanlışlığı olduğu düşünülmektedir. Öyle ki pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve pilin devreye sağladığı elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir. Basit bir elektrik devresinde elektrik enerjisi kaynağı pil, ışık kaynağı ise lambadır. Pili lambalara ışık veren bir kaynak olarak düşünen ve pilin lambalara vereceği ışığın artacağını ifade eden öğrencilerin az sayıda pil içeren devreleri seçmeleri dikkat çekicidir. Öğrencilerin pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini tam olarak bilmedikleri ve pil sayısı azken pilin lambalara daha fazla ışık vereceğine inandıkları düşünülmektedir. Öğrencilerde saptanan yanlışlıklar “*Işık Kaynağı Olarak Pil*

Modeli”, “Enerji Dönüşümü Modeli” ve “Pil Sayısı-Parlaklık İlişkisi Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Son testte deney grubundaki 1 öğrenci lamba sayısı kategorisinde “*Lamba sayısı farklı*” gerekçesi ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini görmek istiyorsak lamba sayısını sabit tutmamız, pil sayısını değiştirmemiz gerekir. Öğrencinin değişken türlerini, uygulamada farklı bir duruma transfer etmede güçlük yaşadığı anlaşılmıştır. Öğrencide pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin pil sayısına dikkat etmeden sadece lamba sayılarına dikkat ederek lamba sayısının değiştirildiği durumda gözlenebileceğine dair yanılıklı bir düşünce hâkimdir. Öğrencinin lamba parlaklığı üzerinde sadece lamba sayısının etkili olduğunu düşündüğü anlaşılmaktadır. Lamba parlaklığı üzerinde sadece lamba sayısının etkili olduğunu düşünen bir öğrenci için en uygun devre çifti 1 ve 3’tür. Bu öğrenci lamba parlaklığı üzerinde etkili olan tek değişkeni lamba sayısı olarak kabul etmektedir. Alanyazından farklı olarak araştırmada saptanan bu yanılıklı “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Lamba Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci lamba sayısına bağlı ışık verme süresi kategorisinde “*3 daha fazla dayanırken 1 fazla dayanamayacağı için lambanın ışık vereceği süre azalır.*” gerekçesi ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Alanyazından farklı bir yanılıklı da lamba sayısı ile lambanın ışık verme süresi arasında bir ilişki olduğuna yöneliktir. Yapılan görüşmelerde öğrenci cevabını “*Lamba sayısı arttıkça lambanın yanma süresi artar. Önce ilk lamba yanar, söner. Sonra ikinci lamba yanmaya başlar ve süre uzun olur.*” ifadesi ile gerekçelendirmiştir. Öğrenci devreye seri bağlanan lambaların aynı anda ışık vermeyeceğini, lambalardan önce birinin yanacağını, bu lambanın tamamen tükenince söneceğini, ardından diğer lambanın yanmaya başlayacağını ve böylece devrenin daha uzun süre ışık vereceğini düşünmektedir. Öğrencide saptanan bu yanılıklı “Lamba Sayısına Bağlı Işık Verme Süresi Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci; son testte ise kontrol grubunda 1 öğrenci parlaklık kategorisinde “*Lamba sayısı azalacağı için parlaklıkta azalma*” gerekçesi ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrenciler 1. devreden 3. devreye geçişte lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin ifade ettikleri gerekçenin aksine 1. devreden 3. devreye geçişte pil

sayısı sabitken lamba sayısı azaldığı için parlaklık artacaktır. Bu bulguya göre öğrenciler devrede yer alan ışık kaynaklarının ayrı ayrı yaydığı ışığı tek bir ışık kaynağından çıkıyormuş gibi düşünmektedir. Bu yanılgıya sahip öğrenciler için devrede ne kadar çok lamba olursa o devre o kadar parlak olur düşüncesi hâkimdir. Bu yanılgı alanyazından farklı olarak bu araştırmada saptanmış olup “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılmıştır.

1 ve 4 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte deney grubunda 6 öğrenci “Diğer devrelerde lamba ve pil sayıları eşit olduğu için”, “Diğer devrelerdeki pil ve lamba sayıları aynı olduğu için”, “İki devrede de pil ve lamba sayıları farklı olduğu için”, kontrol grubunda 5 öğrenci “1. de 3 lamba 1 pil, 4. de 2 lamba 3 pil olduğu için 1 ve 4’de lamba ve pil sayıları farklı”; son testte deney ve kontrol grubunda 4 öğrenci “Pil ve lamba sayıları eşit olmadığı için”, “Birinde pil çok lamba az, diğerinde ise pil az lamba çok olduğu için” gerekçeleri ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu durum öğrencilerin değişken türlerini belirleme ve kontrol etmede güçlük yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin araştırıldığı deneyde lamba parlaklığı üzerinde etkili olan değişkenler olarak lamba sayısının ve pil sayısının her ikisinin de değiştiği durumda lamba parlaklığı üzerinde pil sayısındaki değişimin oluşturacağı etkinin gözlemlenmesi mümkün değildir. Bağımlı değişken üzerinde etkili olan değişkenler dikkate alınarak hangi değişkenin etkisi araştırılacaksa o değişken değiştirilir, diğer değişken ise kontrol altında tutulur. Ancak bu şekilde sonucu etkileyen birden fazla değişkenin ayrı ayrı etkileri hakkında yorum yapılabilir. Öğrencilerde saptanan kavram yanılgısı “Değişkeni Belirleme ve Kontrol Etme Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu yanılgıya sahip öğrenci hem etkisi incelenecek değişkeni hem de kontrol altında tutulması gereken değişkeni aynı anda değiştirmektedir.

Pil sayısı ve enerji kategorisinde ön testte kontrol grubunda 3 öğrenci “4. de pil çok 1. de pil az olduğu için”, “Pil sayısı artınca parlaklık artacağı için”, “1’de pil az lamba çok, 4’de lamba az pil çok olduğu için”; son testte deney grubunda 1 öğrenci “1 nolu devrede pil sayısı az, 4 nolu devrede ise pil sayısı en çoktur.”, kontrol grubunda 2 öğrenci “Pil sayısındaki artış”, “1. devreden 4. devreye geçişte

*pil sayısı artmıştır.*” gerekçeleri ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Ayrıca ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci “*3 pil daha fazla enerji verirken 1 pil daha az enerji vereceği için*”, “*Pil sayısındaki artışla enerji artışı*” gerekçesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu durumdan öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde sadece pil sayısının etkili olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrenciler devrelerdeki lamba sayısına bakmadan pil sayısı üzerinde yoğunlaşarak az ve çok pil sayısına sahip olan devreleri seçmiştir. Öğrencilerin pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini araştırırken pil sayısının arttığı, azaldığı ya da birbirinden farklı olduğu devreleri seçerek lamba sayısını dikkate almayacakları düşünülmektedir. Bu durum öğrencilerde lamba parlaklığı üzerinde sadece pil sayısının etkili olduğu şeklinde bir yanlışlığı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu öğrencilerde “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” ile “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” yanlışlıkları söz konusudur.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci ise pilin lambalara vereceği ışık kategorisinde “*1. de 1 pil 3 lambaya ışık verdiği için her birine az ışık düşer. 4. de 3 pil 2 lambaya ışık verir. Her bir lambaya çok ışık düşer.*” gerekçesi ve pil sayısı artınca pilin lambalara vereceği ışık artar düşüncesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu öğrencinin devrenin elektrik enerjisi kaynağı olan pili lambalara ışık veren bir kaynak olarak gördüğü anlaşılmıştır. Öğrencide pilin devredeki rolü ve devrede gerçekleşen enerji dönüşümü ile ilgili kavram yanlışlığı mevcuttur. Öyle ki pil devreye elektrik enerjisi sağlar. Bu elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştürülür. Öğrencide “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” ve “Enerji Dönüşümü Modeli” yanlışlıkları saptanmıştır.

Parlaklık kategorisinde ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Parlaklık artışı*”, kontrol grubunda 3 öğrenci “*1. devreden 4. devreye çevirince parlaklık artar.*”, “*4. de ışık fazla 1. de ışık az olduğu için*” gerekçeleri ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. 1. devreden 4. devreye geçişte lamba sayısı azalırken pil sayısı arttığı için lamba parlaklığı artar. Ancak değişken türlerini belirleme ve kontrol etme kazanımlarının amaçlandığı düşünülürse bu devreler pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkilerini incelemek için uygun değildir. Bununla birlikte bilimsel süreç becerilerinin önemli bir basamağını oluşturan değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisinin kullanılacağı durumlarda iki değişkende aynı anda değişim gösteremez.

Sonuç üzerinde etkisini araştırdığımız değişkeni değiştirirken sonucu etkileyebilecek diğer değişkenleri kontrol altında tutmamız gerekir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçe değişkenleri belirleme ve kontrol etme olarak adlandırılan bilimsel süreç becerisinin doğasına aykırıdır.

2 ve 3 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci “*Lamba ve pil sayısı eşit olduğu için*”, “*Eşit sayıda pil ve lamba olduğu için*”; son testte ise 1 öğrenci “*2. devrede lamba sayısı pil sayısına eşit, 3. devrede lamba sayısı pil sayısına eşittir. 2 pil 2 lamba, 1 pil 1 lamba ile karşılaştırılabileceği için*” gerekçeleri ile 2 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerin yaptıkları devre seçiminde 2 ve 3 nolu devrelerin parlaklıkları eşit olduğu için pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkilerini gözlemlemek mümkün değildir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci pil sayısı kategorisinde “*Pil lambanın enerjisini arttırır. Pil sayısının parlaklığa etkisi daha çok olur. 2’de 2 pil, 3’de 3 pil olduğu için*” gerekçesi ile pil sayıları farklı olduğu için 2 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. 2 ve 3 nolu devrelerde lamba sayısı da farklıdır. Bu bulgudan öğrencinin lamba sayısının lamba parlaklığı üzerinde etkili olmadığını düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrencilerin seçecekleri devrelerde pil sayılarının farklı, lamba sayılarının da aynı olması gerekmektedir. Bu öğrencide saptanan yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci parlaklık kategorisinde “*2 devrede diğerlerinden çok parlak olacağı için*” gerekçesi ile 2 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir.  $4 > 2 = 3 > 1$  parlaklık sıralaması dikkate alındığında 4 nolu devrenin en parlak devre olduğu görölmektedir. Bu durum öğrencilerin pil ve lamba sayısına bağlı lamba parlaklığındaki değişimi anlamada zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci parlaklık kategorisinde “*Parlaklıkları aynı olacağı için*” gerekçesi ile 2 ve 3 nolu devreleri seçmiştir. Parlaklıkları eşit olan iki devrede pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini gözlemlemek mümkün değildir.

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci ise parlaklık kategorisinde “3. devrede 1 pil var. 1 milim parlaklık, 2. devrede 2 pil var. 2 milim parlaklık olacağı için 3. devreden 2. devreye geçişte parlaklık artışı olur.” gerekçesi ile 2 ve 3 nolu devre çiftini tercih etmiştir. Bu tercih öğrencinin lamba parlaklığı üzerinde lamba sayısının ve lamba başına düşen enerji miktarındaki değişimin herhangi bir etkisi olmadığını düşündüğünü ve sadece pil sayılarına bakarak karar verdiğini ortaya koymaktadır. Bu düşünce öğrencinin 2 ve 3 nolu devrelerin eşit parlaklıkta olduğunu fark etmesini engellemektedir. Öğrencide saptanan bu yanılgılar “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” ve “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” olarak adlandırılmıştır.

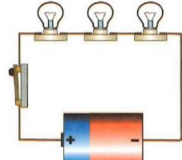
3 ve 4 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Son testte kontrol grubunda 1 öğrenci lamba ve pil sayısı kategorisinde “3’de 1 pil 1 lamba, 4’de 2 lamba 3 pil olduğu için lamba ve pil sayısı farklıdır.” gerekçesi ile 3 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu durum öğrencinin değişkenleri belirleme ve kontrol etme konusunda güçlük yaşadığını ortaya koymaktadır. Lamba sayısı ve pil sayısının lamba parlaklığı üzerinde etkili olma durumu dikkate alındığında iki değişkenin de aynı anda değiştirildiği durumlar için lamba parlaklığının hangi değişkenden etkilendiğini belirlemek mümkün değildir.

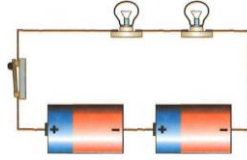
Pil sayısı ve parlaklık kategorisinde ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “3. devrede pil ve lamba sayısı az, 4. devrede pil ve lamba sayısı çok”; son testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda ise 2 öğrenci “Pil sayısı 4. devrede fazla olduğu için 3. devreden 4. devreye geçişte parlaklık artar.” gerekçesi ile 3 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrenciler lamba sayılarına ve lamba başına düşen enerji miktarına dikkat etmeden sadece pil sayılarına bakarak parlaklık hakkında yorum yapmıştır. Öğrencilerde “Lamba Başına Düşen Enerji Modeli” ve “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” kavram yanılgıları saptanmıştır.

### **3.6.2. Değişken Türlerini Belirleme ve Lamba Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisi**

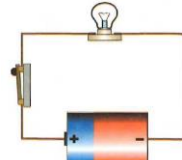
Soru 7: Görkem basit bir elektrik devresinde lamba sayısının lamba parlaklığına etkisini araştırmak istiyor. Buna göre Görkem araştırmasında aşağıda verilen devrelerden hangi ikisini kullanmalıdır?



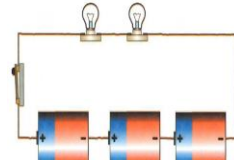
1.devre



2.devre



3.devre



4.devre

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Tablo 3.6.2.1: Öğrencilerin Lamba Sayısının Lamba Parlaklığına Etkisini Temsil Eden Devre Çiftine İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

Devre	Gerekçe	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			f	%	f	%	f	%	f	%
1 ve 3*	Pil sayısı aynı, lamba sayısı farklı*	TA	5	10,2	4	8,2	27	55,1	10	20,4
	Lamba sayısında azalma	KY	-	-	3	6,1	1	2,0	3	6,1
	Pil sayısı ve enerji az	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0
	Gerekçe yok	A	1	2,0	4	8,2	2	4,1	5	10,2
	<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>14,3</b>	<b>12</b>	<b>24,5</b>	<b>30</b>	<b>61,2</b>	<b>19</b>	<b>38,8</b>
1 ve 2	Lamba sayıları farklı	KY	-	-	2	4,1	2	4,1	-	-
	Pil sayısı ve enerji artışı	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	En parlak devre çifti	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	1	2,0	2	4,1	1	2,0	1	2,0
	<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>
1 ve 4	Her devrenin kendi içinde lamba ve pil sayısı farklı ve fazla	KY	5	10,2	8	16,3	3	6,1	3	6,1
	Pil									
	Sayısı farklı	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Vereceği ışık artışı	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Enerji artışı	KY	2	4,1	1	2,0	-	-	-	-
	Parlaklıkta artış	KY	2	4,1	2	4,1	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	2	4,1	-	-	1	2,0	3	6,1
	<b>Toplam</b>		<b>11</b>		<b>12</b>	<b>24,5</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>7</b>	<b>14,3</b>
2 ve 3	Her devrenin kendi içinde lamba ve pil sayısı eşit	KY	2	4,1	3	6,1	1	2,0	1	2,0
	Parlaklıkları eşit	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	1	2,0	-	-	-	-	2	4,1
	<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>
2 ve 4	Lamba sayısı aynı, pil sayısı farklı olduğu için	KY	2	4,1	2	4,1	4	8,2	5	10,2
	Pil sayısı fazla ve en parlak devre çifti	KY	3	6,1	4	8,2	1	2,0	1	2,0
	Pilin lambalara vereceği ışıkta artış	KY	3	6,1	-	-	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	2	4,1	1	2,0	1	2,0	5	10,2
	<b>Toplam</b>		<b>10</b>	<b>20,4</b>	<b>7</b>	<b>14,3</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>11</b>	<b>22,4</b>
Hiçbiri	Lamba sayısı parlaklığı etkilemez	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
Diğer		KY	6	12,2	5	10,2	3	6,1	4	8,2
Boş		A	8	16,3	2	4,1	2	4,1	3	6,1
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.



Tablo incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin % 14,3'ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 24,5'i ön testte 1 ve 3 nolu devre çiftini seçerek doğru cevap vermiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 61,2'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 38,8'i doğru cevap vermiştir. Soruya doğru cevap veren öğrencilerden ön testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci; son testte deney grubundaki öğrencilerin % 55,1'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 20,4'ü 1 ve 3 nolu devre çiftini seçme nedenlerini doğru bir gerekçe ile desteklemiştir.

1 ve 3 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Pil sayısı ve lamba sayısı kategorisinde ön testte deney grubunda 5 öğrenci *“Pil sayıları aynı, lamba sayıları farklı olduğu için”*, kontrol grubunda 4 öğrenci *“1’de 3 lamba, 1 pil; 3’de 1 lamba, 1 pil olduğu için”*, *“Pil sayısı aynı lamba sayısı farklı olduğu için”*; son testte deney grubunda 27 öğrenci *“Pil sayıları aynı, lamba sayıları farklı olduğu için”*, kontrol grubunda 10 öğrenci *“Pil sayısı aynı lamba sayısı farklı olduğu için”*, *“Lamba sayısı değişirken pil sayısı sabit kaldığı için”* gerekçeleri ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu gerekçeler öğrencilerin bağımlı değişken üzerinde etkisi araştırılan değişkenin değiştirilirken etkisi kontrol altına alınması gereken değişkenin sabit tutulması gerektiğini bildiklerini ve farklı bir duruma transfer edebildiklerini göstermektedir. Lamba sayısının parlaklık üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir deney için lamba sayısı bağımsız (değiştirilmesi gereken) değişken, pil sayısı ise kontrol altında tutulması gereken (sabit tutulması gereken) değişkendir. Öğrencilerin yaptıkları devre seçiminde bu duruma dikkat ettikleri görülmüştür.

Lamba sayısı kategorisinde ön testte kontrol grubunda 3 öğrenci *“1’de lamba fazla olup, 3’de 1 lamba olduğu için”*, *“1’de fazla lamba olup, 3’de 1 lamba olduğu için”*, *“1. devre çok parlak, 3. devre lamba az olduğundan az parlayacağı için”*; son testte deney grubunda 1 öğrenci *“1. devreden 3. devreye geçişte lamba sayısı azalmıştır.”*, kontrol grubunda 3 öğrenci *“1’de lamba fazla olup, 3’de 1 lamba olduğu için”*, *“1’de fazla lamba olup, 3’de 1 lamba olduğu için”*, *“Birinde çok diğerinde az lamba olduğu için”* gerekçeleri ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerde lamba sayısı azken parlaklığın az, lamba sayısı çokken parlaklığın fazla

olacağına yönelik bir kavram yanılığı mevcuttur. Bu yanılığı “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu modele göre öğrenci basit elektrik devresinde yer alan lambaların ayrı ayrı yaydıkları ışığı tek bir kaynaktan çıkıyormuş gibi düşünerek lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağına inanmaktadır. Ayrıca bazı öğrenciler bir odayı 3 lambanın, 1 lambadan daha fazla aydınlatacağını düşündüklerini ifade etmiştir.

Ön testte deney ve kontrol grubundaki 1’er öğrenci “*Pil sayısı ve enerji az*”; son testte kontrol grubunda 1 öğrenci pil sayısı ve enerji kategorisinde “*1 pil 3 lambayı az aydınlatıp, 1 pil 1 lambayı daha iyi aydınlatacağı için*” gerekçeleri ile 1 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu durum öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde etkili faktör olarak pil sayısını gördüğünü ortaya koymaktadır. Lamba sayılarına dikkat etmeksizin pil sayısı üzerinde yoğunlaşan öğrencilerin pil sayısı az olan devre çiftini tercih etmeleri dikkat çekicidir. Öğrencilerde saptanan bu yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

1 ve 2 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba sayısı kategorisinde ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci “*1’de 3, 2’de 2 lamba olduğu için*”, son testte deney grubunda 2 öğrenci “*Lamba sayısı farklı ve parlaklığı etkilediği için*” gerekçesi ile 1 ve 2 nolu devreleri seçmiştir. Öğrencilerin yaptıkları seçimde dikkat çeken nokta 1 ve 2 nolu devrelerde pil sayılarının da farklı olmasıdır. Bu bulgu öğrencilerin parlaklıkla ilgili sadece lamba sayılarına bakarak karar verdiklerini ve lamba sayısını lamba parlaklığını etkileyen tek değişken olarak kabul ettiklerini ortaya koymaktadır. Öğrencilerde saptanan kavram yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Lamba Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Pil sayısı ve enerji kategorisinde ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pil sayısı fazla olduğu için, tek pil az enerji üreteceği için*”, kontrol grubundaki 1 öğrenci ise “*1. devreden 2. devreye geçerken pil sayısı, enerji artar.*” gerekçeleri ile 1 ve 2 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerin lamba sayılarına dikkat etmeksizin doğrudan pil sayıları üzerinde yoğunlaşmaları nedeni ile lamba parlaklığı üzerinde etkili tek faktörün pil sayısı olduğuna dair bir kavram yanılığı olduğu

düşünülmektedir. Öğrencilerde saptanan kavram yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Parlaklık kategorisinde ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Parlaklıkları diğerlerinden daha iyi olduğu için*”, kontrol grubunda 1 öğrenci ise “*En parlak devreler oldukları için*” gerekçeleri ile 1 ve 2 nolu devre çiftini seçmiştir. Soruda verilen devreler için parlaklık sıralaması olarak  $4 > 2 = 3 > 1$  düşünüldüğünde 4. devre tüm devrelerden daha parlaktır. Öğrenciler 1 ve 2 nolu devrelerin parlak olmasını lamba sayısının fazla olmasına bağlamışlardır. Bu öğrencilerde “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılığı mevcuttur. Bu yanılığda öğrenci devredeki her lambanın ayrı ayrı yaydığı ışığı tek bir lambadan çıkıyormuş gibi düşünmektedir. Öğrenciler lamba sayısı arttıkça aydınlanmanın artacağına yönelik kavram yanılığına sahiptir.

1 ve 4 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte deney grubunda 5 öğrenci “*1’de 3 lamba, 1 pil; 4’de 2 lamba, 3 pil olduğu için*”, “*2 ve 3’de pil sayısı=lamba sayısı olduğu için*”, “*Pil ve lamba sayıları farklı ve fazla olduğu için*”, kontrol grubunda 8 öğrenci “*1’de 3 lamba, 1 pil; 4’de 2 lamba, 3 pil olduğu için*”, “*1’de pil az, lamba çok; 4’de pil çok, lamba az olduğu için*”; son testte deney grubunda 3 öğrenci “*Pil sayısı ve lamba sayısı kendi içinde aynı olmadığı ve fazla olduğu için*”, kontrol grubunda 3 öğrenci ise “*Pil sayısı ve lamba sayısı sadece bunlarda farklı ve fazla olduğu için*” gerekçeleri ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerin gerekçelerinden 1 ve 4 nolu devreleri seçerken lamba ve pil sayılarının fazla olma durumuna dikkat ettikleri anlaşılmıştır. Bu seçimle ilgili gerekçelerinde lamba ve pil sayısının çok olduğu devrelerde lambanın parlak yanacağına ilişkin yaptıkları açıklamalar dikkat çekicidir. Bu durum öğrencilerde lamba sayısındaki değişime bağlı parlaklık konusunda ciddi bir yanılığı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca lamba parlaklığı üzerinde etkili olan iki değişkenin seçtikleri devrelerde farklı olması değişkenleri belirleme ve kontrol etme olarak adlandırılan bilimsel süreç becerisinin doğasına aykırı bir durumdur. Bu bulgudan öğrencilerin lamba parlaklığı hakkında yorum yaparken lamba sayısının ya da pil sayısının fazla olduğu devreleri seçecekleri anlaşılmaktadır. Pil sayısının fazla olduğu devreleri elektrik enerjisi fazla olacağı

için, lamba sayısının fazla olduğu devreleri ise “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” temelinde aydınlanma fazla olacağı için tercih edeceklerini ifade etmişlerdir.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci pil sayısı kategorisinde “1. devrede pil az, 4. devrede pil en çok olduğu için 1’de pilin enerjisi az, 4’de enerji fazla olur.” gerekçesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencide “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” yanılması mevcuttur. 1 ve 4 nolu devrelerde pil sayısı gibi lamba sayısı da farklıdır. Buna karşın öğrenci lamba sayısındaki farklılığı dikkate almaksızın pil sayıları üzerinde yoğunlaşarak seçim yapmıştır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci pilin vereceği ışık kategorisinde “1 pil 3 lambaya az ışık verirken, 3 pil 2 lambaya çok ışık vereceği için. 1. devreden 4. devreye geçişte pil sayısı arttığı için pilin lambalara vereceği ışık artar.” gerekçesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu öğrenci pilin devredeki rolüne ilişkin kavram yanılması sahiptir. Öğrenci lambaların yaydığı ışığı onlara pilin verdiğini düşünmektedir. Bu yanılması öğrencinin lamba ve pilin devredeki rolü ile devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü bilmemesinden kaynaklanmaktadır. Öğrencide “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” ve “Enerji Dönüşüm Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılmaları mevcuttur.

Enerji kategorisinde ön testte deney grubunda 2 öğrenci “1. devreden 4. devreye pil sayısı arttığı için enerji artar.”, kontrol grubunda ise 1 öğrenci “1’de lambaya az enerji giderken, 4’de lambaya çok enerji gideceği için” gerekçesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu seçim öğrencilerin parlaklık üzerinde etkili tek faktörün pil sayısı olduğunu kabul ettiklerini ortaya koymaktadır. Bu öğrencilerde “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” kavram yanılması mevcuttur.

Ön testte deney ve kontrol gruplarından 2 öğrenci parlaklık kategorisinde “1. ’de pil az, 4. devrede pil en çok. 1. devreden 4. devreye geçişte parlaklık artar.” gerekçesi ile 1 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrenciler ifade ettikleri gerekçe ile bu devre çiftini seçerken sadece pil sayısına dikkat ettiklerini ortaya koymuşlardır. Basit elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen 2 değişken vardır. Bu değişkenler lamba sayısı ve pil sayısıdır. Yaptıkları seçimde lamba sayısını dikkate almayan öğrencilerde “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” kavram yanılması saptanmıştır.

Genel olarak 1 ve 4 nolu devreleri seçen öğrenciler sadece pil sayısına dikkat etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde lamba sayısının herhangi bir etkisi olmadığını düşündüklerini ortaya koymaktadır.

2 ve 3 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte deney grubunda 2 öğrenci “*Lamba sayısı ve pil sayısı aynı olduğu için*”, “*Kendi içlerinde lamba ve pil sayıları aynı olduğu için*”, kontrol grubunda 3 öğrenci “*Kendi içlerinde lamba sayısı=pil sayısı olduğu için*”, “*pil sayısı=lamba sayısı*”; son testte deney ve kontrol grubunda 1’er öğrenci “*Pil sayısı ve lamba sayısı eşit olduğu için*” gerekçeleri ile 2 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrenciler yapacakları devre çifti seçiminde iki ayrı devreyi karşılaştırmaları gerekirken her devreyi kendi içinde lamba ve pil sayısının eşit olma durumuna dikkat ederek karşılaştırmışlardır. Öğrencilerde lamba ve pil sayısının eşit olduğu durumda lamba parlaklıklarının karşılaştırılabileceğine dair kavram yanılığı mevcuttur. Saptanan yanılığ öğrencilerin lamba ve pil sayılarının eşit olduğu devrelerde iki devrenin de eşit parlaklıkta olacağını bilmediklerini ortaya koyması açısından dikkat çekicidir. 2 lamba ve 2 pil olan devre ile 1 lamba ve 1 pil olan devrenin parlaklıkları birbirine eşit olduğu için devreler arasında lamba parlaklıklarının karşılaştırılması mümkün değildir.

Ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci parlaklık kategorisinde “*Eşit parlaklıkta yandıkları için*” gerekçesi ile 2 ve 3 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerin ifade ettikleri gerekçenin aksine iki devrenin de parlaklığının eşit olduğu durum için pil ya da lamba sayısının parlaklık üzerindeki etkisinin gözlemlenmesi mümkün değildir. Ayrıca 2 ve 3 nolu devrelerde lamba ve pil sayıları aynı anda değiştirilmiştir. Bu durum değişken türlerini belirleme olarak adlandırılan bilimsel süreç becerisinin doğasına aykırıdır. Bununla birlikte öğrenciler kendilerinden beklenenin aksine iki ayrı devreyi karşılaştırmaları gerekirken her devreyi kendi içinde lamba ve pil sayısı eşitliği bağlamında karşılaştırmışlardır.

2 ve 4 nolu devreleri seçen öğrencilerin ifade ettikleri gerekçeler aşağıda sunulmuştur.

Lamba ve pil sayısı kategorisinde ön testte deney ve kontrol gruplarından 2 öğrenci “*Lamba sayısı aynı pil sayısı farklı olduğu için*”; son testte ise deney

grubundan 4 öğrenci “*Pil sayısı değişik, lamba sayısı değişmemiş*”, kontrol grubundan 5 öğrenci “*Lamba sayısı sabit olup pil sayısı değiştiği için*”, “*Lamba sayıları eşitken pil sayıları eşit olmadığı için*” gerekçeleri ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Öğrencilerin yaptıkları devre seçiminde soruda ifade edilenin aksine pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi gözlenebilir. Bu öğrencilerin bağımsız değişken ile kontrol edilen değişkeni karıştırdıklarını ortaya koyan bir bulgudur. Öğrencilerin değişken türlerini belirlemede ve beraberinde kontrol etmede güçlük yaşadıkları anlaşılmaktadır.

Pil sayısı ve parlaklık kategorisinde ön testte deney grubunda 3 öğrenci “*Çok ışık saçacakları için*”, kontrol grubunda 4 öğrenci “*İkisi çok parlak olup daha çok ışık vereceği için*”, “*Daha fazla parlak olduğu için*”; son testte ise deney ve kontrol grubundan 1’er öğrenci ön testte “*2. ve 4. devrede pil sayısı fazla olduğu için parlaklık fazla olur.*”, “*2 ve 4, 1 ve 3’den daha parlak yanacağı için*” gerekçeleri ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir.  $4 > 2 = 3 > 1$  sıralaması düşünüldüğünde 2 ve 3’ün parlaklıklarının eşit olması nedeni ile en parlak devreler 2 ve 4 olamaz. Bu durum öğrencilerin sadece pil sayılarına bakarak parlaklıkla ilgili yorum yaptıklarını ortaya koyan önemli bir bulgudur. Öğrencilerde saptanan kavram yanılması “Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci pilin lambalara vereceği ışık kategorisinde “*Lambanın parlak olması için pil sayısı fazla olmalı. Pil sayısı fazla olursa pilin lambalara vereceği ışık artar.*” gerekçesi ile 2 ve 4 nolu devre çiftini seçmiştir. Bu gerekçe öğrencilerin pili bir elektrik enerjisi kaynağı olarak görmekten ziyade ışık kaynağı olarak kabul ettiklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrencilerde basit elektrik devresinde elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümü konusunda ciddi bir kavram yanılması olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerde saptanan bu yanılımlar “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” ve “Enerji Dönüşüm Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*Lamba sayısı lamba parlaklığını etkilemeyeceği için*” gerekçesi ile devrelerden herhangi birini seçmeyeceğini ifade etmiştir. Bu öğrenci lamba sayısının parlaklık üzerinde etkili olmadığını düşünmektedir. Bu düşünce öğrencinin pili parlaklık üzerinde etkili olan tek değişken olarak görmesinden kaynaklanıyor olabilir. Öğrencide “Parlaklık

Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılığı mevcuttur. Öğrenci elektrik devresinde sadece pil sayısının değiştiği durum için parlaklığın değişeceğini lamba sayısındaki değişimin parlaklığı etkilemeyeceğini ifade etmiştir. Bu yanığı kendi içinde pili sabit akım kaynağı olarak düşünme yanılığını da içermektedir. Öyle ki bu yanılığında öğrenci pili devreye her durumda aynı akımı veren bir eleman olarak düşünür. Lamba eklendiğinde akımın değişmeyeceğini düşünen öğrenci her durumda lambalardan aynı akımın geçeceğine inandığı için lamba sayısının parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını düşünür. Pilin sabit akım üreten bir kaynak olarak düşünüldüğüne dair kavram yanılığı alanyazında “Sabit Akım Kaynağı Modeli” olarak ifade edilmektedir.

### 3.7.Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişim

Soru 4

Devre	Lamba sayısı	Pil sayısı	Lamba parlaklığı
1.Devre	2	1	Az parlak
2.Devre	2	2	Parlak
3.Devre	2	4	Çok parlak

Soru 4-A: Yukarıdaki tabloda yer alan verilerin elde edildiği bir deneyin amacını yazınız.

Tablo 3.7.1: Öğrencilerin Deneyin Amacına İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

		Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			f	%	f	%	f	%	f	%
Pil	Lamba parlaklığı üzerindeki etkisi*	TA	15	30,6	13	26,5	30	61,2	15	30,6
	Sayısını artırma	KY	-	-	-	-	2	4,1	-	-
	Enerjisini ölçme	KY	1	2,0	-	-	1	2,0	-	-
	Yetersiz kaldığını görme	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0
	Daha çok ışık verdiğini görme	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
Lamba	Lamba parlaklığı üzerindeki etkisi	KY	-	-	-	-	2	4,1	1	2,0
Lamba ve pil	Lamba parlaklığı üzerindeki etkisi	KY	4	8,2	1	2,0	-	-	3	6,1
	Lamba parlaklığını görme	KY	15	30,6	24	49,0	12	24,5	21	42,9
Boş		A	13	26,5	9		2	4,1	8	
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Soruda verilen tablo incelendiğinde lamba sayısı sabit olmak üzere pil sayısının farklı olduğu üç elektrik devresindeki lamba parlaklıkları verilmiştir. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 30,6'sı “Lamba sayısı aynı olunca pil sayısına bağlı lamba parlaklığı”, “Pil sayısına bağlı çok mu ışık verecek az mı ışık verecek”, “Aynı lamba, farklı pil sayılarında lamba parlaklığı”, “Pil sayısına bağlı ne kadar az ya da çok yanacağını öğrenmek”, “Lamba sayısı aynı olan bir elektrik devresinde pil sayısı farklı olursa parlaklık aynı kalır mı?”, “Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi”, “Pile göre parlaklığın değişmesi”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 26,5'i “Pil sayısının lamba parlaklığını nasıl etkilediği”, “Lamba sayısı değişmeden pil sayısının lamba parlaklığına etkisini araştırmak”, “Lamba sayıları aynı, pil sayıları 1. devrede 1, 2. devrede 2, 3. devrenin 4 pil oldu. Pil sayısı ne kadarsa parlaklık o kadar” gerekçeleri ile deneyde pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin incelenmesinin amaçlandığını ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 61,2'si “Lamba sayısı sabitken pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi”, “Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi”, “Lambaların sayısını aynı tutup pil sayılarını değiştiriyor. Pil sayısının parlaklıktaki etkisi”, “Lamba sayısı aynı, pil sayısı değiştirilince lamba parlaklığının azalıp azalmayacağını öğrenmek”, kontrol grubundaki öğrencilerin % 30,6'sı “Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi bu deneyin amacıdır.”, “Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi” gerekçeleri ile deneyin amacını pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin incelenmesi olarak ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin tablodaki verilere bakarak lamba sayısının sabit tutulduğu bir deneyde pil sayısına bağlı lamba parlaklığındaki değişimin incelendiğinin farkında olduklarını ortaya koymaktadır.

Soruda verilen deneyin amacını deney grubunda son testte 2 öğrenci “Lamba sayısı 2 olduğu için pil sayısını arttırmak”, ön-son testte 1'er öğrenci “Pilin enerjisini ölçmek”, ön testte 1 öğrenci “Pilin yetersiz kaldığını görmek” olarak ifade etmiştir. “1 pil 2 lamba olduğu için pil zorlanır. 1 pil 2 lambaya yetmez. Pilin yetersiz kaldığını görmek” ifadesi kontrol grubunda hem ön hem de son testte 1'er öğrencide saptanmıştır. Bu gerekçeler öğrencilerin lamba sayısı 2 olan bir elektrik devresinde pil sayısının lamba sayısından az ya da eşit olduğu durumlarda pilin yetersiz kalacağını bu nedenle de deneyde pil sayısının arttırıldığını düşündüklerini ortaya koymaktadır.



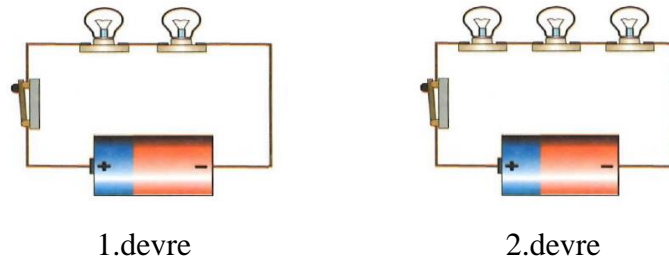
Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrencinin “*Pil lambaya daha çok ışık versin amacıdır.*” cevabı “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” kavram yanılığını ortaya koyan önemli bir bulgudur. Öğrencide devre elemanlarının rolü ile ilgili kavram yanılığı saptanmıştır. Devrede ışık veren eleman lamba olmasına karşın öğrenci pili ışık kaynağı olarak görmektedir. Bu yanılığın öğrencinin devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü bilmemesi nedeniyle lambanın yaydığı ışığı pilin doğrudan lambaya ışık enerjisi formunda gönderdiğini düşünmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrenci deneyin amacını “*Amaç lamba etkisini araştırmak*”, “*Lambanın parlaklık üzerindeki etkisini görmek*” olarak ifade etmiştir. Öğrencilerin cevabının aksine lamba sayısının sabit olduğu bir deneyde lamba sayısının lamba parlaklığı üzerinde nasıl bir etki oluşturacağını görmemiz mümkün değildir. Buradan öğrencinin sabit tutulan değişkenin sonucu etkilediğini düşündüğü anlaşılmaktadır. Değişken türlerinin sonuç üzerindeki etkisi ile ilgili öğrencide kavram yanılığı mevcuttur. Bu durum öğrencinin sonuç üzerinde etkisi araştırılan değişkenin sabit tutulması gerektiğini düşündüğünü ortaya koymaktadır.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci “*Pil ne kadar fazla olup lambası az olursa kuvvetli olur.*”, “*Pil ve lamba sayılarına göre ışığı ölçmek*”, “*Pil az ve lamba çok ise lamba az yanar.*”, kontrol grubunda 1 öğrenci “*Lamba parlaklığının lamba ve pil sayısı ile ilişkili olduğunu anlatıyor.*”; son testte ise sadece kontrol grubunda 3 öğrenci deneyin amacını “*Lamba ve pil sayısının lamba parlaklığına etkisi*”, “*Pil ve lamba sayısı değişirse lamba parlaklığını bulmak*” olarak ifade etmiştir. Soruda verilen deneyde pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerindeki etkisi incelenirken lamba sayısı sabit tutulmuştur. Bu durum için lamba parlaklığını etkileyen 2 değişkenin etkisinin aynı anda incelenmesi mümkün değildir. Bir sonucu etkileyen 2 değişkenin sonuç üzerindeki etkisi aynı anda gözlenemez. Öğrencilerin lamba ve pil sayısının eş zamanlı değişiminin lamba parlaklığı üzerinde etkili olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrenciler soruda verilen 3 devreyi kendi aralarında karşılaştıracakları yerde her devreyi kendi içinde lamba ve pil sayılarını temel alarak karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmada pil sayısı lamba sayısından fazla olursa parlaklığın çok, pil sayısı lamba sayısından az olursa parlaklığın az olacağına ilişkin kavram yanılığı saptanmıştır.

Deneyin amacını ön testte deney grubunda 15 öğrenci “Hepsinin parlaklık seviyesinin ölçülmesi”, “Işıkların ne gibi değişiklik göstereceğini”, “Deneyin amacı lambanın parlaklığındaki değişimler”, “Devrelerdeki lambaların parlaklığı ölçülüyor”, “Işığın çok mu az mı çıkması”, “Devrelerin ışık parlaklığını ölçmek”, “Hangi devrenin daha çok parlak olduğunu bulmak”, kontrol grubunda 24 öğrenci “Lamba parlaklığı değişiyor mu? Değişmiyor mu?”, “Parlaklığın hangi devrede daha fazla çıktığıdır.”, “Parlaklığı ölçmek”, “En çok parlak ya da az parlaklığı bulmaya çalışmış”, “1.devrede lamba parlaklığının az olması. 2.devrede lamba parlaklığının parlak olması. 3.devrede lamba parlaklığının çok parlak olması”, “1.devre parlaklığı en az olan devre, 2.devre lamba parlaklığı orta olan devre ve diğer devre parlaklık en fazla olan devre”, “Elektrik devresinin parlaklığı” olarak ifade etmiştir. Son testte ise deney grubunda 12 öğrencinin “Lambanın parlaklığını ölçmek için bu devreyi yapmışlar”, “Ne kadar parlak yandığını anlatıyor”, “Lamba parlaklığını ölçmek”, “Hangisinin daha çok yandığını hangisinin daha az yandığını ölçmek için”, “Ne kadar parlak olduğu”, “Hangi devre daha fazla yanacak”, kontrol grubunda 21 öğrencinin “Lamba parlaklığını bulmak”, “Lambanın parlaklığına bakılıyor”, “Parlaklıkları ölçmek”, “Lamba parlaklıklarının farkı” olarak deneyin amacını ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin tabloda verilen değerlerden sadece sonuç üzerinde yoğunlaştıkları, sonucu etkileyen değişkene dikkat etmedikleri görülmüştür. Öğrencilerin verdikleri cevaplar lamba parlaklığı üzerinde etkili olan değişkeni içermediği için net olmayan cevaplar kategorisinde değerlendirilmiştir.

Soru 5



Soru 5-A: Sevilay yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse lambaların parlaklıklarında nasıl bir değişiklik olur?

Cevabımızın nedenini açıklayınız.

Tablo 3.7.2: Öğrencilerin Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST					
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Azalı*	Elektrik enerjisi paylaşımı* Lamba başına düşen değerde azalma*	TA	14	28,6	11	22,4	31	63,3	21	42,9	
Pil	Işık enerjisinin paylaşımı	KY	-	-	-	-	1	2,0	3	6,1	
	Vereceği ışığın azalması	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-	
	Enerjisinin azalması	KY	4	8,2	4	8,2	-	-	3	6,1	
	Harcayacağı enerjinin artması	KY	4	8,2	3	6,1	1	2,0	3	6,1	
	Sayısının sabit olması	KY	-	-	-	-	2	4,1	2	4,1	
	Lamba sayısının pilden fazla olması	KY	2	4,1	1	2,0	2	4,1	2	4,1	
	Gereke yok	A	1	2,0	2	4,1	3	6,1	2	4,1	
	<b>Toplam</b>		<b>26</b>	<b>53,1</b>	<b>22</b>	<b>44,9</b>	<b>40</b>	<b>81,6</b>	<b>36</b>	<b>73,5</b>	
Artar	Pil	Kısa süreli kullanım	KY	-	-	-	-	1	2,0	-	-
		Vereceği ışığın artması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Doğru yerleştirilmesi	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lamba	Sayısının artması	KY	10	20,4	14	28,5	5	10,2	4	8,2
		Gelen enerjinin artması	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Gereke yok	A	4	8,2	2	4,1	1	2,0	4	8,2	
	<b>Toplam</b>		<b>16</b>	<b>32,7</b>	<b>17</b>	<b>34,7</b>	<b>7</b>	<b>14,3</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>	
Değişmez	Pil	Sayısının sabit olması	KY	1	2,0	3	6,1	-	-	1	2,0
		Kullanım süresinin kısalması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lamba	Sayısının artması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Özdeş olmaları	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Gereke yok	A	-	-	3	6,1	-	-	-	-	
	<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	
Boş		A	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	
	<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 53,1'i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 44,9'u; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 81,6'sı, kontrol grubundaki öğrencilerin % 73,5'i 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 lamba daha eklendiğinde lamba parlaklığının azalacağını doğru olarak ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 28,6'sı *“Pilin enerjisi lambalara dağıldığı için lambalara gelen enerji azalır.”*, *“Pil enerjisini hepsine dağıtacağı için 3 lambaya düşen enerji azalır.”*, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 22,4'ü *“Pilden gelen enerji 3 lambaya bölüştürüleceği için her lambaya az enerji düşer.”*, *“Pil enerjisini 3 lambaya dağıtacağı için lambaya az enerji gelir.”* gerekçeleri ile elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerde azalma nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 63,3'ü *“Pilin enerjisi 3'e ayrılacağı için lambaya gelende azalma olur.”*, *“Pilin enerjisi lambalara bölüneceği için lambaya daha az düşer.”*, *“Enerjiyi 3 lamba paylaşacağı için enerji 3'e bölünür. Lambaya az gelir.”*, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 42,9'u *“1 pilin enerjisi eşit olacak şekilde 3'üne verileceği için lambaya gelen enerji ilk durumdan az olur.”*, *“1 pilin enerjisi 3 lambaya ayrılacağı için lambalara daha az gelir.”* gerekçeleri ile lamba parlaklığının azalacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin pilin devreye sağladığı elektrik enerjisinin lambalar arasında paylaşılacağını, lamba sayısı artışı nedeni ile ilk duruma göre lamba başına düşen enerji değerinin azalacağını ve enerji dönüşümü bağlamında elektrik enerjisindeki azalma nedeni ile dönüştürülen ışık enerjisinde de azalma olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır.

Son testte deney grubunda 1 öğrenci *“Pil ışık enerjisini böleceği için”*, kontrol grubunda 3 öğrenci *“1 pil 3 lambaya ışık verdiği için”* gerekçeleri ile lambaların pilin ışık enerjisini paylaşması sonucunda lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencilerin pili devrenin ışık kaynağı olarak gördükleri ve pilin ışık enerjisinin 3 lamba arasında paylaşılması sonucunda lambanın parlaklığının azalacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin düşüncelerinin aksine pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve pilin elektrik enerjisi lambalar arasında paylaşılır. Bu paylaşım sonucunda lamba başına düşen enerji değerinde ilk duruma göre azalma olacağı için lamba parlaklığı azalır. Bu öğrencilerde *“Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli”* kavram yanlışlığının olduğu anlaşılmıştır.

Ön teste deney ve kontrol gruplarından 1'er öğrenci *“1 pil 3 lambaya daha az ışık vereceği için”* gerekçesi ile pilin lambalara vereceği ışığın azalması sonucunda parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin pilin ışık kaynağı olduğunu, pilin

lambalara ışık vereceğini ve lamba sayısı arttıkça pilin vereceği ışığın lambalar arasında paylaşılması sonucunda pilin lamba başına vereceği ışıkta azalma olacağını düşündükleri saptanmıştır. Saptanan bu yanılığın temeli öğrencilerin pili devrenin ışık kaynağı olarak görmelerine dayanmaktadır.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci “*Pil az enerji üreteceği için*” ve kontrol grubundaki 4 öğrenci “*3 lambaya birden enerji gönderdiği için pilin enerjisi azalacağı için*” gerekçeleri ile pilin enerjisinin azalması nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve öğrencilerin düşüncelerinin aksine pilin enerjisi sabittir. Bu enerji devredeki lamba sayısına bağlı olarak değişiklik göstermez. Öğrenci devreye eklenen lambanın pilin enerjisini azaltacağını düşünmektedir. Devreye eklenen lamba pilin enerjisine ortak olurken pil sayısı sabit olduğu sürece pilin enerji değerinde herhangi bir değişim olmaz. Kavram yanılığı öğrencilerin devreye eklenen lambanın pilin enerjisini kullanarak azaltacağını düşünmesinden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerde saptanan yanılığı “Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu kavram yanılığı deney grubunda öğretim sonunda giderilmiş, kontrol grubunda ise 3 öğrencide yine görülmüştür.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci; son testte ise deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci “*1 pil 3 lambaya daha çok enerji harcayacağı için*”, “*Vereceği enerji fazla olacağı için*” gerekçeleri ile pilin harcayacağı enerjinin artması nedeni ile parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler lamba sayısı arttıkça bu lambaları yakmak için pilin daha fazla enerji harcayacağını düşünmektedir. Oysaki sayısı sabit olduğu sürece pilin elektrik enerjisi sabittir. Öğrenciler pili devrede yer alan lamba sayısına göre ürettiği enerji değeri artan bir kaynak olarak algılamaktadır. Öğrenciler lamba sayısı artınca pilin tüm lambaları yakabilmesi için daha fazla enerji harcaması gerektiğini; ancak devrede 1 pil olduğu ve pil daha fazla enerji harcayamayacağı için parlaklığın azalacağını düşünmektedir. Bu kavram yanılığı deney grubunda öğretim sonunda azalırken kontrol grubunda 3 öğrencide yine görülmüştür.

Son testte deney grubunda 2 öğrenci “*Pil sayısı artmayıp enerji olmadığı için*”, “*1 pil olduğu için*” ve kontrol grubunda 2 öğrenci “*Pil sayısı aynı olduğu için*”, “*1 pil olduğu için*” gerekçeleri ile pil sayısı sabit olduğu için parlaklığın

azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler gerekçelerinde pil sayısı aynı olup artmadığı için devreye sağlanan enerji değerinde değişiklik olmaması nedeni ile lamba parlaklığının azalacağını ifade etmişlerdir. Buradan öğrencilerin lamba parlaklığında değişikliğe neden olabilecek etken olarak sadece pil sayısında değişiklik olup olmadığı üzerinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Bu durum beraberinde öğrencilerin lamba sayısının parlaklık üzerindeki etkisini dikkate almadıklarını ortaya koymaktadır. Öğrencilerde saptanan kavram yanılması “Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci “3 lamba 1 pil olduğu için”, “Pil sayısı lambadan az olduğu için”, kontrol grubunda 1 öğrenci “Enerji kaynağı az, lamba sayısı fazla olduğu için”; son testte deney grubunda 2 öğrenci “Pil sayısı az olup lamba sayısı fazla olduğu için” ve kontrol grubunda 2 öğrenci “Lamba sayısı pil sayısından fazla olduğu için” lamba sayıları pilden fazla olduğu için parlaklığın azalacağını ifade etmiştir. Öğrenciler iki devre arasında lamba ve pil sayılarını dikkate alarak karşılaştırma yapacakları yerde her devreyi kendi içinde değerlendirerek lamba ve pil sayıları arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Bu ilişki bağlamında öğrencilerin lamba sayısının pil sayısından fazla olduğu durumda pilin lambaların yanması için gereken enerjiyi sağlayamayacağını ve bunun sonucunda da lamba parlaklığının azalacağını düşündükleri anlaşılmıştır.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 32,7’si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 34,7’si; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 14,3’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 16,3’ü 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 lamba eklendiğinde lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde son testte deney grubunda 1 öğrenci “3 ışık birden yanarsa daha fazla ışık vereceği için pil çabuk biter.” gerekçesi ile pilin kısa süreli kullanımı nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci pilin kısa süreli kullanımında lambanın o kısa zaman diliminde pilin tüm enerjisini alarak daha parlak yanacağına inanmaktadır. Öğrenci 3 lambanın pilin enerjisini daha kısa sürede tüketeceğine ve

bu süre içinde pilin tüm enerjisinin lambaların daha parlak olmasını sağlayacağını düşünmektedir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*Pilin vereceği ışık artar.*” gerekçesi ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci pili devrenin ışık kaynağı olarak görmektedir. Lambanın yaydığı ışığı lambaya doğrudan pilin verdiğini düşünmektedir. Lamba sayısında yaşanan artışla pilin lambalara daha fazla ışık vereceğini ifade eden öğrencide “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” kavram yanılığı söz konusudur.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “*Pil yerinde, altta ve yerine uyum sağladığı için*” gerekçesi ile pil doğru yerleştirildiği için parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrenci devre elemanının devredeki yerinin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşünerek pilin yeri doğru olduğu için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencinin zihninde lambanın üstte, pilin altta olduğu sabit bir devre modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencide saptanan yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Etki: Devre Elemanının Yeri Modeli” olarak adlandırılmıştır. Alanyazında da lamba ve pilin yerlerinin parlaklık üzerinde etkili olduğuna yönelik “DeneySEL Kural Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılığı mevcuttur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 20,4’ü, kontrol grubundaki öğrencilerin % 28,5’i “*Lamba sayısı arttığı için*” gerekçesi ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Ön testte saptanan kavram yanılığı öğretim sonunda azalma ile birlikte deney grubunda (% 10,2) “*Pil sayısı sabit olup lamba sayısı arttığı için*” ve kontrol grubunda (% 8,2) “*Lamba sayısı arttığı için*” gerekçeleri ile yine görülmüştür. Öğrencilerin lamba sayısının artışı ile parlaklığın artacağına dair düşünceleri çok sayıda lambanın bir ortamı daha fazla aydınlatacağını düşüncelerinden kaynaklanmaktadır. Araştırma kapsamında “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılığında öğrenciler devredeki tüm lambaları tek bir lamba gibi algılamakta ve tek lambanın yaydığı ışığın lamba sayısına bağlı artış göstereceğini düşünmektedir. Öğrenciler lamba sayısı arttığında toplam aydınlanma bağlamında ışığın artacağına inanmaktadır.

Lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 6,1'i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 12,2; son testte ise kontrol grubundaki öğrencilerin % 4,1'i 2 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 lamba daha eklendiğinde lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci "*Pil sayısı değişmediği için*", kontrol grubunda 3 öğrenci "*Pil sayısı sabit olduğu için*"; son testte kontrol grubunda 1 öğrenci "*Pil sayısı sabit olduğu için*" gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Buradan öğrencilerin lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmayacağını, lamba parlaklığının pil sayısına bağlı değişiklik göstereceğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Soruda verilen devrelerde de pil sayısında herhangi bir değişiklik olmadığı için öğrenciler lamba parlaklığında değişiklik olmayacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin lamba parlaklığını etkileyen tek faktör olarak enerji değişimini kabul ettikleri ve enerji paylaşımının parlaklık üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını düşündükleri anlaşılmıştır. Araştırma kapsamında saptanan yanılığın "*Lamba Parlaklığı Üzerindeki Tek Etki: Pil Sayısı Modeli*" olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci ise "*Pil hepsine enerji vererek çabuk biteceği için*" gerekçesi ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ancak pilin kullanım süresinin kısalmayacağını ifade etmiştir. Öğrenci 3 lambanın pili kısa sürede bitireceğini düşünmektedir. Soruda verilen devrede lamba sayısında gerçekleşen artışla pilin elektrik enerjisi lambalar arasında paylaşılacağı için lamba başına düşen enerji değerinin azalması sonucunda parlaklık azalır. Ancak öğrenci lamba sayısındaki artışın pilden daha çok enerji alınmasına, pilin daha çabuk bitmesine neden olacağına ve lamba parlaklığında herhangi bir değişim olmayacağına inanmaktadır.

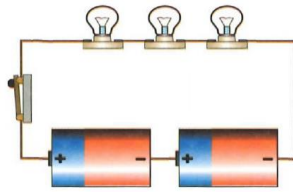
Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci "*1 lamba daha eklenmiş aynı enerjiyle aynı şekilde yanacağı için*" gerekçesi ile lamba sayısı arttığı için parlaklığın değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenci sadece pil sayısındaki değişikliklerde lamba parlaklığının değişeceğini düşünmektedir. Bu nedenle de pil sayısı sabit olduğu için lamba sayısındaki değişikliğin parlaklığı etkilemeyeceğine inanmaktadır. Bu yanılığın öğrencinin lamba parlaklığını etkileyen tek etken olarak elektrik enerjisi nedeni ile pil sayısındaki değişimi kabul ederken lambalar arasında gerçekleşecek elektrik enerjisi paylaşımına dikkat etmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



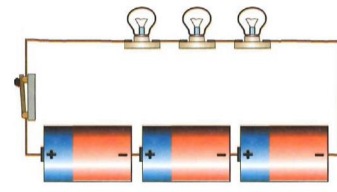
Ayrıca öğrenci pilin enerjisinin tamamının lambalar arasında herhangi bir paylaşım olmadan devrede yer alan her lambaya aynı değerde verileceğini kabul etmektedir. Bu kabul devreye lamba eklense bile pilin enerjisinin tamamı eklenen lambaya da verileceği için parlaklıkta değişim olmayacağına yönelik bir kavram yanılığının neden olmaktadır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci ise “İkisinde de aynı lamba olduğu için aynı enerjiyi alır” gerekçesi ile lambaların özdeş olduğunu belirterek parlaklığın değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu gerekçe öğrencinin lamba sayısındaki değişimi göz ardı ederek lambaların aynı olup olmama durumu üzerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Öğrencinin özdeş lambalardan lamba sayısı değişse de her zaman aynı miktarda enerji geçeceğini düşündüğü anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencinin pilin enerjisinin devrede yer alan lamba sayısı kadar bölüneceğini ve bu enerjinin özdeş lambalar arasında eşit bir şekilde paylaşılacağını bilmediğini ortaya koymaktadır.

Soru 12



1.devre



2.devre

Soru 12-A: Ela yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse lambaların parlaklıklarında nasıl bir değişiklik olur?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Tablo 3.7.3: Öğrencilerin Lamba Parlaklığında Gerçekleşecek Değişime İlişkin Gerekçeli Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

		Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST					
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
			f	%	f	%	f	%	f	%		
Artar*	Pil	Sayısının artması	TA	31	63,3	24	49,0	33	67,3	31	63,3	
		Vereceği ışık değeri	Artması	KY	1	2,0	-	-	-	-	1	2,0
			Yeterli olması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
			Eşit olması	KY	-	-	3	6,1	-	-	1	2,0
		Kutupların doğru yerleşmesi	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-	
		Sayısının yeterli olması	KY	-	-	-	-	-	-	1	2,0	
		Pil ve lamba sayıları	Fazla	KY	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
			Eşit	KY	2	4,1	2	4,1	1	2,0	2	4,1
		Gerekçe yok	A	2	4,1	4	8,2	4	8,2	3	6,1	
		<b>Toplam</b>			<b>39</b>	<b>79,6</b>	<b>34</b>	<b>69,4</b>	<b>38</b>	<b>77,6</b>	<b>39</b>	<b>79,6</b>
Azalır	Pil yetersiz olması	Gerekçe yok	A	1	2,0	2	4,1	4	8,2	4	8,2	
		<b>Toplam</b>		<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	
Değişmez	Lamba sayılarının eşit olması	Pil ve lamba sayılarının eşit olması	KY	-	-	2	4,1	-	-	-	-	
		Gerekçe yok	A	1	2,0	1	2,0	-	-	1	2,0	
		<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	
Işık verme süresinde artış	Gerekçe yok		A	-	-	-	-	-	-	1	2,0	
		<b>Boş</b>	A	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>10</b>	<b>20,4</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>		

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanlışlığı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanlışlığıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 79,6'sı, kontrol grubundaki öğrencilerin % 69,4'ü; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 77,6'sı, kontrol grubundaki öğrencilerin % 79,6'sı 2 pil ve 3 lambadan oluşan devreye 1 pil eklendiğinde lamba parlaklığının artacağını doğru olarak ifade etmiştir.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Lamba parlaklığının artacağını ifade eden öğrencilerin gerekçeleri incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 63,3'ü "Pil sayısı arttığı için elektrik enerjisi artar.", "Elektrik enerjisi arttığı için", "Lambalara daha fazla

*elektrik enerjisi verildiği için*”, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 49,0’u *“Pilin vereceği elektrik enerjisi arttığı için”*, *“3 pil daha fazla elektrik enerjisi vereceği için”* gerekçeleri ile pil sayısının artması sonucunda elektrik enerjisinin artması nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 67,3’ü *“Pil sayısı arttığı için, elektrik enerjisi arttığı için”*, *“Enerji kaynağı arttığı için, elektrik enerjisi fazla olacağı için”*, *“Elektrik enerjisi fazla olacağı için”*, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 63,3’ü *“Pil sayısı, elektrik enerjisi arttığı için”*, *“Lambalara daha çok elektrik enerjisi gideceği için”* gerekçeleri ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin pil sayısındaki artışın lamba parlaklığı üzerindeki etkisinin elektrik enerjisindeki artışla bağlantılı olduğunu ve elektrik enerjisindeki artış sonucunda lamba parlaklığının artacağını düşündükleri saptanmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci *“Çok pil çok ışık vereceği için”*, son testte ise kontrol grubundaki 1 öğrenci *“3 pil 3 lambaya daha çok ışık vereceği için”* gerekçeleri ile pilin vereceği ışığın artacağını düşünerek lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencinin pil sayısındaki artışın pilin lambalara vereceği ışıkta artışa neden olacağını düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrenci ifade ettiği gerekçe ile pili devrenin elektrik enerjisi kaynağı olarak değil ışık kaynağı olarak gördüğünü, pilin lambalara ışık verdiğini ve pil sayısındaki artışla pilin lambalara vereceği ışıkta artma olacağını düşündüğünü ortaya koymuştur. Öğrencide *“Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli”* kavram yanılığısı saptanmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci *“Pil hepsine yetecek kadar ışık vereceği için”* gerekçesi ile pilin vereceği ışık yeterli olacağı için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Kontrol grubunda ön testte 3 öğrenci, son testte 1 öğrenci *“3 pil 3 lambaya eşit ışık vereceği için”* gerekçesi ile pilin vereceği ışığın eşit olması nedeni ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Gerekçeler farklı olsa da öğrencilerin pili ışık kaynağı olarak gördükleri, lambanın yaydığı ışığın pil tarafından doğrudan ışık olarak lambaya gönderildiğini düşündükleri anlaşılmıştır. Öğrencilerde *“Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli”* kavram yanılığısının olduğu saptanmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci *“Kutuplar birbirine uyumlu yerleştirildiği için”* gerekçesi ile pilin kutupları doğru yerleştirildiği için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencinin pilin zıt kutuplarının yan yana gelme

durumuna dikkat etmesi bakımından önemlidir. Ancak pil kutuplarının bağlanma şekli lambanın yanması için temel koşulken lamba parlaklığı üzerinde arttırıcı ya da azaltıcı yönde herhangi bir etkisi yoktur. Bu öğrenci kutupların yanlış bağlandığı durum için de parlaklıkta azalma olacağını düşünüyor olabilir.

Son testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*2 pil 3 lambaya yetmeyeceği için*” gerekçesi ile 1 pil daha eklendiğinde pil sayısının yeterli olacağını ve bunun sonucunda lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencide lamba parlaklığının artması için pil sayısının lamba sayısı ile eşit olması gerektiğine yönelik bir düşünce söz konusudur. Örneğin; lamba sayısının 3, pil sayısının 1 olduğu bir devreye 1 pil eklediğimiz zaman pil sayısındaki artış nedeni ile lamba parlaklığı ilk duruma göre artar. Öğrencinin ifade ettiği gerekçenin aksine iki devrede de pil sayısı lamba sayısından azdır; ancak pil eklendiği için parlaklık artacaktır. Verilen elektrik devrelerinde lamba ya da pil sayılarındaki değişimin parlaklık üzerindeki etkilerini incelerken sayılardaki değişim üzerinde yoğunlaşarak parlaklık hakkında yorum yapılması gerekirken öğrenci her devreyi kendi içinde bağımsız olarak düşünerek pil sayısı ile lamba sayısı eşitlendiğinde parlaklık artacağına ilişkin her zaman geçerli olmayacak bir cevap vermiştir. Alanyazında ifade edilen pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lambanın ışık vereceğine yönelik yanılığa ek olarak araştırmada lamba ve pil sayısının eşit olduğu durumda lambanın parlak yanacağına ilişkin kavram yanılığı saptanmıştır. Saptanan yanılığı “Parlaklık Üzerindeki Etki: Lamba ve Pil Sayısının Eşitliği Modeli” olarak adlandırılmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pil ve lamba sayısı çok olduğu için*” ve kontrol grubunda 1 öğrenci “*Piller ve lambalar çok olduğu için*” gerekçeleri ile pil ve lamba sayılarının fazla olması nedeni ile lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Ön testte deney grubunda 2 öğrenci “*Lamba sayısı ile pil sayısı eşit olduğu için*” ve kontrol grubunda 2 öğrenci “*Lamba sayısı ve pil sayısı eşit olduğu için*”; son testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pil sayısı=lamba sayısı olduğu için*”, kontrol grubunda 2 öğrenci “*3 lamba 3 pil olduğu için*”, “*Her pile 1 lamba geldiği için*” gerekçeleri ile pil ve lamba sayıları eşit olduğu için lamba parlaklığının artacağını ifade etmiştir. Öğrencilerin ifade ettiği gerekçelerin aksine devrelerdeki lambaların parlaklıkları karşılaştırılırken pil ve lamba sayılarının birbirine eşit, birbirinden fazla ya da az olmasına değil devrelerdeki pil ve lamba sayılarındaki değişime dikkat

edilmektedir. Örneğin; 1 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 pil ilave ettiğimizde yeni devremizde 1 lamba ve 2 pil olur. Lamba sayısı sabit iken pil sayısını arttırdığımız için de lambanın parlaklığı ilk duruma göre artar. Bu devrelerdeki lamba ve pil sayıları soruda verilen devredeki lamba ve pil sayılarından az olmasına karşın lamba parlaklığında artış olmaktadır. Pil ve lamba sayıları fazla iken parlaklığında fazla olacağına dair kavram yanılığı öğrencilerin devreler arasında parlaklık açısından nasıl bir karşılaştırma yapılması gerektiği ile ilgili yanılığa sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Lamba parlaklığının azalacağını ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci; son testte deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci 2 pil ve 3 lambadan oluşan devreye 1 pil eklendiğinde lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Son testte deney grubundaki 1 öğrenci “*1 pilin enerjisi 1 lambaya yetmeyeceği için*” gerekçesi ile pil sayısı yetersiz olduğu için lamba parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Öğrenci 3 lambanın daha parlak yanması için devrede lamba sayısından daha fazla pil olması gerektiğini belirtmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçenin aksine devrelerdeki lambaların parlaklıkları karşılaştırılırken pil sayısının lamba sayısından fazla olup olmadığına değil devrelerdeki pil ve lamba sayılarındaki değişime dikkat edilmelidir. Örneğin; 3 lamba ve 1 pilden oluşan devreye 1 pil ilave ettiğimizde yeni devremizde 3 lamba ve 2 pil olur. Devredeki lamba sayısı pil sayısından fazla olmasına karşın lamba sayısı sabit iken pil sayısını arttırdığımız için lambanın parlaklığı ilk duruma göre artar. Pil sayısının lamba sayısından fazla olduğu durumda parlaklığın fazla olacağına dair düşünce öğrencinin devreler arasında parlaklık açısından nasıl bir karşılaştırma yapılması gerektiği ile ilgili yanılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun pil sayısının lamba sayısından fazla olduğu devrede lamba başına birden fazla pil düşeceği için parlaklığın artacağı şeklinde yanılığın bir düşünceden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney ve kontrol grubunda 3'er öğrenci; son testte ise her iki grupta da 1'er öğrenci 3 lamba ve 2 pilden oluşan devreye 1 pil eklendiğinde lamba

parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Ön testte kontrol grubunda 2 öğrenci “*Lamba sayıları iki devrede de aynı olduğu için*” gerekçesi ile lamba sayılarının eşit olması nedeni ile lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin lamba parlaklığı üzerinde sadece lamba sayısının etkili olduğunu pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığını etkilemeyeceğini düşündüklerini ortaya koyması bakımından önemlidir. Öğrenciler pil sayısındaki değişime dikkat etmeyerek lamba sayılarının aynı ya da farklı olma durumuna bakarak parlaklık hakkında yorum yapmışlardır. Bu yorumda lamba sayılarında değişiklik olmadığı için parlaklığın değişmeyeceği şeklinde önemli bir kavram yanılması olduğu saptanmıştır. Öğrencilerde devrenin ışık kaynağı olan lamba sayısında değişiklik olmadığı müddetçe parlaklığın değişmeyeceğine ilişkin kavram yanılması içeren bir düşünce hakimdir. Bu kavram yanılığının lambanın devrenin ışık kaynağı olarak görülmesinden ve pilin devreye sağladığı elektrik enerjisinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştürüldüğünün bilinmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

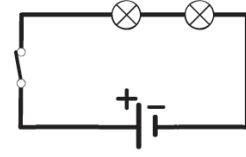
Deney grubunda ön testte 2, son testte ise 1 öğrenci “*Pil ve lamba sayısı aynı olduğu için 1 lambaya 1 pil olur.*” gerekçesi ile pil ve lamba sayıları eşit olduğu için lamba parlaklığının değişmeyeceğini ifade etmiştir. Öğrenciler lamba parlaklığının değişmesi için pil sayısının lamba sayısından az ya da çok olması gerektiğini düşünmektedir. Pil sayısının lamba sayısına eşit olduğu durumda lamba başına 1 pil düşeceği için parlaklığın değişmeyeceğini ifade eden öğrencinin soruda verilen iki devre arasında bir karşılaştırma yapmadığı, direk ikinci devre üzerinde yoğunlaşarak ikinci devredeki pil ve lamba sayıları arasında bir karşılaştırma yaptığı anlaşılmıştır.

Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci “*Uzun süreli yanar.*” gerekçesi ile ışık verme süresinde artış olacağını ifade etmiştir. Devreye eklenen pilin lambanın ışık verme süresini arttıracaklarını ifade eden öğrenci pil sayısındaki artışın parlaklık üzerindeki etkisini göz ardı etmiştir. Öğrencinin “*Devrede yer alan piller sırayla çalışarak biter. Birinci pil bitince ikinci pil, ikinci pil bittiğinde de üçüncü pil çalışmaya başlar.*” gerekçesinden 2 pil olan devredeki lambaların 2 dakika, 3 pil olan lambaların ise 3 dakika ışık vereceğine yönelik kavram yanılığlı bir düşünceye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

### 3.8.Lamba Parlaklığını Azaltmak için Yapılması Gerekenler

Soru 9: Yanda verilen devrede yer alan lambaların parlaklığını azaltmak için Mehmet ne yapmalıdır?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.



Tablo 3.8.1: Öğrencilerin Devredeki Lambaların Parlaklığını Azaltmaya İlişkin Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

		Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST			
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
			f	%	f	%	f	%	f	%
Lamba eklemeli*	Elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerlerde azalma*	TA	5	10,2	5	10,2	23	46,9	8	16,3
	Pil Elektrik enerjisinin yetersiz kalması	KY	5	10,2	-	-	4	8,2	3	6,1
	Elektrik enerjisinin azalması	KY	-	-	4	8,2	-	-	5	10,2
	Vereceği ışığın yetersiz kalması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Parlaklığın azalması	A	3	6,1	5	10,2	13	26,5	12	24,5
	Enerjinin artması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Gereğe yok	A	2	4,1	-	-	1	2,0	2	4,1
	<b>Toplam</b>		<b>17</b>	<b>34,7</b>	<b>14</b>	<b>28,6</b>	<b>41</b>	<b>83,7</b>	<b>30</b>	<b>61,2</b>
Lamba çıkarmalı	Parlaklığın azalması	KY	19	38,8	14	28,6	3	6,1	11	22,4
	Gereğe yok	A	1	2,0	12	24,5	1	2,0	5	10,2
	<b>Toplam</b>		<b>20</b>	<b>40,8</b>	<b>26</b>	<b>53,1</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>16</b>	<b>32,7</b>
Pil eklemeli	Parlaklığın azalması	KY	-	-	3	6,1	1	2,0	-	-
	Gereğe yok	A	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Pil çıkarmalı	Parlaklığın azalması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Lambanın gücünün azalması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	Pilin yayacağı ışığın azalması	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>		<b>3</b>	<b>6,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Boş		A	9	18,4	5	10,2	3	6,1	3	6,1
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde öğrencilerin 2 lamba ve 1 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığının azaltılması için lamba eklemeli, lamba çıkarmalı, pil eklemeli ve pil çıkarmalı olmak üzere 4 farklı kategoride gerekçeli cevaplar verdikleri görülmektedir.

Lamba parlaklığını azaltmak için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 34,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 28,6'sı; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 83,7'si, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 61,2'si soruda verilen basit elektrik devresinde lamba parlaklığının azalması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade ederek doğru cevap vermiştir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 10,2'si "*Pilin enerjisi bölünüp her birine az enerji düşeceği için*", "*Pilin enerjisi o lambaya da enerji gidecek ve pilin enerjisini paylaşacakları için lamba başına düşen enerji azalacak*", "*Enerji kaynağından 3 lambaya enerji gideceği için pilin enerjisi bölünecek*" ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 10,2'si "*Enerjiyi aralarında paylaşacakları için lamba başına düşen enerji azalacağı için*", "*Pil paylaşılacağı için lamba artarsa her lambaya daha az enerji geleceği için*" gerekçeleri ile lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 46,9'u "*Pilin enerjisi lambalara bölündüğü için her lambaya az enerji düşer*", "*Enerji bölünüp her lambaya düşen azalacağı için*", "*Pil enerjisini 3 lambaya paylaşacağı için lambalara az enerji düşer*"; kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 16,3'ü "*Pilin enerjisi bölüneceği için her lambaya daha az enerji gider*", "*1 pil 3 lambaya eşit miktarda enerji vereceği için her bir lambaya az enerji düşer*" gerekçeleri ile "Elektrik enerjisi paylaşımı ve lamba başına düşen değerinde azalma" kategorisinde doğru cevap vermiştir.

Parlaklığın azalması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden bazı öğrenciler lamba sayısındaki artışın pil üzerinde oluşturacağı etki üzerinde yoğunlaşmıştır. Ön testte deney grubunda 5 öğrenci "*Pilin enerjisi yetmediği için*", "*Pilin enerjisi hepsine yetmeyeceği için*", "*Pil yeterli elektriği veremeyeceği için*"; son testte ise deney grubunda 4 öğrenci "*Pil 3 lambayı taşıyamayacağı için*", "*Pil yetersiz kalacağı için*", "*Pilin enerjisi yetmeyeceği için*", "*1 pilin enerjisi 1 lambaya yeteceği için*"; kontrol grubunda 3 öğrenci "*Pilin enerjisi 3 lambaya yetmeyeceği için*", "*1 pilin enerjisi diğer lambalara yetmeyeceği için*", "*Pilin enerjisi yetmeyeceği için*" gerekçeleri ile devreye eklenecek lambanın pilin enerjisinin yetersiz kalmasına neden olacağını ve bunun sonucunda lambaların hiç yanmayacağını ifade etmiştir. Öğrenciler devrede lamba sayısı arttıkça pilin elektrik enerjisinin lambaları yakmak için yetersiz kalacağını, elektrik enerjisinin yeterli olmadığı bir devrede de



lambaların yanmayacağını düşünmektedir. Görüşmelerde bazı öğrenciler basit elektrik devresinde “Lamba ve pil sayıları eşit olmalı”, “Bir pile bir lamba, iki pile iki lamba olmalı” gerekçelerini ifade etmiştir. Araştırmada saptanan yanılığın “Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu kavram yanılığının deney grubunda ön testte 5 öğrenci, son testte ise gerçekleşen azalma ile 4 öğrencide görülmüştür. Ön testte kontrol grubunda görülmeyen yanılığın öğretim sonunda 3 öğrencide saptanmıştır.

Kontrol grubunda ön testte 4 öğrenci “Pil zayıflayacağı için”, “Pilin enerjisi azalacağı için”; son testte ise 5 öğrenci “Pilin enerjisi azalacağı için”, “Pilin enerjisini azaltmak için” gerekçeleri ile devreye eklenecek lambanın pilin elektrik enerjisinin azalmasına neden olacağını ve bunun sonucunda lambanın parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin pilin enerjisinin lamba sayısına bağlı değişiklik göstereceğini düşündüklerini ortaya koymaktadır. Lamba sayısından bağımsız olarak pil sayısı sabit ise pilin enerjisinde değişim olmaz. Öğrencilerin devreye eklenen her lambanın pilden daha fazla enerji almak isteyeceği, bunun sonucunda pilin enerjisinin azalacağı ve enerji azaldığında da parlaklığın azalacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Araştırmada saptanan yanılığın “Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu yanılığın deney grubunda ön ve son testte görülmezken kontrol grubunda ön testte 4 olan öğrenci sayısı öğretim sonunda 5’ e çıkmıştır.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci “1 pil 1’den fazla lambaya ışık veremeyeceği için, 1 pil 3 lambaya az ışık vereceği için” gerekçesi ile devreye lamba eklendiğinde pilin lambalara vereceği ışığın yetersiz kalacağını ve bu durumun lambanın parlaklığında azalmaya neden olacağını ifade etmiştir. Buradan öğrencinin pili devrenin elektrik enerjisi kaynağı olarak değil de ışık kaynağı olarak gördüğünü anlaşılmaktadır. Bu durumun öğrencinin elektrik enerjisinin lambada ısı ve ışık enerjisine dönüştüğünü bilmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu bulgu öğrencinin devre elemanlarının görevini bilmediğini de ortaya koymaktadır. Öyleki, öğrenci lambanın yaydığı ışığı doğrudan pilin verdiğini ve lambanın da pilin verdiği ışığı yansıttığını düşünmektedir. Araştırmada saptanan yanılığın “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” olarak adlandırılmıştır. Ön testte deney grubunda 1 öğrencide görülen yanılığın öğretim sonunda ortadan kaldırılmıştır.

Ön testte deney (% 6,1) ve kontrol (% 10,2) gruplarındaki bazı öğrencilerin “Lamba parlaklığı lamba sayısına bağlı olduğundan lamba eklerse parlaklık azalacağı için”, “Parlaklığı azaltmak için” ifadeleri ile kendilerine yöneltilen soru cümlesini gerekçe olarak yazdıkları görülmüştür. Bu durumun son testte deney (% 26,5) ve kontrol (% 24,5) gruplarında artış göstermesi dikkat çekicidir. Devrede yer alan lambaların parlaklığını azaltmak için ne yapılması gerektiği sorulan öğrenciler lamba eklemek gerektiğini doğru olarak ifade ederken soru cümlesindeki parlaklığı azaltmak ifadesini gerekçe olarak sunmuşlardır. Öğrencilerin lamba sayısı arttığında lamba parlaklığının azalacağını bilmelerine karşın gerekçesini bilmedikleri anlaşılmaktadır. Bu durumun gerek kitaplarda gerekse konunun anlatımında sıklıkla kullanılan parlaklığın azalması için lamba eklenmeli ifadesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci ise “Pil daha fazla enerji vereceği için” gerekçesi ile devreye eklenen lambanın enerjinin artmasına neden olacağını belirttiği saptanmıştır. Görüşmelerde öğrenci lamba sayısı arttığında lambaların toplu halde daha çok ışık vereceğini belirtmiştir. Lambanın verdiği ışığın doğrudan pil tarafından verildiğini düşünen öğrenci lambanın yaydığı ışık artıyorsa pilin enerjisi de artar şeklinde lamba sayısı, lambanın yayacağı ışık ve pil sayısı üçlüsü arasında doğru orantılı ve kavram yanılması içeren bir ilişki kurmuştur. Öğrencide saptanan kavram yanılması “Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Artan Pil Modeli” olarak adlandırılmıştır. Öğrencinin düşüncesinin aksine lamba sayısı artınca lambaların yayacağı ışık azalır, pilin enerjisi ise pil sayısı değişmediği için artma ya da azalma göstermez. Ön testte deney grubunda 1 öğrencide saptanan yanılğı öğretim sonunda giderilmiştir.

Lamba parlaklığını azaltmak için lamba çıkarılması gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Lambanın parlaklığının azalması için lamba çıkarılmalı cevabını veren öğrenci oranı ön testte deney grubu için % 40,8 iken kontrol grubu için % 53,1’dir. Son testte ise deney grubundaki oran % 8,2’ye, kontrol grubunda % 32,7’ye düşmüştür. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 38,8’i ön testte “2 lamba daha çok ışık vereceği için”, “2 lamba fazla ışık saçacağı için”; kontrol grubundaki öğrencilerin % 28,6’sı “2 lamba birleşince daha çok ışık yayacağı için”, “2 lamba

*fazla yanacağı için*”, “2 lamba çok ışık verdiği için” gerekçeleri ile lamba çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. Son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 6,1’i “2 lamba daha çok ışık vereceği için”, kontrol grubundaki öğrencilerin % 22,4’ü “1 lamba az, 2 lamba çok ışık vereceği için” gerekçeleri ile lambanın çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilerde devrede yer alan tüm lambaların ayrı ayrı yaydığı ışık tek bir ışık kaynağından yayılıyormuş şeklinde yanlış bir düşünce hâkimdir. Bu yanlışın lamba sayısına bağlı aydınlanmadan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öyle ki öğrenciler sınıftaki tüm lambaların birlikte bir lambadan daha çok ışık verdiği ifade etmektedir. 2 lambanın 1 lambadan daha fazla ışık verdiği düşünen öğrenciler pilin elektrik enerjisinin devrede yer alan lambalar arasında eşit bir şekilde paylaşılacağını ve ilk duruma göre azalan enerji değerleri ile lambanın parlaklığının azalacağını göz ardı etmektedir. Araştırmada saptanan kavram yanlışlığı “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılmıştır. Saptanan kavram yanlışlığı deney grubunda 19 öğrenciden 3 öğrenciye, kontrol grubunda ise 14 öğrenciden 11 öğrenciye düşmüştür.

Lamba parlaklığını azaltmak için pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte kontrol grubundaki öğrencilerin % 8,2’si “Sayısı çoğaldı mı yetmeyeceği için”, “1 pilin enerjisi 1 lambaya yeteceği için”; son testte deney grubundaki 1 öğrenci de “Pil eklerse parlaklık azalacağı için” gerekçeleri ile parlaklığın azalması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencinin pil sayısındaki artışın lamba parlaklığının azalmasına neden olacak bir değişim olduğunu düşündüğünü göstermektedir. Ön testte kontrol grubunda 3 öğrencide görülen yanlış öğretim sonunda sadece deney grubunda 1 öğrencide saptanmıştır.

Lamba parlaklığını azaltmak için pil çıkarılması gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki 3 öğrenci parlaklığın azalması için pil çıkarılması gerektiğini ifade etmiştir. 1 öğrencinin “Pil azalırsa lambanın parlaklığı azalacağı için” ifadesini kullanarak soru cümlesini cevap olarak yazdığı, 1 öğrencinin “Pil çıkarıldığında lambanın gücünün azalacağını” ifade ettiği, 1 öğrencinin ise “1 pil az ışık verip 2 pil çok ışık yayacağı için” ifadesi ile pilin yayacağı ışığın azalacağını

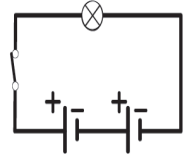
belirttiği saptanmıştır. Devredeki pil sayısı ile lamba parlaklığı arasında doğru orantılı bir ilişki söz konusu olması nedeni ile öğrencinin de ifade ettiği gibi pil sayısı azalrsa lamba parlaklığı azalır. Ancak söz konusu devrede zaten bir tane pil olduğu için pil sayısının azaltılması mümkün değildir. Başka bir öğrencinin ifadesindeki pil sayısına bağlı pilin yayacağı ışığın artacağı düşüncesi ciddi bir kavram yanılması içermektedir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır. Pilin devreye sağladığı elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüşür ve devrede ışık yayan eleman lambadır. Bu öğrencide ayrıca “Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli” yanılması vardır. Bu kavram yanılığının temelinde “*Pil sayısı azaldıkça pilin lambalara vereceği ışık azalır.*” düşüncesi yer almaktadır. Pilin elektrik enerjisi kaynağı olmasından ziyade lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak görülmesinin basit elektrik devresinde gerçekleşen enerji dönüşümünün bilinmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğretimden önce sadece deney grubunda saptanan bu yanılma öğretimin sonunda giderilmiştir.

Gerekçeli doğru cevap açısından deney grubundaki öğrencilerde doğru cevap oranı % 10,2’den % 46,9’a çıkarken kontrol grubunda doğru cevap oranı % 10,2’den % 16,3’e çıkmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilerden daha başarılı oldukları görülmüştür. Deney grubundaki öğrenciler araştırmada kullanılan analogik modelde hava pompasının çalıştırıldığı devir (pil sayısı) sabit olmak üzere balon sayısı (lamba sayısı) arttıkça balonun şişme büyüklüğünün (lamba parlaklığı) azalacağını deneysel temelli PSM üzerinde yaptıkları uygulamalarda görmüşlerdir. Öğrenciler hava pompasının sisteme sağlayacağı havanın balonlar arasında paylaşılacağını ve balon sayısı arttıkça balonlara daha az hava düşeceğini, bunun sonucunda da balonun şişme büyüklüğünün azalacağını model sayesinde daha kolay canlandırabilme imkânı bulmuştur. Analogik modelin öğrenci başarısı, mevcut kavram yanılığının giderilmesi ve yeni kavram yanılması oluşumunun önlenmesinde geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu görülmüştür.

### 3.9.Lamba Parlaklığını Arttırmak için Yapılması Gerekenler

Soru 13

Arda'nın kitap okumak için aldığı masa lambasının devresi yandaki şekilde verilmiştir. Arda masa lambasının parlaklığını arttırmak için ne yapmalıdır?



Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Tablo 3.9.1: Öğrencilerin Devredeki Lambanın Parlaklığını Arttırmaya İlişkin Verdikleri Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

	Anlama Düzeyleri	ÖN TEST				SON TEST					
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Pil eklemeli*	Artış*	Elektrik enerjisi*	TA	12	24,5	9	18,4	20	40,8	12	24,5
		Parlaklık	A	5	10,2	5	10,2	19	38,8	13	26,5
		Pilin vereceği ışık	KY	2	4,1	3	6,1	1	2,0	5	10,2
	Pil yetersiz olduğu için	KY	1	2,0	-	-	-	-	-	-	-
	Devrenin çalışması için	KY	-	-	1	2,0	-	-	-	-	-
	Gerekçe yok	A	2	4,1	-	-	5	10,2	4	8,2	
	<b>Toplam</b>		<b>22</b>	<b>44,9</b>	<b>18</b>	<b>36,7</b>	<b>45</b>	<b>91,8</b>	<b>34</b>	<b>69,4</b>	
Lamba eklemeli	Enerji artışı	KY	-	-	1	2,0	-	-	1	2,0	
	Lamba Pil sayısı ile eşit olması	KY	-	-	1	2,0	-	-	2	4,1	
	Patlamaması	KY	-	-	-	-	1	2,0	-	-	
	Parlaklığın artması	KY	16	32,7	9	18,4	1	2,0	5	10,2	
	Gerekçe yok	A	2	4,1	5	10,2	-	-	-	-	
<b>Toplam</b>		<b>18</b>	<b>36,7</b>	<b>16</b>	<b>32,7</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>		
Lamba ve pil eklemeli	Işık ve enerji artışı	KY	3	6,1	9	18,4	2	4,1	5	10,2	
	Gerekçe yok	A	1	2,0	-	-	-	-	-	-	
	<b>Toplam</b>		<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	
Boş	A	5	10,2	6	12,2	-	-	2	4,1		
<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>		

\*: Doğru cevap

TA: Tam anlama, KY: Kavram yanılgısı, A: Anlamama

Kısmi anlama (KA) ile kavram yanılgısıyla kısmi anlama (KYKA) düzeyinde değerlendirilebilecek cevap olmadığı için tabloda üç anlama düzeyi yer almaktadır.

Tablo incelendiğinde öğrencilerin 1 lamba ve 2 pilden oluşan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını arttırmak için pil eklemeli, lamba eklemeli, lamba ve pil eklemeli olmak üzere 3 farklı kategoride gerekçeli cevaplar verdikleri görülmektedir.

Lamba parlaklığını arttırmak için pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 44,9'u, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 36,7'si; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 91,8'i, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 69,4'ü soruda verilen basit elektrik devresinde lamba parlaklığının artması için pil eklenmesi gerektiğini ifade ederek doğru cevap vermiştir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 24,5'i "*Enerji çoğalacağı için*", "*Enerji artacağı için*", "*Lambaya daha çok enerji vereceği için*", "*Lambaya daha çok elektrik vereceği için*", "*Yayılan ışık enerjiye bağlı olduğu için*"; kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 18,4'ü "*Lambalara giden enerjiyi arttırmak için*", "*Enerjiyi arttırmak için*", "*Lambaya gelen enerji artacağı için*"; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 40,8'i "*Enerji artar. Lambaya daha fazla enerji gideceği için*", "*Enerji artacağı için*", "*Piller tüm enerjisini 1 lambaya vereceği için*", kontrol grubundaki öğrencilerin % 24,5'i "*Enerji artacağı için*" gerekçeleri ile "Elektrik Enerjisi Artışı" kategorisinde doğru cevap vermiştir. Buradan öğrencilerin pilin devrenin elektrik enerjisi kaynağı olduğunu ve pil sayısı artışına bağlı olarak elektrik enerjisi artacağı için lamba parlaklığında ilk duruma göre artış olacağını ifade ettikleri anlaşılmaktadır.

Ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci "*Pilin vereceği ışık artacağı için*"; son testte ise deney grubunda 1 öğrenci "*3 pil 1 lambaya daha fazla ışık vereceği için*", kontrol grubunda 5 öğrenci "*Pil daha çok ışık vereceği için*" gerekçeleri ile pilin vereceği ışığın artması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu bulgu öğrencilerin pilin devredeki görevi ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Öğrenciler devrenin elektrik enerjisi kaynağı olan pili lambalara ışık veren bir kaynak olarak kabul etmekle birlikte lambada elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümünü göz ardı ederek lambanın yaydığı ışığın kaynağının doğrudan pil olduğunu ifade etmişlerdir. "Işık Kaynağı Olarak Pil Modeli" olarak adlandırılan kavram yanlışlığı öğretim sonunda deney grubunda azalırken kontrol grubunda artmıştır. Ön testte 2 öğrencide saptanan yanlış öğretim sonunda 1 öğrencide görülmüştür. Kontrol grubunda ise öğretim öncesinde 3 öğrencide görülen kavram yanlışlığı öğretim sonunda artışla birlikte 5 öğrencide saptanmıştır.

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pilin yeterli olması için*” gerekçesi ile pilin yetersiz olduğunu ifade ederek pil eklenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durum öğrencinin devredeki pil sayısının lambanın yanmasını sağlayacak değerde olması gerektiğini düşündüğünü ortaya koymaktadır.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*Devreyi pil çalıştırdığı için*” gerekçesi ile devrenin çalışması için pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçenin sorunun amacına uygun olmadığı görülmektedir. Öğrenci lambanın parlaklığının artması için ne yapılması gerektiğinden ziyade lambanın yanması için ne yapılmalıdır sorusuna cevap olabilecek bir gerekçe ifade etmiştir. Bu gerekçe soruda verilen devrede devre elemanları ve aralarındaki bağlantı tam olup anahtar kapalı olduğu için lambanın yanacağı düşüncesine dayanmaktadır.

Parlaklığın artması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 36,7’si, kontrol grubundaki öğrencilerin % 32,7’si; son testte deney grubundaki öğrencilerin % 4,1’i, kontrol grubundaki öğrencilerin % 16,3’ü parlaklığın artması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Ön ve son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci “*Enerjinin çoğalması için*” gerekçesi ile lamba eklenen devrede enerji artışı nedeni ile parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçeden ışık kaynağı olan lambayı elektrik enerjisi kaynağı olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Bu durumun öğrencinin devrede gerçekleşen enerji dönüşümünü ve birbirine dönüşen enerji türlerini bilmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencide lamba sayısı artışı ile enerji, lamba sayısından kaynaklanan enerji artışı ile parlaklık artışı olacağına yönelik kavram yanlışlığı söz konusudur. Öğretim öncesinde kontrol grubunda saptanan yanlışlığı öğretim sonunda giderilememiştir.

Ön testte kontrol grubunda 1 öğrenci “*2 pil 2 lamba sayılarının eşit olması için*”, son testte ise 2 öğrenci “*Lamba ve pil sayısının eşit olması için*” gerekçeleri ile lamba eklenen devrede lamba sayısı ile pil sayısı eşit olacağı için parlaklığın artacağını ifade etmiştir. Görüşmelerde öğrencilerde “*1 pil sadece 1 lambayı yakabilir.*” yanlışlığının mevcut olduğu saptanmıştır. Bu düşünce öğrenciyi pil sayısı ile lamba sayısı arasındaki eşitliği hem lambanın yanmasını hem de parlak olmasını

sağlayıcı bir etken olarak görmesine neden olmaktadır. Buradan öğrencilerde ne kadar pil varsa o kadar da lamba olması gerekir, her pil sahip olduğu enerjiyi eşleştirdiği lambaya gönderir düşüncesinin hâkim olduğu anlaşılmaktadır. Saptanan kavram yanılması “Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli” olarak adlandırılmıştır. Sadece kontrol grubunda görülen kavram yanılması ile ilişkili olarak ön testte 1 olan öğrenci sayısı son testte 2 olmuştur. Alanyazına ek olarak araştırmada pil ve lamba sayısının eşit olduğu durumlarda lamba parlaklığının artacağına yönelik kavram yanılması saptanmıştır.

Son testte deney grubunda 1 öğrenci “*Pil sayısı artınca parlaklık artıp lambanın patlamaması için*” gerekçesi ile devredeki lambanın patlamaması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencinin ifade ettiği gerekçeden 2 pilin lambayı patlatacağına inandığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrenci 2 pilin olduğu devreye 1 lamba daha ilave ederek pillerin enerjisinin 2 lambaya dağılmasını sağlayıp lambanın patlamasını önleyebileceğini düşünmektedir. Öğrencinin 2 pil 1 lambayı patlatır gerekçesi ile 2 pil 2 lamba eşitliğini savunduğu düşünülmektedir.

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 32,7’si “*Lambanın parlaklığı artacağı için*”, “*Parlaklığın çoğalması için*”, kontrol grubundaki öğrencilerin % 18,4’ü “*Daha parlak olması için*”; son testte deney grubunda 1 öğrenci “*Parlaklık artacağı için*”, kontrol grubunda ise 5 öğrenci “*Parlaklığı arttırmak için*” gerekçeleri ile parlaklığın artması için lamba eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Öğrenciler kendilerine yöneltilen soruda geçen parlaklığın artması ifadesini gerekçe olarak yazmıştır. Bununla birlikte öğrencilerde her lambanın bağımsız olarak yaydığı ışığı tek bir ışık kaynağından yayılıyormuş gibi görmelerine neden olan “Devredeki Lambaların Yaydığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan yanılmanın mevcut olduğu anlaşılmıştır. Öğretim sonunda her iki grupta da kavram yanılması saptanan öğrenci sayısında azalma olmuştur. Deney grubundaki azalma oranının (% 30,7) kontrol grubundaki azalma oranına (% 8,2) nazaran daha fazla olduğu görülmüştür.

Parlaklığın artması için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade eden öğrencilerin cevapları aşağıda sunulmuştur.

Ön testte deney grubunda 4 öğrenci, kontrol grubunda 9 öğrenci; son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci parlaklığın artması için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir.

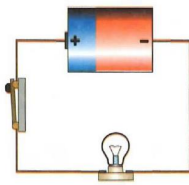


Ön testte deney grubunda 3 öğrenci “Enerji ve lamba sayısı artınca lamba parlaklığı artacağı için”, kontrol grubunda 9 öğrenci “Pil enerji, lamba aydınlık vereceği için”; son testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci “Pil ile enerji, lamba ile ışık artacağı için” gerekçeleri ile ışık ve enerji artışı için lamba ve pil eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Gerekçelerden öğrencilerin devrenin elektrik enerjisi kaynağı olan pil ve ışık kaynağı olan lamba sayısında gerçekleşecek eş zamanlı artışın lamba parlaklığının artmasına neden olacağını düşündükleri anlaşılmaktadır. Değişkenleri belirleme ve kontrol etme olarak adlandırılan bilimsel süreç becerisi dikkate alındığında lamba parlaklığı üzerinde etkili olan lamba ve pil sayısı değişkenlerinden biri değiştirilirken diğerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Öğrencinin belirttiği gerekçe değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisine uygun değildir. Bununla birlikte devrede pil sayısı artışına bağlı parlaklık artarken öğrencinin ifade ettiği gerekçenin aksine lamba sayısındaki artış parlaklığın azalmasına neden olur. Lamba sayısındaki artışın parlaklığı arttıracaklarını düşünen öğrencilerde “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” yanılgısı olduğu saptanmıştır. Bu yanılgıya sahip öğrenci devrede yer alan lambaların yaydığı ışığı toplam ışık olarak kabul ederek parlaklık hakkında yorum yapmaktadır.

### 3.10.Devre Şeması Çizimi

Ünite kapsamında yer alan Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları konusunda “Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. Devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemi belirtilir.” ve “Bir elektrik devresi şeması çizer.” kazanımlarına yönelik 5. sınıf öğrencilerinin devre şeması çizebilme durumlarını saptamak amacı ile 3 soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan 2’sinde basit elektrik devresinin resmi verilirken (soru 3-6) 1 soruda devre elemanlarının sadece sayısı verilerek (soru 10) öğrencilerden devre şemalarını çizmeleri istenmiştir.

Soru 3



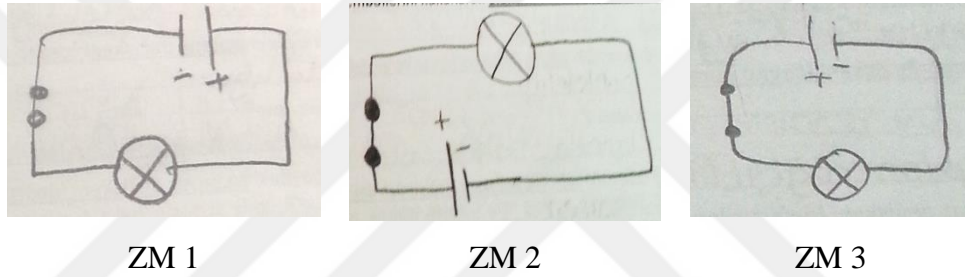
Yandaki basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sembollerini kullanarak elektrik devresinin şemasını çiziniz.

Tablo 3.10.1: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresine İlişkin Şema Çizimlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

	Örnek Şekil ve Zihinsel Model (ZM)	ÖN TEST				SON TEST					
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Devre şeması çizimi*	Devre elemanlarının sembol gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizim*	Şekil 3.10.1.1 (ZM 1-2-3)	18	36,7	22	44,9	48	98,0	41	83,7	
	Devre elemanının sayısı hatalı	Pil	Şekil 3.10.1.2 (ZM 5)	-	-	2	4,1	-	-	-	-
		Lamba	Şekil 3.10.1.2 (ZM 4-5)	-	-	3	6,1	-	-	-	-
		Lamba ve pil	Şekil 3.10.1.2 (ZM 5)	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Bağlantı kablosu	Devre elemanları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.1.3 (ZM 6)	-	-	1	2,0	-	-	-	-
		Pilin eksi kutbu ile lamba arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.1.4 (ZM 7)	-	-	-	-	-	-	1	2,0
		Pilin kutupları arasında boşluk çizilmemiş	Şekil 3.10.1.5 (ZM 8)	-	-	-	-	-	-	2	4,1
		Anahtar açık	Şekil 3.10.1.6 (ZM 9)	2	4,1	4	8,2	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>20</b>	<b>40,8</b>	<b>33</b>	<b>67,3</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	<b>44</b>	<b>89,8</b>
	Basit elektrik devresi çizimi	Devre elemanları arasında bağlantı tam	Şekil 3.10.1.7 (ZM 10)	3	6,1	5	10,2	-	-	-	-
Bağlantı kablosu		Devre elemanları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.1.8 (ZM 11-12)	6	12,2	1	2,0	-	-	-	
Kısa devre		Şekil 3.10.1.9 (ZM 13)	1	2,0	-	-	-	-	-	-	
<b>Toplam</b>			<b>10</b>	<b>10,2</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
Devre elemanlarının bazıları için resim bazıları için sembol çizimi	Devre elemanları arasında bağlantı tam	Şekil 3.10.1.10 (ZM 14)	5	10,2	3	6,1	1	2,1	5	10,2	
	Bağlantı kablosu	Devre elemanları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.1.11 (ZM 15)	-	-	1	2,0	-	-	-	
	Anahtar açık	Şekil 3.10.1.12 (ZM 16)	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-	
<b>Toplam</b>			<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>5</b>	<b>12,2</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	
<b>Boş</b>			<b>13</b>	<b>26,5</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	

\*: Doğru cevap

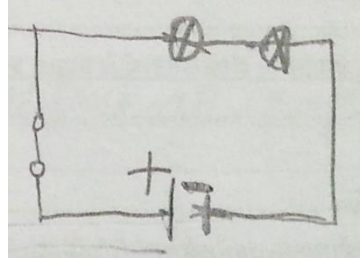
Tablo incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 36,7'sinin, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 44,9'unun, son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 98'inin, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 87,3'ünün soruda verilen basit elektrik devresine ait şemayı doğru çizdiği (ZM 1-2-3) görülmektedir. Bu bulgu basit elektrik devresinin şemasını çizme hususunda analogi kullanılarak ders işlenen deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretimle ders işlenen öğrencilere nazaran daha başarılı olduklarını ortaya koymasından önemlidir. Devre şeması basit elektrik devresinin sembolik bir gösterimidir. Benzer şekilde araştırmada kullanılan analogik model PSM'de basit elektrik devresinin analogik bir temsilidir. Bu analogik temsilin şema çiziminin öğretilmesinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur.



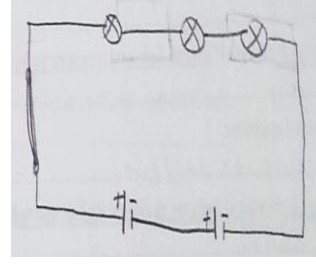
Şekil 3.10.1.1: Devre Şeması Modeli

Devre şeması için yapılan çizimlerden şema olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Ön testte kontrol grubundaki bazı öğrencilerin devre elemanlarının sembollerini kullanarak şema çizimlerine karşın pil (2 öğrenci), lamba (3 öğrenci) (ZM 4), lamba ve pil (1 öğrenci) (ZM 5) sayılarını hatalı çizdikleri görülmüştür. Öğrenciler soruda yer alan devredeki elemanların sayısına dikkat etmeksizin kendi belirledikleri sayısal değerlere göre elemanları çizmişlerdir. Saptanan zihinsel model “Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli” olarak adlandırılmıştır.



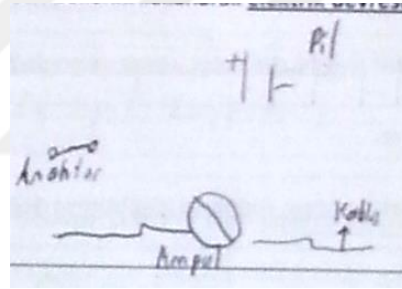
ZM 4



ZM 5

Şekil 3.10.1.2: Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 6). Bu durumda lambanın ışık vereceğini düşünen öğrencide saptanan zihinsel model “Bağımsız Elemanlar Modeli” olarak adlandırılmıştır. Bu durumun öğrencilerin görüşmelerde de ifade ettikleri üzere ev, okul gibi çeşitli yerlerde lamba ile anahtar arasında bağlantıyı sağlayan kabloların duvarların içinde olması nedeni ile görünür olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

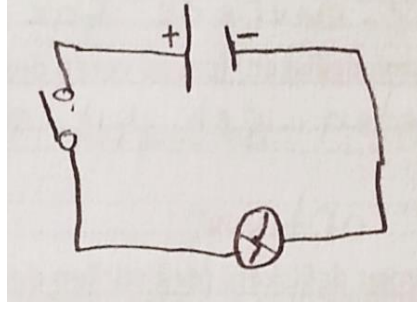


ZM 6

Şekil 3.10.1.3: Bağımsız Elemanlar Modeli

Kontrol grubundaki 1 öğrenci son testte pilin eksi kutbu ile lamba arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 7). Pilin pozitif kutbu ile lamba arasında tek yönlü bir bağlantı çizen ve bu durumda lambanın yanacağını düşünen öğrencinin günlük yaşamdaki pozitif ve negatif kavramlarını pile yanlış bir şekilde transfer ettiği düşünülmektedir. Öyle ki, öğrenci pozitif, artı kavramlarına ait zihnindeki olumlu kabul ile pilin enerji veren kutbunun pozitif kutup olduğuna inanmaktadır. Öğrencide saptanan zihinsel model “Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model” olarak adlandırılmıştır. Öğrencinin lambanın yanması için lamba ile güç kaynağının kutuplarından biri arasında tek bir bağlantı olması yeterlidir düşüncesi ile lamba ile pilin negatif kutbu arasında bağlantı kablosu çizmediği saptanmıştır. Öğrencinin



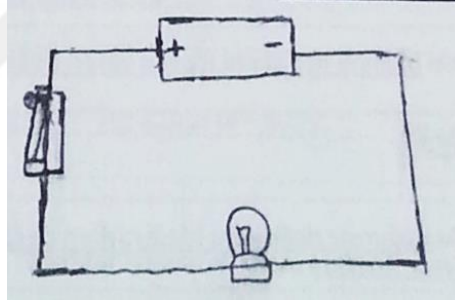


ZM 9

Şekil 3.10.1.6: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

Devre şeması için yapılan çizimlerden basit elektrik devresi modeli olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

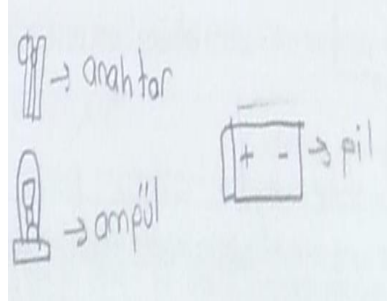
Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrencinin basit elektrik devresi çizdikleri ve çizimlerinde devre elemanları arasında yaptıkları bağlantıların tam olduğu (ZM 10) saptanmıştır.



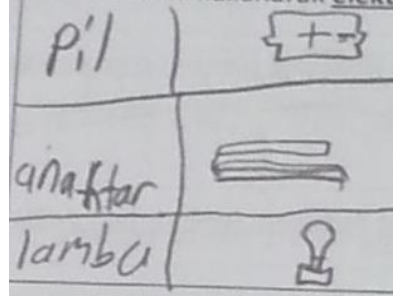
ZM 10

Şekil 3.10.1.7: Basit Elektrik Devresi Modeli

Ön testte deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrenci devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 11-12). Bu durumun öğrencilerin günlük yaşamlarında enerji kaynağı, lamba ve anahtar arasındaki kabloları duvarların içerisinde olmaları nedeni ile görmemelerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Saptanan zihinsel model “Bağımsız Elemanlar Modeli” olarak adlandırılmıştır.



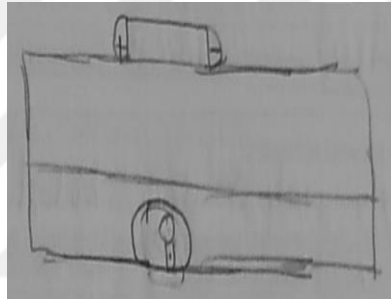
ZM 11



ZM 12

Şekil 3.10.1.8: Bağımsız Elemanlar Modeli

Deney grubundaki 1 öğrencinin ön testte “Bir elektrik devresine boş bir bağlantı kablosu eklendiğinde boş kablunun devre üzerinde herhangi bir etkisi olmaz.” düşüncesi ile “Kısa Devre Modelini” (ZM 13) temsilen çizim yaptığı saptanmıştır. Ön testte saptanan zihinsel model öğretim sonunda görülmemiştir.

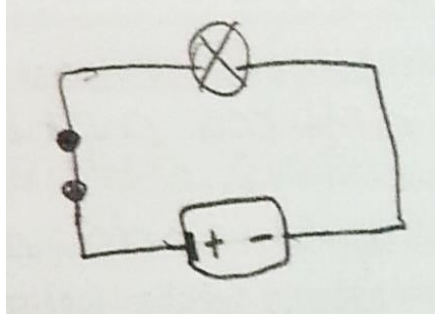


ZM 13

Şekil 3.10.1.9: Kısa Devre Modeli

Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 24,5’i, kontrol grubundaki öğrencilerin de % 12,2’si soruda verilen basit elektrik devresine karşılık devre şeması çizimleri gerekirken yine basit elektrik devresi çizmişlerdir. Bu durum öğrencilerin daha önceki eğitim kademelerinde programda yer almaması nedeni ile devre elemanlarının sembol gösterimlerini bilmediklerini ortaya koymaktadır. Bu çizimler sadece ön testte saptanmış olup öğretim sonunda her iki grubun da son testlerinde görülmemiştir.

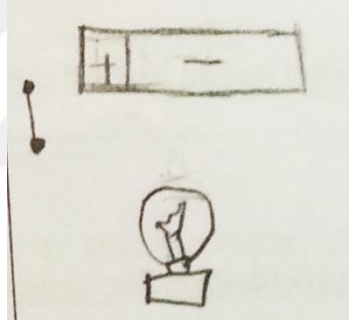
Devre elemanlarının bazıları için resim bazıları için sembol gösterimi yapan deney grubunda 5 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci ön testte; deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 5 öğrenci ise son testte devre elemanları arasında bağlantı tam olacak (ZM 14) şekilde çizim yapmıştır.



ZM 14

Şekil 3.10.1.10: Devre Elemanlarının Bazıları için Resim Bazıları İçin Sembol Gösterim Modeli

Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 15). Bu durumun öğrencinin günlük yaşamında elektrik enerjisi kaynağı, lamba ve anahtar arasındaki kabloların duvarların içerisinde gizli olması nedeni ile görünür olmamasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Saptanan zihinsel model “Bağımsız Elemanlar Modeli” olarak adlandırılmıştır.

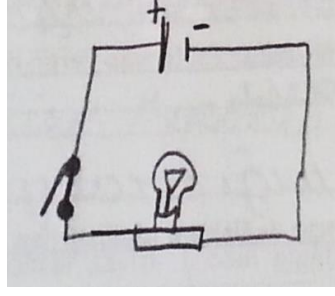


ZM 15

Şekil 3.10.1.11: Bağımsız Elemanlar Modeli

Ön testte deney ve kontrol gruplarında 1’er öğrenci anahtarı açık (ZM 16) çizmiştir. Öğrenciler yaptıkları çizimlerde lambanın ışık vereceğini düşündüklerini ortaya koymuştur.





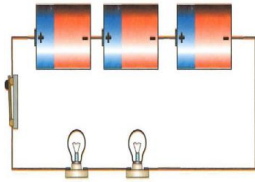
ZM 16

Şekil 3.10.1.12: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

Araştırmada ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 36,7'sinin, kontrol grubundaki öğrencilerin % 24,5'inin; son testte de deney grubundaki 1 öğrenci ile kontrol grubundaki 5 öğrencinin devre şeması ile ilgili yanlış çizimler yaptıkları saptanmıştır. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 22,4'ünün, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 10,2'sinin herhangi bir çizim yapmadıkları saptanmıştır.

Devre şeması ile ilgili olarak doğru çizim oranı deney grubunda % 36,7'den % 98'e, kontrol grubunda ise % 44,9'dan % 83,7'ye çıkmıştır.

Soru 6



Yandaki basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sembollerini kullanarak elektrik devresinin şemasını çiziniz.

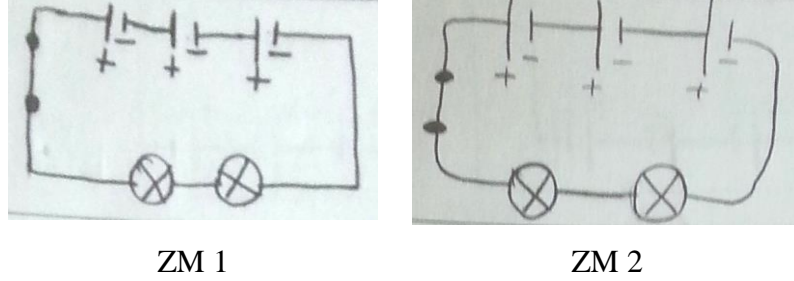
Tablo 3.10.2: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresine İlişkin Şema Çizimlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

		Örnek Şekil ve Zihinsel Model (ZM)	ÖN TEST				SON TEST				
			Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu		
			f	%	f	%	f	%	f	%	
Devre şeması çizimi*	Devre elemanlarının sembol gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizim*	Şekil 3.10.2.1 (ZM 1-2)	14	28,6	17	34,7	42	85,7	40	81,6	
	Devre elemanının sayısı hatalı	Pil	Şekil 3.10.2.2 (ZM 3)	2	4,1	1	2,0	3	6,1	-	-
		Lamba	Şekil 3.10.2.2 (ZM 4)	-	-	-	-	3	6,1	2	4,1
		Pil ve lamba	Şekil 3.10.2.2 (ZM 5)	-	-	5	10,2	-	-	-	-
	Bağlantı kablosu	Pil kutupları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.2.3 (ZM 6)	1	2,0	-	-	1	2,0	-	-
	Pil	Kutupları arasında boşluk yok	Şekil 3.10.2.4 (ZM 7)	-	-	-	-	-	-	2	4,1
		Sembolü hatalı	Şekil 3.10.2.4 (ZM 8)	1	2,0	3	6,1	-	-	2	4,1
	Anahtar açık		Şekil 3.10.2.5 (ZM 9)	3	6,1	6	12,2	-	-	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>21</b>	<b>42,9</b>	<b>32</b>	<b>65,3</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>46</b>	<b>93,9</b>
	Basit elektrik devresi çizimi	Devre elemanları arasında bağlantı tam	Şekil 3.10.2.6 (ZM 10)	3	6,1	5	10,2	-	-	-	-
Devre elemanının sayısı hatalı		Lamba	Şekil 3.10.2.7 (ZM 11)	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Pil ve lamba	Şekil 3.10.2.7 (ZM 12)	1	2,0	1	2,0	-	-	-	-
Bağlantı kablosu		2 lamba arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.2.8 (ZM 13)	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Devre elemanları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.2.9 (ZM 14)	6	12,2	2	4,1	-	-	-	-
<b>Toplam</b>			<b>12</b>	<b>24,5</b>	<b>8</b>	<b>16,3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
Devre elemanlarının bazılarının bazılarının için resim bazılarının için sembol çizimi	Devre elemanları arasında bağlantı tam	Şekil 3.10.2.10 (ZM 15)	3	6,1	4	8,2	-	-	2	4,1	
	Devre elemanının sayısı hatalı	Lamba	Şekil 3.10.2.11 (ZM 16)	-	-	1	2,0	-	-	-	-
	Bağlantı kablosu	Devre elemanları arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.2.12 (ZM 17)	-	-	-	-	-	-	1	2,0
	Anahtar açık		Şekil 3.10.2.13 (ZM 18)	1	2,0	-	-	-	-	-	-
<b>Toplam</b>			<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>6,1</b>	
Boş			<b>12</b>	<b>24,5</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	

\*: Doğru cevap

Tablo incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 28,6'sının, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 34,7'sinin, son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 85,7'sinin, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 81,6'sının soruda verilen basit elektrik devresine ait şemayı doğru çizdiği (ZM 1-2) görülmektedir. Bu bulgu basit elektrik devresinin şemasını çizebilmede analogi kullanılarak ders işlenen deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretimle ders işlenen öğrencilere nazaran

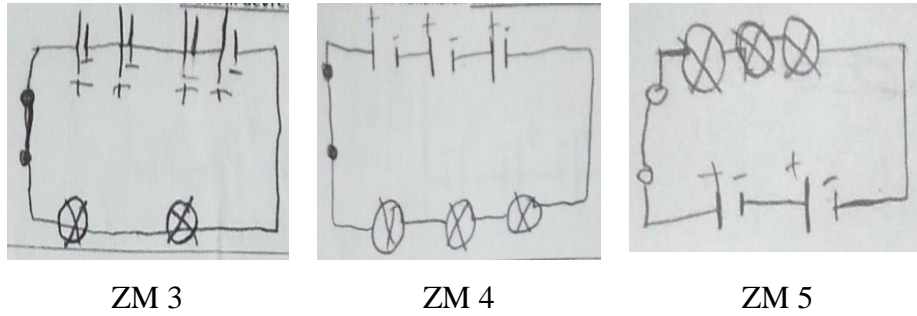
daha başarılı olduklarını ortaya koymasından önemlidir. Devre şeması basit elektrik devresinin sembolik bir gösterimidir. Benzer şekilde araştırmada kullanılan analogi olarak PSM’de basit elektrik devresinin analogik bir temsilidir. Bu analogik temsilin şema çiziminin öğretilmesinde etkili olduğu ortaya koyulmuştur.



Şekil 3.10.2.1: Devre Şeması Modeli

Devre şeması için yapılan çizimlerden şema olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

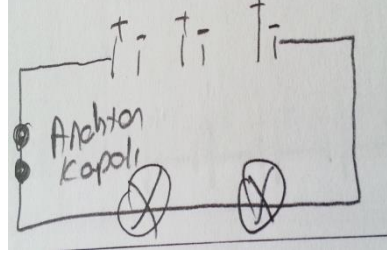
Devre şeması çizen öğrencilerden ön testte deney grubundaki 2 öğrenci, kontrol grubundaki 1 öğrenci, son testte deney grubundaki 3 öğrenci pil sayısını (ZM 3); son testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 2 öğrenci lamba sayısını (ZM 4); ön testte kontrol grubunda 5 öğrenci ise pil ve lamba sayısını (ZM 5) hatalı çizmiştir. Saptanan zihinsel model “Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli” olarak adlandırılmıştır.



Şekil 3.10.2.2: Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli

Ön ve son testte deney grubundaki 1 öğrenci pilin kutupları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 6). Öğrenciler pilleri devreye birer ucu boşta kalacak şekilde tek kutuplu olarak bağlamışlardır. Öğrencilerin yapmış olduğu çizim alanyazında da pek çok çalışmada ortaya konulmuş olan “Tek Kutuplu Modeli” yansıtmaktadır. Öğrencide “Tek Kutuplu Model” ve “Eksik Bağlantı-Açık Sistem

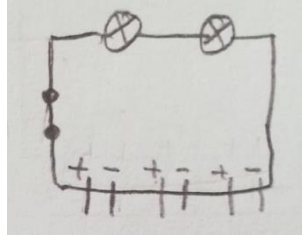
Modeli” olmak üzere iki farklı zihinsel model saptanmıştır. Ayrıca bu çizim öğrencilerin devre elemanlarının iki uçlu olduğunu ve tüm uçların bağlantıda yer alması gerektiğini göz önünde bulundurmadan çizim yaptığını ortaya koymaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli” olarak adlandırılmıştır.



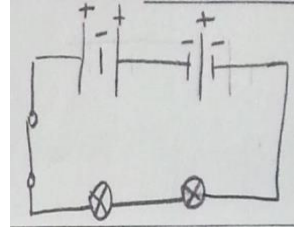
ZM 6

Şekil 3.10.2.3: Tek Kutuplu Model, Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli, Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli

Son testte kontrol grubundaki 2 öğrenci “Kutuplar arasında boşluk olursa elektrik geçmez.” gerekçesi ile pilin + ve – olmak üzere kutupları arasında boşluk çizmemiştir (ZM 7). Ön testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 3 öğrenci, son testte de kontrol grubunda 2 öğrenci pilin sembolünü hatalı (ZM 8) çizmiştir.



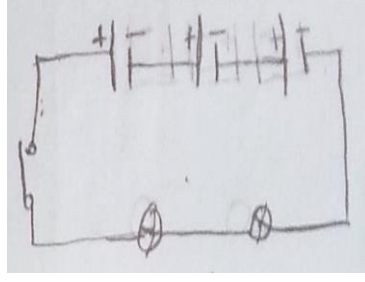
ZM 7



ZM 8

Şekil 3.10.2.4: Hatalı Sembol Gösterim Modeli

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 6 öğrenci anahtarı açık (ZM 9) çizmiştir. Araştırmada saptanan zihinsel model “Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır.

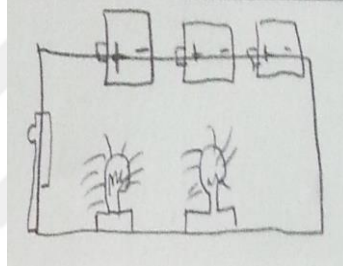


ZM 9

Şekil 3.10.2.5: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

Devre şeması için yapılan çizimlerden basit elektrik devresi modeli olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

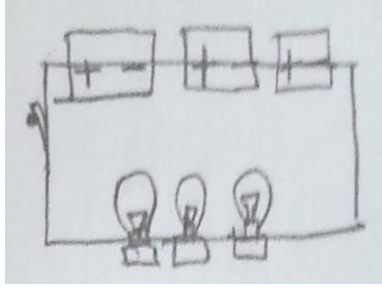
Ön testte deney (f:3) ve kontrol (f:5) gruplarındaki bazı öğrenciler basit elektrik devresi çizmiştir (ZM 10).



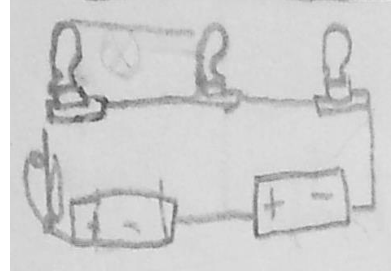
ZM 10

Şekil 3.10.2.6: Basit Elektrik Devresi Modeli

Ön testte deney grubundaki 1 öğrenci lamba (ZM 11); deney ve kontrol gruplarında 1'er öğrenci pil ve lamba sayılarını (ZM 12) hatalı çizmiştir. Öğrenciler soruda verilen devre elemanlarının sayısına dikkat etmeden kendi belirledikleri sayılara göre basit elektrik devresini çizmişlerdir. Araştırmada saptanan zihinsel model "Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli" olarak adlandırılmıştır.



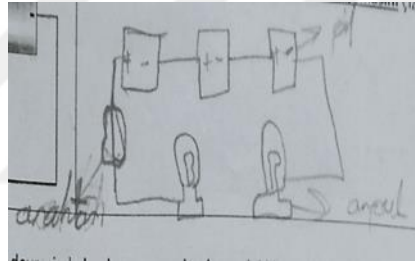
ZM 11



ZM 12

Şekil 3.10.2.7: Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli

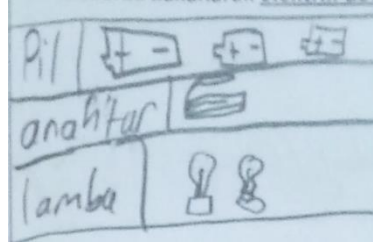
Ön testte deney grubunda 1 öğrenci 2 lamba arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 13). Bu durum öğrencinin devre elemanlarının iki uçlu olduğunu ve tüm uçların bağlantıda yer alması gerektiğini göz önünde bulundurmadan çizim yaptığını ortaya koymaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel modeller “Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli” ve “Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır.



ZM 13

Şekil 3.10.2.8: Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli, Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli

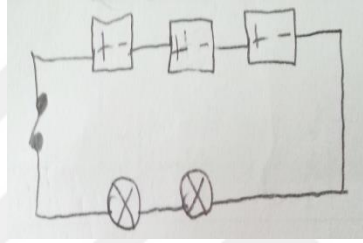
Ön testte deney grubunda 6 öğrenci, kontrol grubunda ise 2 öğrenci devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 14). Görüşmelerde öğrencilerin ifade ettikleri gerekçelerle de desteklenecek şekilde öğrencinin günlük yaşamda elektrik enerjisi kaynağı, lamba ve anahtar arasında bağlantıyı sağlayan kabloları doğrudan görememesi kabloların olmadığına yönelik bir algı oluşumuna neden olmaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Bağımsız Elemanlar Modeli” olarak adlandırılmıştır. Uygulama sonunda bu zihinsel model her iki grupta da görülmemiştir.



ZM 14

Şekil 3.10.2.9: Bağımsız Elemanlar Modeli

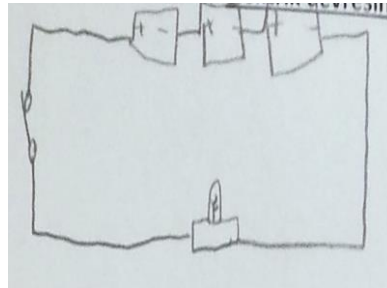
Deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrenci ön testte, kontrol grubundaki 2 öğrenci ise son testte yaptığı çizimde devre elemanlarının bazıları için sembol bazıları için ise resim kullanmıştır (ZM 15).



ZM 15

Şekil 3.10.2.10: Devre Elemanlarının Bazıları için Resim Bazıları için Sembol Gösterim Modeli

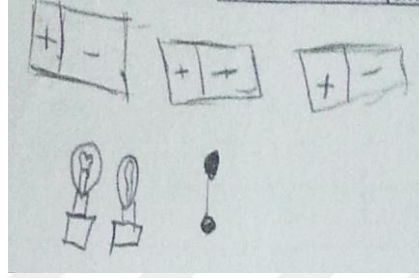
Ön testte kontrol grubundaki 1 öğrenci lamba sayısını hatalı (ZM 16) çizmiştir. Bu çizimden öğrencinin soruda verilen devre elemanlarının sayılarına dikkat etmeksizin kendi belirlediği sayılara göre devre şemasını çizdiği düşünülmektedir. Saptanan zihinsel model “Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli” olarak adlandırılmıştır.



ZM 16

Şekil 3.10.2.11: Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli

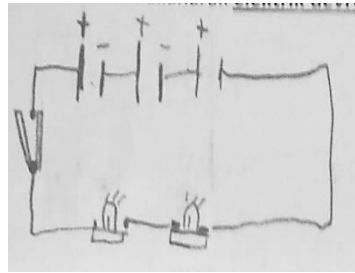
Son testte kontrol grubundaki 1 öğrenci devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 17). Görüşmelerde de ifade edildiği üzere öğrencinin günlük yaşamda elektrik enerjisi kaynağı, lamba ve anahtar arasında bağlantıyı sağlayan kabloları doğrudan görememesi devre elemanları arasında kabloların olmadığına yönelik bir algı oluşumuna neden olmaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Bağımsız Elemanlar Modeli” olarak adlandırılmıştır. Uygulama sonunda bu zihinsel model her iki grupta da görülmemiştir.



ZM 17

Şekil 3.10.2.12: Bağımsız Elemanlar Modeli

Ön testte deney grubunda 1 öğrenci anahtarı açık çizmiştir (ZM 18). Bu çizim öğrencinin anahtar açıkken lambanın yanacağını düşündüğünü ortaya koymaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır.



ZM 18

Şekil 3.10.2.13: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

Araştırmada ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 46,9'u ile kontrol grubundaki öğrencilerin % 57,1'inin; son testte de deney grubundaki öğrencilerin % 14,3'ü ile kontrol grubundaki öğrencilerin % 18,4'ünün devre şeması ile ilgili yanlış çizimler yaptıkları saptanmıştır. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 24,5'inin, kontrol grubundaki öğrencilerin de % 8,2'sinin herhangi bir çizim yapmadıkları görülmüştür.



Devre şeması ile ilgili olarak doğru çizim oranı deney grubunda % 28,6'dan % 85,7'ye, kontrol grubunda ise % 34,7'den % 81,6'ya çıkmıştır.

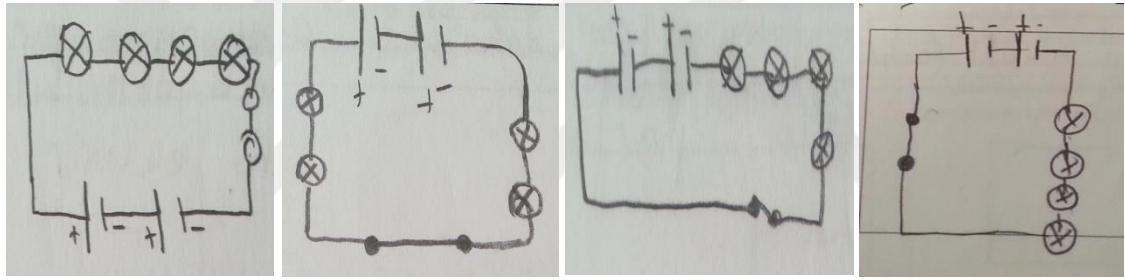
Soru 10: Pil sayısı: 2, lamba sayısı: 4, anahtar sayısı: 1 olan elektrik devresinin şemasını lamba ışık verecek şekilde çizelim.

Tablo 3.10.3: Öğrencilerin Basit Elektrik Devresine İlişkin Şema Çizimlerinin Frekans ve Yüzde Değerleri

	Örnek Şekil ve Zihinsel Model (ZM)	ÖN TEST				SON TEST					
		Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu			
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Devre şeması çizimi*	Devre elemanlarının sembol gösterimi, sayısı ve bağlantı açısından tamamen doğru çizim*	Şekil 3.10.3.1 (ZM 1-2-3-4)	19	38,8	17	34,7	42	85,7	39	79,6	
	Devre elemanının sayısı hatalı	Lamba	Şekil 3.10.3.2 (ZM 5)	1	2,0	-	-	-	-	-	-
		Lamba ve pil	Şekil 3.10.3.2 (ZM 6)	1	2,0	1	2,0	1	2,0	1	2,0
	Anahtar	Açık	Şekil 3.10.3.3 (ZM 7)	3	6,1	8	16,3	1	2,0	-	-
		Çizilmemiş	Şekil 3.10.3.4 (ZM 8)	-	-	2	4,1	-	-	-	-
	Bağlantı kablosu	İki pil arasında çizilmemiş	Şekil 3.10.3.5 (ZM 9)	-	-	-	-	1	2,0	-	-
		Birleştirilmemiş	Şekil 3.10.3.6 (ZM 10)	1	2,0	1	2,0	1	2,0	-	-
	Pil	Gösterimi hatalı	Şekil 3.10.3.7 (ZM11)	2	4,1	1	2,0	1	2,0	-	-
		Kutupları arasında boşluk çizilmemiş	Şekil 3.10.3.8 (ZM 12)	-	-	-	-	-	-	4	8,2
		Kutupları yanlış çizilmiş	Şekil 3.10.3.9 (ZM 13)	-	-	-	-	1	2,0	-	-
	<b>Toplam</b>			<b>27</b>	<b>55,1</b>	<b>30</b>	<b>61,2</b>	<b>48</b>	<b>98,0</b>	<b>44</b>	<b>89,8</b>
	Basit elektrik devresi çizimi	Devre elemanları arasında bağlantı tam	Şekil 3.10.3.10 (ZM 14)	6	12,2	3	6,1	-	-	-	-
		Anahtar açık	Şekil 3.10.3.11 (ZM 15)	-	-	3	6,1	-	-	-	-
<b>Toplam</b>			<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>6</b>	<b>12,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
Devre elemanlarının bazıları için resim bazıları için sembol çizimi	Devre elemanları arasındaki bağlantı tam	Şekil 3.10.3.12 (ZM 16-17-18)	11	22,4	9	18,4	1	2,0	4	8,2	
	Anahtar açık	Şekil 3.10.3.13 (ZM 19-20)	3	6,1	-	-	-	-	1	2,0	
<b>Toplam</b>			<b>14</b>	<b>28,6</b>	<b>9</b>	<b>18,4</b>	<b>1</b>	<b>2,0</b>	<b>5</b>	<b>10,2</b>	
Boş			<b>2</b>	<b>4,1</b>	<b>4</b>	<b>8,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>TOPLAM</b>			<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	

\*: Doğru cevap

Tablo incelendiğinde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 38,8'inin, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 34,7'sinin, son testte deney grubundaki öğrencilerin % 85,7'sinin, kontrol grubundaki öğrencilerin ise % 79,6'sının soruda verilen basit elektrik devresine ait şemayı doğru çizdiği (ZM 1-2-3-4) görülmektedir. Bu bulgu basit elektrik devresinin şemasını çizme hususunda analogi kullanılarak ders işlenen deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretimle ders işlenen öğrencilere nazaran daha başarılı olduklarını ortaya koymasından önemlidir. Devre şeması basit elektrik devresinin sembolik bir gösterimidir. Benzer şekilde araştırmada kullanılan PSM'de basit elektrik devresinin analogik bir temsilidir. Bu analogik temsilin şema çiziminin öğretilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Deney grubunda elde edilen başarılı sonuç analogik modelin basit elektrik devresinin ve beraberinde devre şemasının öğrencinin zihninde canlanmasını sağladığını ortaya koymaktadır.



ZM 1

ZM 2

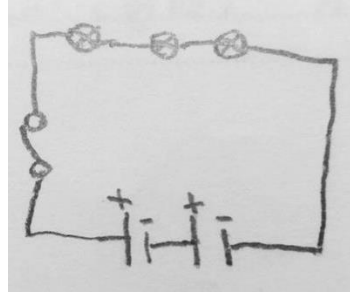
ZM 3

ZM 4

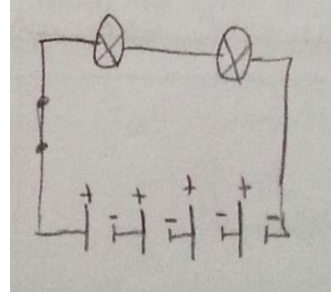
Şekil 3.10.3.1: Devre Şeması Modeli

Devre şeması için yapılan çizimlerden şema olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

Devre şeması çizen öğrencilerin çizimleri incelendiğinde ön testte deney grubunda 1 öğrencinin lamba (ZM 5), ön ve son testte deney ve kontrol gruplarında 1'er öğrencinin lamba ve pil (ZM 6) sayısını hatalı çizdikleri görülmüştür. Öğrencilerin yaptıkları çizimlerde pil ve lamba sayılarını soruda verilen değerlerden farklı çizdikleri görülmüştür. Saptanan zihinsel model "Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli" olarak adlandırılmıştır. Bu durumun öğrencilerin soruyu dikkatli bir şekilde okumamalarından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.



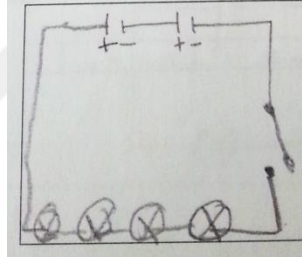
ZM 5



ZM 6

Şekil 3.10.3.2: Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli

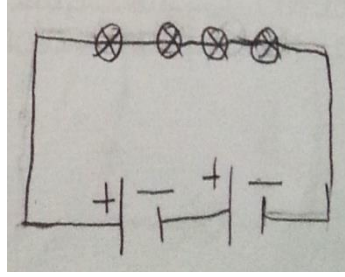
Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, kontrol grubunda 8 öğrenci anahtarı açık (ZM 7) çizerken bu hatalı çizim son testte sadece deney grubunda 1 öğrencide görülmüştür. Araştırmada saptanan zihinsel model “Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır. Devre şemasında anahtarı açık olarak çizen öğrenciler bu durumda basit elektrik devresinin elektrik enerjisi geçişine açık bir sistem haline geldiğini ve lambanın ışık vereceğini kabul etmektedir.



ZM 7

Şekil 3.10.3.3: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

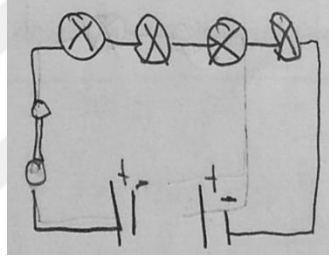
Ayrıca ön testte kontrol grubunda 2 öğrencinin de anahtar çizmediği (ZM 8) saptanmıştır. Anahtar olmayan bir devrede devre elemanları ve aralarındaki bağlantının tam olduğu durumlarda lamba yanar. Ancak öğrencilerin anahtar çizmelerinin gerek sembol gösterimini gerekse lambanın ışık vermesi için anahtarın açık mı, kapalı mı olması gerektiğini bilip bilmediklerini anlamak açısından önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir.



ZM 8

Şekil 3.10.3.4: Eksik Eleman Modeli

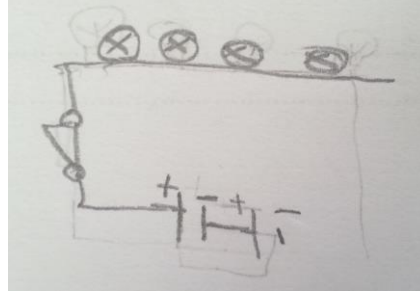
Deney grubundaki 1 öğrenci son testte 2 pil arasında bağlantı kablosu çizmemiştir (ZM 9). Öğrencinin devre elemanlarının iki uçlu olma özelliğini göz ardı ettiği ve lambanın ışık vermesi için pilin kutuplarından birinin bağlı olmasının yeterli olacağını düşündüğü anlaşılmaktadır. Öğrencinin zihinsel modeli “Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli”, “Tek Kutuplu Model” ve “Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli” olarak adlandırılmıştır.



ZM 9

Şekil 3.10.3.5: Tek Kutuplu Model, Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli, Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli

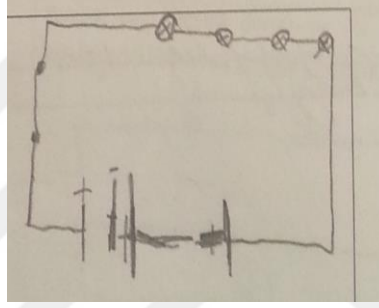
Ön testte deney ve kontrol grubunda 1’er öğrenci, son testte ise deney grubunda 1 öğrencinin bağlantı kablolarını birleştirmedikleri (ZM 10) görülmüştür. Saptanan zihinsel modeller “Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli” ve “Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli” olarak adlandırılmıştır. Ayrıca çizimde 4 lambanın pilin sadece pozitif kutbuna bağlanmış olması nedeni ile öğrencilerde belirlenen zihinsel model “Tek Kutuplu Model” olarak adlandırılmıştır.



ZM 10

Şekil 3.10.3.6: Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli, Tek Kutuplu Model, Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli

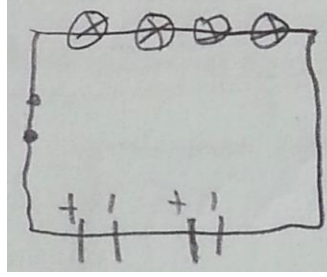
Ön testte deney grubunda 2 öğrenci, kontrol grubunda 1 öğrenci, son testte ise deney grubunda 1 öğrencinin pili hatalı (ZM 11) şekilde gösterdiği saptanmıştır.



ZM 11

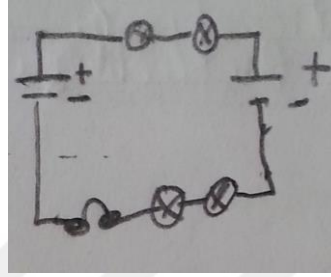
Şekil 3.10.3.7: Hatalı Sembol Gösterim Modeli

Son testte kontrol grubundaki 4 öğrencinin “*Kutuplar arasında boşluk olursa enerji geçemez*” gerekçesi ile pilin kutupları arasında boşluk çizmediği (ZM 12), deney grubundaki 1 öğrencinin ise pilin kutuplarını aynı kutuplar yan yana olacak şekilde yanlış çizdiği (ZM 13) görülmüştür. Pilin kutupları arasında boşluk çizmeyen öğrenci basit elektrik devresinin kapalı bir sistem olma durumunu zihninde pilin sembolik gösterimine uygun olmayacak şekilde modellemiştir.



ZM 12

Şekil 3.10.3.8: Hatalı Sembol Gösterim Modeli

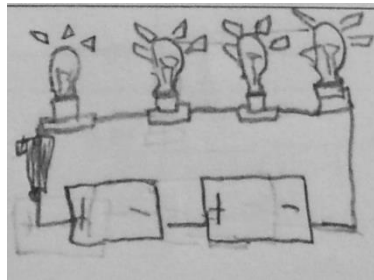


ZM 13

Şekil 3.10.3.9: Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model

Devre şeması için yapılan çizimlerden basit elektrik devresi modeli olarak nitelendirilebilecek çizimler öğrenci açıklamaları ile desteklenerek aşağıda sunulmuştur.

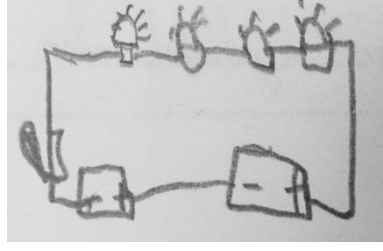
Basit elektrik devresi çizimi (ZM 14) deney (6 öğrenci) ve kontrol (3 öğrenci) gruplarında sadece ön testte görülmüştür.



ZM 14

Şekil 3.10.3.10: Basit Elektrik Devresi Modeli

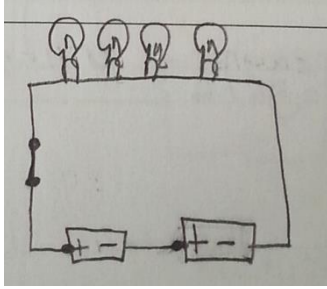
Ön testte kontrol grubunda 3 öğrencinin anahtarı açık çizdiği (ZM 15) saptanmıştır. Çizimden öğrencilerin elektrik enerjisi geçişinin anahtar açıkken mümkün olduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır.



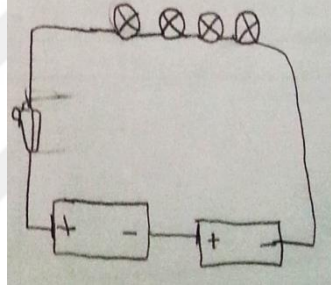
ZM 15

Şekil 3.10.3.11: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

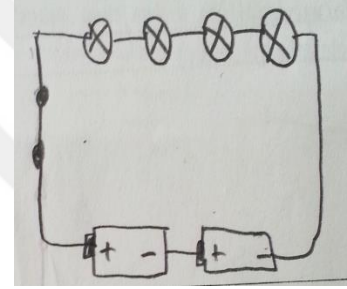
Devre elemanlarının bazıları için resim bazıları için sembol kullanılan devrelerde ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 22,4, kontrol grubundaki öğrencilerin % 18,4'ünün; son testte deney grubunda 1 öğrenci, kontrol grubunda 4 öğrencinin yaptıkları çizimlerin devre elemanları arasında yapılan bağlantı açısından tam olduğu (ZM 16-17-18) görülmüştür.



ZM 16



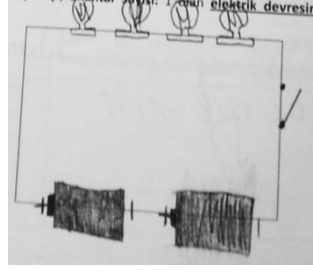
ZM 17



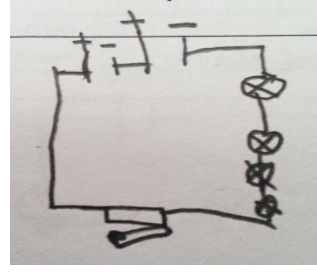
ZM 18

Şekil 3.10.3.12: Devre Elemanlarının Bazıları için Resim Bazıları için Sembol Gösterimi Modeli

Ön testte deney grubunda 3 öğrenci, son testte ise kontrol grubunda 1 öğrencinin anahtarı açık çizdiği (ZM 19-20) saptanmıştır. Çizimden öğrencilerin elektrik enerjisinin geçebilmesi için anahtarın açık olması gerektiğini düşündükleri anlaşılmaktadır. Araştırmada saptanan zihinsel model “Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli” olarak adlandırılmıştır.



ZM 19



ZM 20

Şekil 3.10.3.13: Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli

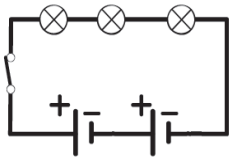
Araştırmada ön testte deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin % 57,1'inin; son testte ise deney grubundaki öğrencilerin % 12,2'si ile kontrol grubundaki öğrencilerin % 20,4'ünün devre şeması ile ilgili yanlış çizimler yaptıkları saptanmıştır. Ön testte deney grubundaki öğrencilerin % 4,1'inin, kontrol grubundaki öğrencilerin de % 8,2'sinin herhangi bir çizim yapmadıkları görülmüştür.

Devre şeması ile ilgili olarak doğru çizim oranı deney grubunda % 38,8'den % 85,7'ye, kontrol grubunda ise % 34,7'den % 79,6'ya çıkmıştır.

### 3.11.Devre Şemasında Yer Alan Eleman Sayısının Belirlenmesi

Ünite kapsamında yer alan Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları konusunda “*Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. Devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemi belirtilir.*” ve “*Bir elektrik devresi şeması çizer.*” kazanımlarına yönelik 5. sınıf öğrencilerinin devre şeması çizebilme durumlarına ön koşul teşkil edecek devre elemanlarının sayısını ifade edebilme düzeylerini saptamak amacı ile 2 soru yöneltilmiştir.

Soru 8



Yandaki şekilde verilen devre için devre elemanlarının sayısını yazalım.

Lamba : .....

Pil : .....

Anahtar: .....

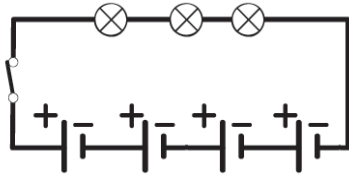


Tablo 3.11.1: Öğrencilerin Devre Şemasında Yer Alan Devre Elemanlarının Sayısına İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	ÖN TEST				SON TEST			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	f	%	f	%	f	%	f	%
3 lamba, 2 pil, 1 anahtar*	47	95,9	43	87,8	47	95,9	49	100,0
Boş	2	4,1	6	12,2	2	4,1	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

Soru 11



Yandaki şekilde verilen devre için devre elemanlarının sayısını yazalım.

Lamba : .....

Pil : .....

Anahtar: .....

Tablo 3.11.2: Öğrencilerin Devre Şemasında Yer Alan Devre Elemanlarının Sayısına İlişkin Cevaplarının Frekans ve Yüzde Değerleri

	ÖN TEST				SON TEST			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	f	%	f	%	f	%	f	%
3 lamba, 4 pil, 1 anahtar*	46	93,9	44	89,8	48	98,0	49	100,0
Boş	3	6,1	5	10,2	1	2,0	-	-
<b>TOPLAM</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>	<b>49</b>	<b>100,0</b>

\*: Doğru cevap

Tablo 3.11.1 ve tablo 3.11.2 incelendiğinde gerek ön gerekse son test sonuçlarında her iki grubunda başarılı olduğu saptanmıştır. İki soruda da son testte gruplar arasında çok büyük bir farklılık olmamakla birlikte kontrol grubunun deney grubundan daha başarılı olduğu görülmüştür.

Son test sonuçları incelendiğinde soru 8 ve 11’de şeması verilen devrelerdeki eleman sayılarını yazmada kontrol grubundaki öğrencilerin (soru 8-10: % 100,0) deney grubundaki öğrencilerden (soru 8: % 95,9 – soru 10: % 98,0) daha başarılı oldukları görülmüştür.

Şeması verilen devrede yer alan eleman sayılarını yazmada kontrol grubundaki öğrencilerin, sayısı verilen devre elemanlarının oluşturacağı devre şemasını çizmede ise deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı oldukları saptanmıştır. Bu bulgudan hareketle geleneksel öğretimin ezber, analogi kullanımının ise zihinde canlandırma üzerinde daha fazla etkili olduğu düşünülmektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ön ve son testte verdikleri doğru cevap ve doğru gerekçelere ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12: Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Sorulara Verdikleri Doğru Cevap ve Doğru Gerekçelerin Frekans ve Yüzde Değerleri

Sorular	ÖN TEST				SON TEST			
	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1-A (cevap+gerekçe)	13	26,5	12	24,5	37	75,5	25	51,0
1-B (cevap+gerekçe)	13	26,5	22	44,9	36	73,5	26	53,1
1-C (cevap+gerekçe)	9	18,4	12	24,5	35	71,4	24	49,0
2 (cevap)	17	34,7	13	26,5	35	71,4	21	42,9
(cevap+gerekçe)	6	12,2	2	4,1	23	46,9	12	24,5
3 (cevap)	18	36,7	22	44,9	48	98,0	41	83,7
4-A (cevap)	15	30,6	13	26,5	30	61,2	15	30,6
4-B (cevap+gerekçe)	13	26,5	17	34,7	41	83,7	31	63,3
4-C (cevap+gerekçe)	24	49,0	23	46,9	45	91,8	37	75,5
4-D (cevap+gerekçe)	22	44,9	27	55,1	44	89,8	31	63,3
5-A (cevap)	26	53,1	22	44,9	40	81,6	36	73,5
(cevap+gerekçe)	14	28,6	11	22,4	31	63,3	21	42,9
5-B (cevap+gerekçe)	14	28,6	10	20,4	40	81,6	29	59,2
5-C (cevap+gerekçe)	23	46,9	24	49,0	44	89,8	35	71,4
5-D (cevap+gerekçe)	19	38,8	17	34,7	44	89,8	35	71,4
6 (cevap)	14	28,6	17	34,7	42	85,7	40	81,6
7 (cevap)	7	14,3	12	24,5	30	61,2	19	38,8
(cevap+gerekçe)	5	10,2	4	8,2	27	55,1	10	20,4
8 (cevap)	47	95,9	43	87,8	47	95,9	49	100,0
9 (cevap)	17	34,7	14	28,6	41	83,7	30	61,2
(cevap+gerekçe)	5	10,2	5	10,2	23	46,9	8	16,3
10 (cevap)	19	38,8	17	34,7	42	85,7	39	79,6
11 (cevap)	46	93,9	44	89,8	48	98,0	49	100,0
12-A (cevap)	39	79,6	34	69,4	38	77,6	39	79,6
(cevap+gerekçe)	31	63,3	24	49,0	33	67,3	31	63,3
12-B (cevap+gerekçe)	8	16,3	10	20,4	38	77,6	27	55,1
12-C (cevap+gerekçe)	31	63,3	29	59,2	43	87,8	35	71,4
12-D (cevap+gerekçe)	21	42,9	16	32,7	43	87,8	30	61,2
13 (cevap)	22	44,9	18	36,7	45	91,8	34	69,4
(cevap+gerekçe)	12	24,5	9	18,4	20	40,8	12	24,5

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarı testinin ön ve son test olarak uygulanması neticesinde aldıkları puanlar Tablo 3.13’te verilmiştir.

Tablo 3.13: Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Başarı Testinden Aldıkları Puanlar

	<b>DG ÖT</b>	<b>DG ST</b>	<b>KG ÖT</b>	<b>KG ST</b>		<b>DG ÖT</b>	<b>DG ST</b>	<b>KG ÖT</b>	<b>KG ST</b>
<b>1</b>	43,8	62,5	22,9	79,2	<b>26</b>	58,3	75,0	68,8	91,7
<b>2</b>	41,7	37,5	25,0	29,2	<b>27</b>	20,8	95,8	45,8	91,7
<b>3</b>	45,8	68,8	10,4	85,4	<b>28</b>	43,8	79,2	35,4	50,0
<b>4</b>	41,7	45,8	47,9	77,1	<b>29</b>	50,0	70,8	89,6	77,1
<b>5</b>	66,7	41,7	39,6	16,7	<b>30</b>	27,1	22,9	39,6	83,3
<b>6</b>	54,2	54,2	41,7	81,3	<b>31</b>	27,1	87,5	35,4	72,9
<b>7</b>	70,8	85,4	43,8	89,6	<b>32</b>	25,0	72,9	64,6	72,9
<b>8</b>	29,2	97,9	50,0	37,5	<b>33</b>	20,8	62,5	39,6	35,4
<b>9</b>	20,8	37,5	39,6	39,6	<b>34</b>	25,0	75,0	56,3	20,8
<b>10</b>	54,2	87,5	31,3	97,9	<b>35</b>	37,5	81,3	54,2	87,5
<b>11</b>	29,2	85,4	41,7	29,2	<b>36</b>	66,7	87,5	79,2	33,3
<b>12</b>	37,5	72,9	37,5	81,3	<b>37</b>	2,1	85,4	58,3	16,7
<b>13</b>	12,5	85,4	47,9	95,8	<b>38</b>	39,6	97,9	77,1	93,8
<b>14</b>	12,5	83,3	14,6	97,9	<b>39</b>	64,6	91,7	43,8	77,1
<b>15</b>	29,2	97,9	29,2	45,8	<b>40</b>	37,5	91,7	25,0	33,3
<b>16</b>	79,2	91,7	58,3	27,1	<b>41</b>	39,6	91,7	41,7	54,2
<b>17</b>	20,8	91,7	85,4	93,8	<b>42</b>	89,6	83,3	43,8	43,8
<b>18</b>	29,2	79,2	14,6	75,0	<b>43</b>	39,6	100,0	41,7	22,9
<b>19</b>	8,3	68,8	12,5	39,6	<b>44</b>	47,9	95,8	68,8	79,2
<b>20</b>	47,9	91,7	37,5	29,2	<b>45</b>	58,3	77,1	31,3	79,2
<b>21</b>	60,4	79,2	41,7	83,3	<b>46</b>	35,4	95,8	29,2	43,8
<b>22</b>	62,5	83,3	18,8	56,3	<b>47</b>	52,1	95,8	12,5	35,4
<b>23</b>	27,1	83,3	29,2	68,8	<b>48</b>	64,6	100,0	39,6	66,7
<b>24</b>	16,7	91,7	45,8	58,3	<b>49</b>	77,1	95,8	66,7	87,5
<b>25</b>	18,8	66,7	8,3	83,3					

Tablo 3.13.1’de deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ön ve son test puanları arasındaki değişim verilmiştir.

Tablo 3.13.1: Ön-Son Test Arasındaki Puan Değişimi

	Ön-Son Test Arasındaki Puan Değişimi	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
		Öğrenci No	f	Öğrenci No	f
<b>Azalma</b>	40-50	-	-	36, 37	2
	30-40	-	-	16, 34	2
	20-30	5	1	5	1
	10-20	-	-	8, 11, 29, 43	4
	0-10	2, 30, 42	3	20, 33	2
<b>Aynı</b>	0	6	1	9, 42	2
<b>Artış</b>	0-10	4	1	2, 17, 32, 40	4
	10-20	1, 7, 9, 16, 21, 26, 45, 49	8	15, 24, 28, 38, 41, 44, 46	7
	20-30	3, 22, 29, 36, 39	5	4, 19, 26, 47, 48, 49	6
	30-40	10, 12, 28, 48	4	6, 22, 23, 31, 35, 39	6
	40-50	20, 25, 32, 33, 35, 44, 47	7	7, 12, 13, 21, 27, 30, 45	7
	50-60	11, 18, 23, 34, 38, 40, 41	7	1	1
	60-70	8, 15, 19, 31, 43, 46	6	10, 18	2
	70-80	13, 14, 17, 24, 27	5	3, 25	2
	80-90	37	1	14	1
		<b>TOPLAM</b>		<b>49</b>	<b>TOPLAM</b>

Tablo incelendiğinde deney grubunda 44, kontrol grubunda 36 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda 4, kontrol grubunda ise 11 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından düşük olduğu görülmektedir. Son test puanlarında ön teste kıyasla gerçekleşen artış ve düşüşlerin yanı sıra deney grubunda 1, kontrol grubunda ise 2 öğrencinin son test ile ön testten aldıkları puanların aynı olup değişmediği görülmektedir. Deney grubunda 8, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 23, 24, 27, 31, 34, 37, 38, 40, 41, 43, 46 numaralı, kontrol grubunda ise 1, 3, 10, 14, 18, 25 numaralı öğrencilerin ön-son test puanları arasında 50 puan ve üzerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bireysel başarı bağlamında deney grubunda başarılı olan öğrenci sayısının kontrol grubundan daha fazla olduğu; bununla birlikte ön-son test puanları arasında 50 ve üzeri puan artışı olan öğrenci sayısının deney grubunda kontrol grubundan daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin tutum ölçeğinin ön ve son test olarak uygulanması neticesinde aldıkları puanlar Tablo 3.14’te verilmiştir.

Tablo 3.14: Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Tutum Ölçeğinden Aldıkları Puanlar

	DG ÖT	DG ST	KG ÖT	KG ST		DG ÖT	DG ST	KG ÖT	KG ST
<b>1</b>	54	78	82	93,13	<b>26</b>	82	53	88	82
<b>2</b>	88	78	81	76	<b>27</b>	75	63	81	85
<b>3</b>	85	95	86	89	<b>28</b>	79	67,13	89,98	47
<b>4</b>	89	80	73	94	<b>29</b>	85,52	86	88,48	58
<b>5</b>	92	59	94	72	<b>30</b>	86	80	87	70
<b>6</b>	59	89	94	91	<b>31</b>	75	82	78	73
<b>7</b>	57	91	76	89	<b>32</b>	92	90	87	19
<b>8</b>	93	89,21	91	87	<b>33</b>	76	75	77	78
<b>9</b>	82	92	85	84	<b>34</b>	88	87	83	70
<b>10</b>	85,46	95	81	84	<b>35</b>	81	88	82	71
<b>11</b>	95	59	84	81	<b>36</b>	87	95	75	84
<b>12</b>	55	89	85,67	94	<b>37</b>	88	89	70	45
<b>13</b>	92	92	90	67	<b>38</b>	58	81	72	78,13
<b>14</b>	84	87	75	73	<b>39</b>	75	60	66,13	60
<b>15</b>	79	77	92	95	<b>40</b>	74	82	48,21	91
<b>16</b>	74,21	91	90	85	<b>41</b>	79	85	67,94	95
<b>17</b>	92	87	61	85	<b>42</b>	72	78	49	91
<b>18</b>	91	92	73	90	<b>43</b>	72	73	72	78
<b>19</b>	75	83	94	92	<b>44</b>	80	87	84	95
<b>20</b>	91	86	76	87	<b>45</b>	95	92	65	90
<b>21</b>	90	81	79	84	<b>46</b>	86	62	59	79,81
<b>22</b>	93	62	91	75	<b>47</b>	83	90	87	56
<b>23</b>	69,63	91	85	89	<b>48</b>	65	86	82	76
<b>24</b>	78	77	58	46	<b>49</b>	78,27	76	76	80
<b>25</b>	75	84	80	74					

Tablo incelendiğinde deney grubunda 26, kontrol grubunda 24 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda 22, kontrol grubunda ise 25 öğrencinin son test puanlarının ön test puanlarından düşük olduğu görülmektedir. Son test puanlarında ön teste kıyasla gerçekleşen artış ve düşüşlerin yanı sıra deney grubunda 1 son test ile ön testten aldığı puanların aynı olup değişmediği görülmektedir.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada 5. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında yer alan basit bir elektrik devresinde lamba parlaklığını etkileyen değişkenler ile devre elemanlarının sembollerle gösterimi ve devre şemaları konuları ile ilgili zihinsel modelleri ve kavram yanılgıları, analogi kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgılarının giderilmesi üzerindeki etkisi geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Başarı testi ön test sonuçlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür,  $t(96)=-,268$ ,  $p=,789$ :  $p>,05$ . Deney grubundaki öğrencilerin ön test başarı puanları ( $X=41,04$ ) ile kontrol grubundaki öğrencilerin ön test başarı puanları ( $X=42,11$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçtan öğretim öncesinde deney ve kontrol gruplarının başarı puanları bakımından birbirine denk olduğu anlaşılmıştır.

Araştırma sonucunda analogik model kullanılarak ders işlenen öğrencilerle analogik model kullanılmadan geleneksel öğretime dayalı ders işlenen öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır,  $U=727,500$ ,  $p=,001$ :  $p<,05$ . Sıra ortalamaları dikkate alındığında analogik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrencilerin (59,15) analogik model kullanılmadan geleneksel öğretime göre ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilere (39,85) göre başarılarının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuç analogik modelin öğrenci başarısı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanlara ait aritmetik ortalamaları incelendiğinde deney grubunun aritmetik ortalamasının 41,04'den 79,25'e; kontrol grubunun aritmetik ortalamasının 42,11'den 62,21'e çıktığı görülmüştür.

Analojik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrencilerin analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime göre ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilere göre hem grup hem de bireysel başarılarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Alanyazında yer alan çalışmalarda da kimyasal denge (Bilgin ve Geban, 2001), modern atom teorisi, kimyasal bağlar-kimyasal gösterim, çözeltiler, asitler, bazlar ve tuzlar (Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004), periyodik tablo (Azizoğlu, Aslan ve Pekcan, 2015; Sarantopoulos ve Tsaparlis, 2004), kimyasal bağlar (Pabuçcu ve Geban, 2006), buharlaşma ve kaynama (Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008), maddeyi oluşturan tanecikler (Çakır ve Azizoğlu, 2012), atomik yapı ve kimyasal bileşimi (Eskandar vd., 2013), atom, molekül, iyon ve madde (Şeker-Gökulu ve Geban, 2014), maddenin yapısı ve özellikleri (Erökten ve Kahraman-Gökharman, 2013; Kobal, Şahin ve Kara, 2013), sindirim, sinir ve dolaşım sistemleri (Burns ve Okey, 1985), fizyoloji (Newby, Ertmer ve Stepich, 1995), enzimler (Atav vd., 2004), biyoteknoloji (Rothhaar, Pittendrigh ve Orvis, 2006), nükleik asitler ve protein (Taşkın, Şenel ve Yıldırım, 2012), normal kuvvetler, sürtünme kuvvetleri, gerilim ve Newton'un üçüncü hareket yasası ve çarpışmalarda reaksiyonlar (Clement, 1998), yoğunluk, kuvvet, basit makinalar (Günel, Kabataş-Memiş ve Büyükkasap, 2009), basınç (Demirci-Güler ve Yağbasan, 2010), akan elektrik ünitesi (Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005), elektrik akımı (Aykutlu ve Şen, 2011b) olmak üzere farklı konularda analoji kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin akademik başarı üzerindeki olumlu etkileri ortaya konulmuştur.

Tutum ölçeği ön test sonuçlarında deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür,  $t(96)=,589$ ,  $p>,05$ . Sıra ortalamaları dikkate alındığında deney grubu (51,05) ile kontrol grubunun (47,95) tutum puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuçtan öğretim öncesinde deney ve kontrol gruplarının tutum puanları açısından birbirine denk olduğu anlaşılmıştır.

Araştırma sonucunda tutum ölçeği son test sonuçlarında analojik model kullanılarak ders işlenen öğrencilerle analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime dayalı ders işlenen öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır,  $U=1072,00$ ,  $p=,361$ :  $p>,05$ .

Analojik model kullanılarak ders işlenen deney grubundaki öğrenciler ile analojik model kullanılmadan geleneksel öğretime göre ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilerin derse yönelik tutumlarında bir değişim olmadığı saptanmıştır. Ayrıca deney ve kontrol grupları için her grubun kendi içinde de ön ve son test tutum puanları arasında da anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Araştırma kapsamında deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim öncesindeki tutumlarının olumlu olduğu ve bu olumlu tutumun korunduğu saptanmıştır. Alanyazında da öğretimde analogi kullanımının derse yönelik tutum üzerinde olumlu etkileri olduğu ifade edilmektedir (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007; Sert-Çıbık ve Yalçın, 2012; Şaşmaz-Ören vd., 2010; Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008; Şenpolat, Seven ve Düzgün, 2005).

### **1.Öğrencilerde Basit Elektrik Devresi ve Devre Şeması ile İlgili Olarak Saptanan Zihinsel Modeller**

Sembol Gösterim Modeli (\*)

Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model (\*)

Pozitif-Negatif Kutup Modeli (\*)

Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model (\*)

Gereksiz Bağlantı Modeli (\*)

Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model (\*\*)

Hatalı Sembol Gösterim Modeli (\*\*)

Basit Elektrik Devresi Modeli (\*\*)

Devre Elemanlarının Bazıları İçin Resim Bazıları İçin Sembol Gösterim Modeli (\*\*)

Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model (\*\*)

Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli (\*\*)

Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli (\*\*\*)

Fazla-Eksik Eleman Modeli (\*\*\*)

Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli (\*\*\*)

Tek Kutuplu Model (\*\*\*)

Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli (\*\*\*)

Kısa Devre Modeli (\*\*\*)

Bağımsız Elemanlar Modeli (\*\*\*)

(\*):Basit elektrik devresi çiziminde saptanan zihinsel model



(\*\*): Devre şeması çiziminde saptanan zihinsel model

(\*\*\*): Basit elektrik devresi ve devre şeması çiziminde saptanan zihinsel model

### **1.1.Sembol Gösterim Modeli**

Bu modelde öğrenciler basit elektrik devresi çiziminde lamba, anahtar ve pil olmak üzere devre elemanları için sembol gösterimini kullanmışlardır. Devre elemanlarından lamba ve pile göre anahtarın sembol gösteriminin daha çok tercih edildiği görülmüştür. Bu durumun anahtarın sembol gösteriminin resim gösterimine göre daha kolay çizilmesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin öğretim sonunda çizdikleri basit elektrik devrelerinde devre elemanlarını sembolle göstermelerinin başka bir nedeni de devre elemanlarının sembol gösterimini ve devre şeması çizmeyi öğrenmeleri ya da sembol ve resim kavramlarını birbirlerine karıştırmaları olabilir.

### **1.2.Resim ya da Sembol Gösterimine Uygun Olmayan Model**

Bu modelde öğrenciler basit elektrik devresine ilişkin yaptıkları çizimlerde lambayı "T", anahtarı da "F" şeklinde göstererek devre elemanları için bilimsel gösterime uygun olmayan çizimler yapmışlardır.

### **1.3.Pozitif-Negatif Kutup Modeli**

Bu modelde bazı öğrenciler devreye çizdikleri pilde pozitif ve negatif kutupları göstermemişlerdir. Çizimlerde pilin pozitif (+) ve negatif (-) olmak üzere iki kutbunun belirtilmesi pilin iki uçlu bir devre elemanı olduğunun, pilin iki ucunun da devreye bağlanmasının ve birden fazla pil kullanılan devrelerde pilin zıt kutuplarının yan yana olacak şekilde yerleştirilmesinin gerekli olduğunun anlaşılması için önemlidir.

### **1.4.Pilin Devreye Bağlanma Şekli Hatalı Olan Model**

Bu modelde öğrenciler bağlantı kablolarını pilin + ve - kutuplarına temas ettirmek yerine pilin yan duvarlarına temas ettirerek basit elektrik devresini çizmişlerdir.

### **1.5.Gereksiz Bağlantı Modeli**

Bu modelde öğrenciler "*Çok kablo kullanılırsa pilden daha çok enerji alınır*" gerekçesi ile lamba-pil, lamba-anahtar ve pil-anahtar arasında gereğinden fazla kablo

kullanarak çizim yapmışlardır. Alanyazında da gereksiz yere çok sayıda bağlantı kablosu kullanılarak oluşturulan elektrik devreleri ortaya konmuştur (Fleer, 1994: 252).

### **1.6.Tek Kutuplu-Pozitif Kutuplu Model**

Bu modelde öğrenci lamba, pilin elektrik enerjisi veren tarafına pozitif kutbuna bağlı olduğu için ve anahtar pilin pozitif kutbu tarafında olup lamba ile pozitif kutup arasında köprü görevi gördüğü için lambanın yanacağını düşünmektedir. Buna karşın öğrenci negatif kutba bağlı olması durumunda lambanın yanmayacağına inanmaktadır. Bu durum ile benzerlik gösterecek şekilde alanyazında da öğrencilerin pilin az elektrik oluşturan kutbunu -, çok elektrik oluşturan kutbunu + olarak kabul ettikleri ifade edilmektedir (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282). Alanyazından farklı olarak bu modelin saptandığı öğrenciler pilin negatif kutbunun enerji vermeyeceğini, bu nedenle lambanın pilin negatif kutbuna bağlı olduğu durumda yanmayacağını düşünmektedir.

### **1.7.Hatalı Sembol Gösterim Modeli**

Bu modelde öğrenciler pilin kutupları arasında çizilecek boşluğun devreyi açık bir sistem haline getireceğini ve bunun sonucunda da elektrik enerjisi geçişi olmayacağını düşünerek pilin kutupları arasında boşluk çizmemiştir.

### **1.8.Basit Elektrik Devresi Modeli**

Bu modelde devre şeması çizmesi istenen öğrenci basit elektrik devresi çizmiştir.

### **1.9.Devre Elemanlarının Bazıları İçin Resim Bazıları İçin Sembol Gösterim Modeli**

Bu modelde öğrenci devre elemanlarının bazıları için resim bazıları için de sembol gösterimini çizerek bağlantı kabloları ile elemanları birbirine birleştirerek çizmiştir.

### **1.10.Aynı Kutupların Yan Yana Olduğu Model**

Bu modelde öğrenciler yaptıkları çizimde pilleri aynı kutuplar yan yana gelecek şekilde yerleştirmiştir.

### **1.11.Devre Elemanlarının Tek Ucunu Bağlama Modeli**

Bu modelde öğrenciler devre elemanlarının iki uçlu olduğunu ve tüm uçların bağlantıda yer alması gerektiğini göz ardı ederek çizim yapmıştır. Alanyazında da devre elemanlarının iki uçlu olma durumunun göz ardı edilerek bağlantılara uçlardan birinin dâhil edilmediğinin ortaya konulduğu çalışmalar yer almaktadır (Ateş ve Polat, 2005: 42; Engelhardt ve Beichner, 2004: 104).

### **1.12.Devre Elemanlarının Sayısında Hata Modeli**

Bu modelde öğrenciler yaptıkları çizimlerde, soruda verilen devre elemanlarına ilişkin sayılara dikkat etmeden kendi belirledikleri sayılarla çizim yapmışlardır. Benzer şekilde alanyazında da öğrenciler tarafından çizilen basit elektrik devrelerinin bazılarında lamba ve pil sayılarının hatalı olduğu ortaya konulmuştur. Bu durum alanyazınla (Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153) uyumluluk göstermektedir.

### **1.13.Fazla-Eksik Eleman Modeli**

Fazla eleman modelinde bazı öğrenciler basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sayısını kendilerinden istenen sayıdan fazla olacak şekilde hatalı çizmiştir.

Eksik eleman modelinde elektrik devresinde bazı öğrenciler pil, bazı öğrencilerde anahtar çizmemişlerdir. Benzer şekilde alanyazında da öğrenciler tarafından çizilen basit elektrik devrelerinin bazılarında lamba ve pil olmadığı ortaya konulmuştur (Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153). Araştırma sonucunda bazı öğrencilerin “*Anahtar olmasa da devredeki lamba yanar.*” düşüncesi ile devreye anahtar çizmedikleri saptanmıştır. Bu sonucun aksine alanyazında öğrencilerin devrede anahtar yokken lambanın yanmayacağını ifade ettikleri ortaya konulmuştur (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Anahtar olmayan bir devrede devre elemanları ve aralarındaki bağlantının tam olduğu durumlarda lamba yanar. Ancak öğrencilerin anahtar çizmelerinin lambanın ışık vermesi için anahtarın açık mı, kapalı mı olması gerektiğini bilip bilmediklerini anlamak açısından önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir.

#### **1.14.Açık Anahtar-Açık Sistem Modeli**

Bu modelde öğrenciler çizdikleri elektrik devresinde anahtarı açık çizmişlerdir. Araştırma sonucunda saptandığı gibi alanyazında da bazı öğrencilerin bir elektrik devresinden anahtar açıkken de akımın geçeceğini (Yıldırım vd., 2008: 78) ve elektriğin iletileceğini belirttikleri saptanmıştır (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164). Ayrıca anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceğini ve anahtarı ışığı açmak için kullandıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Alanyazında da (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 107) ifade edildiği üzere araştırmada saptanan zihinsel modelin günlük yaşamda kullanılan dilden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

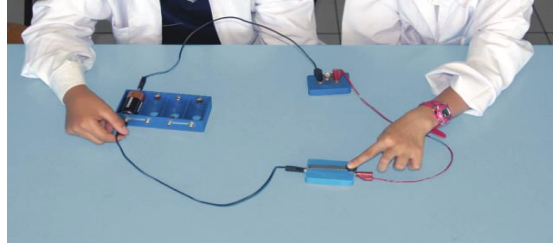
#### **1.15.Tek Kutuplu Model**

Bu modelde öğrenciler elektrik devresinde lambanın yanması için lambayla pilin kutuplarından biri arasında tek bir bağlantı olmasının yeterli olduğunu vurgulayan çizimler yapmışlardır. Araştırmada görülen bu sonuçla benzer şekilde alanyazında da öğrencilerin çoğunlukla tek kutuplu modeli savunarak (Çepni ve Keleş, 2006: 280-281; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009) bir elektrik devresinde lambanın yanması için pilin pozitif (+) veya negatif (-) kutbu arasında yapılacak tek bir bağlantının (Aykutlu ve Şen, 2011b: 234; Aykutlu ve Şen, 2012: 282; Bakırcı vd., 2010: 42; Chambers ve Andre, 1997; Dupin ve Johsua, 1987; Fleer, 1994: 251-252; İpek ve Çalık, 2008: 144; Keser ve Başak, 2013: 125-128; Osborne, 1981; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13; Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153), pilin pozitif (+) veya pilin (-) kutbu ile lamba arasındaki yapılacak iki ayrı bağlantının (Yıldırım vd., 2008: 78) yeterli olduğunu düşündükleri ortaya konmuştur. Öğrencilerin iletken telleri ya aynı kutba bağladıkları ya da iki teli de lambanın aynı noktasına temas ettirdikleri (Yeşilyurt, 2006: 54), lambaları pile tek bir kablo ile bağladıkları saptanmıştır (Çepni ve Keleş, 2006: 280-281).

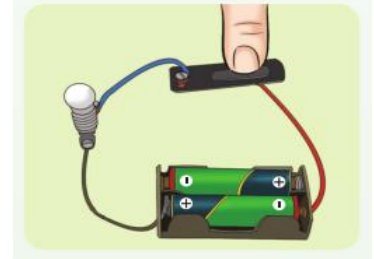
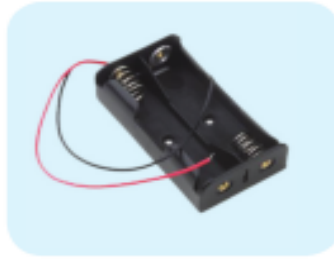
Araştırmaya katılan 5. sınıf öğrencileri biri Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB, 2013b), diğeri özel bir yayınevine (Gündüz, 2013) ait olmak üzere iki kitap kullanmıştır. Ayrıca bir önceki yıl öğrenim gördükleri 4. sınıfta da “Basit Elektrik Devreleri Kuralım” konusunun işlenişinde Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB, 2012) ait kitap kullanılmıştır. Tek kutuplu modeli temsil eden zihinsel modellerin

oluşumuna neden olan çoklu pil yatakları kullanılarak kurulan devrelerin kitaplarda olup olmadığını belirlemek amacı ile hem araştırmaya katılan öğrencilerin okudukları kitaplarda hem de hala okutulmakta olan ders kitaplarında yer alan görseller incelenmiştir (Şekil 1.15.1, Şekil 1.15.2).

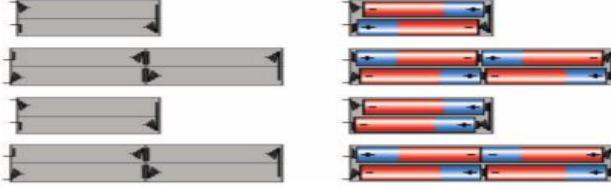
Öğrencilerin pilin kutuplarından biri ile lambanın bir ucu arasında kurdukları tek yönlü bağlantıda lambanın yanacağına inanmaları üzerinde 4. sınıfta kurdukları basit elektrik devrelerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu devrelerde pilin yerleştirildiği ikili ve çoklu pil yatakları ile lamba arasında yapılan bağlantılarda görsel olarak pilin tek kutbu ile lamba arasında bağlantı yapılırken diğer kutbun boşta bırakıldığına yönelik bir algı oluşmaktadır. Bu algının oluşumunda ders kitaplarının etkin rolü olduğu düşünülmektedir. Öyle ki, ders kitaplarındaki görsel örneklerine bakıldığında (Şekil 1.15.1, Şekil 1.15.2) çoklu pil yatakları kullanılarak pilin bir kutbunun devrede olduğu ancak diğer kutbunun boş bırakıldığına ilişkin bir algı oluşturulmaktadır. Küçük yaş gruplarında çoklu pil yataklarının kullanımı “Tek Kutuplu Modeli” temsil eden zihinsel modellerin oluşumuna neden olmaktadır. Araştırma kapsamında öğrencilerle yapılan görüşmelerde de çocuklar öğretmen tarafından kurulan ve ders kitaplarında yer alan devrelerde “2 pil ve pil yatağı kullanılarak kurulan devrelerde pilin bir kutbuna bağlantı kablosunun temas ettiğini ancak diğer kutbuna bağlantı kablosunun temas etmediğini” ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrenciler kurdukları basit elektrik devrelerini ders kitabında yer alan devrelere bakarak kurmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller üzerinde kullanılan pil yatağının tekli/çoklu olma durumunun etkili olduğu saptanmıştır. Bu nedenle özellikle küçük yaş gruplarında olmak üzere tüm eğitim kademelerinde tekli pil yataklarının kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Devreye birden fazla pil bağlanması gerektiğinde tekli pil yataklarının (Şekil 1.15.3) yan yana konularak birbirlerine bağlantı kabloları ile bağlanmalarının özellikle küçük yaş grupları için daha uygun olacağına inanılmaktadır.



(Güler, Ekmekçi ve Sökmen, 2013: 213-214)

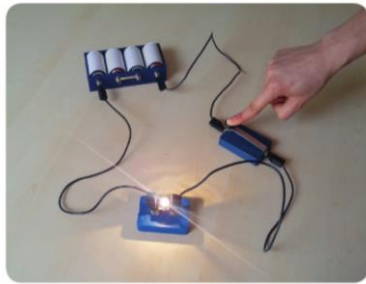


(Aytaç, Türker ve Üçüncü, 2015: 168, 170, 173)

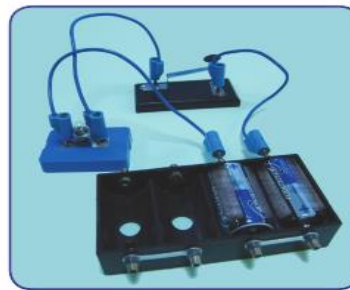


(MEB, 2012: 132; MEB, 2013c: 132; MEB, 2014a: 132)

Şekil 1.15.1: Ders Kitaplarında Yer Alan Görseller (4. Sınıf)



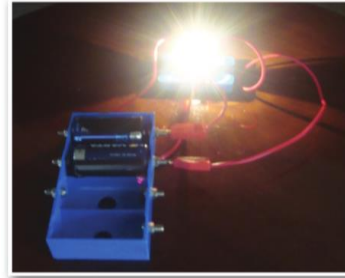
(Gündüz, 2013: 143)



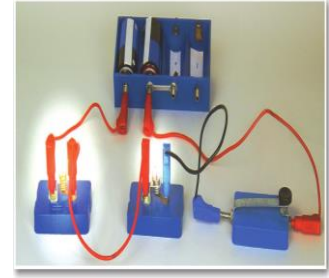
(Bayram ve Kibar, 2014: 147)



(MEB, 2013b: 261; MEB, 2014b: 261; MEB, 2015: 261)



(Erten, 2015: 130, 134)



Şekil 1.15.2: Ders Kitaplarında Yer Alan Görseller (5. Sınıf)



Şekil 1.15.3: İkili ve Tekli Pil Yatakları

### 1.16.Eksik Bağlantı-Açık Sistem Modeli

Bu modelde öğrenciler devre elemanları arasında eksik bağlantılar yapmışlardır. Araştırmada saptanan bu sonucu destekler nitelikte alanyazında da öğrencilerin tüm devre elemanlarının iki uçlu olduğunu anlamada ve bu bilgiyi uygulamada güçlük yaşadıkları saptanmıştır (Ateş ve Polat, 2005: 42). Bu güçlüğü yaşanmasında “*Devre elemanları tam iken lamba yanar*” (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164) ve “*Tamamlanmayan devrede direnç üzerinden akım geçer*” (Yumuşak, 2008: 126) düşüncelerinin de etkili olabileceği düşünülmektedir.

### 1.17.Kısa Devre Modeli

Bu modelde öğrenciler elektrik devresine boş bir bağlantı kablosu eklendiğinde boş kablonun devre üzerinde etkisi olmayacağını ve lambanın yanacağını düşündüklerini gösteren bir çizim yapmışlardır. Kısa devre modeli alanyazında da bazı çalışmalarda ortaya konmuştur (Altun, 2009: 77; Ateş ve Polat, 2005: 42; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 144; Engelhardt ve Beichner, 2004: 100-101; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 116; Shipstone vd., 1988: 314-315; Taşlıdere, 2014: 214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009).

### 1.18.Bağımsız Elemanlar Modeli

Bu modelde öğrenciler “*Sınıftaki lamba, anahtar ve elektrik arasında bağlantı kablosu yok. Lamba tavanda, anahtar ise duvarda ve aralarında kablo yok*” gerekçesi ile devre elemanları arasında bağlantı kablosu çizmemişlerdir. Günlük yaşamda elektrik enerjisi kaynağı, lamba ve anahtar arasındaki bağlantı kabloları duvarlar içerisinde gizli olup görünmediği için öğrencilerin devre elemanları arasında hiçbir temas olmasa da lambanın yanacağını düşündükleri saptanmıştır.

Araştırma sonucunda pil, lamba ve anahtarın iki uçlu olduğunun anlaşılabilmesi nedeni ile devre elemanlarının bir uçları boşta kalacak şekilde hatalı çizimler yapıldığı saptanmıştır. Çizimlerde pilin bir ucunun boşta bırakılmasında elektrik devrelerinde ikili/çoklu pil yataklarının kullanılmasının etkili olduğu öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde anlaşılmıştır. Günlük yaşamda kullanılan “ışığı aç, ışığı kapat” ifadelerinin anahtarın açık/kapalı olma durumuna yanlış transferi sonucunda anahtarın açık olduğu durumda enerji geçişine izin verileceğinin düşünüldüğü ve bu nedenle anahtarın açık çizildiği görülmüştür. Ev, okul gibi çeşitli ortamlarda aydınlatma sistemlerinde lamba, elektrik enerjisi kaynağı ve anahtar arasındaki bağlantıyı sağlayan bağlantı kablolarının duvarların içerisinde gizli olması nedeni ile devre elemanlarının birbirinden bağımsız olduğunun düşünülmesi sonucunda elemanlar arasında bağlantı kablolarının çizilmediği anlaşılmıştır. Sembol ve resim kavramlarının birbirine karıştırıldığı, basit elektrik devrelerinde devre elemanlarının resim gösterimi yerine daha kolay çizilebilmesi nedeni ile sembol gösterimlerinin tercih edildiği saptanmıştır. Bunlarla birlikte araştırma sonucunda ortaya konulan zihinsel modellerin ortaya çıkış sebebinin öğrencinin basit elektrik devresini ve devre şemasını üç boyutlu olarak zihninde canlandıramaması olduğu düşünülmektedir.

Alanyazında da ifade edildiği üzere öğrenciler basit elektrik devresini ve devre şemasını üç boyutlu olarak düşünerek zihinlerinde canlandırmada sorun yaşadıkları için araştırmada analogik bir model hazırlanarak elektrik devresi temsil edilmiştir. Bu temsilde ilk amaç öğrencinin basit elektrik devresini üç boyutlu olarak düşünmesini ve zihninde canlandırmasını sağlamaktır. Bu araştırmada gerek grup gerekse bireysel olarak yapılan değerlendirmeler sonucunda zihinsel modelleme açısından deney grubunda kontrol grubuna göre daha başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu sonuç göstermektedir ki, araştırmada kullanılan analogik model (PSM) basit elektrik devresinin ve devre elemanları arasındaki bağlantının üç boyutlu olarak öğrencilerin zihninde canlanmasını sağladığı için önemli bir deneysel etkinliktir. Araştırmada kullanılan analogi öğrencilerin elektrik devresini ve devreye ait şemayı çizme konusunda devreyi zihinlerinde canlandırmalarını sağlamak açısından son derece önemlidir. Ayrıca öğrencilerin zihinsel modellerinin kalitesi, bilginin yapılandırılma ve kavramların anlaşılma durumunun bir göstergesidir (Ünal ve Ergin, 2006: 194). Bilginin yapılandırılması ve kavramların anlaşılması



öğrenmenin gerçekleşmesi, mevcut kavram yanlışlarının giderilmesi, yeni kavram yanlışlığı oluşumunun önlenmesi ve bunun sonucu olarak da başarının elde edilmesi bağlamında son derece önemlidir. Bundan dolayı öğrenme ve öğrenme neticesinde elde edilen başarının temelinde öğrencinin bilimsel bilgilerle uyumlu zihinsel modeller oluşturabilmeleri yer almaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin zihinsel modellerinde gerçekleşen gelişim ile öğrenci başarısı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu düşünülmektedir.

## **2.Öğrencilerde Hatalı Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu ile İlgili Saptanan Kavram Yanlışları**

- Anahtar açıkken devre kapalı olur ve lamba yanmaz.
- Anahtar açıkken devre açık olur ve lamba yanar.
- Anahtar açıkken lamba yanmaz. (Soruda verilen devredeki anahtar kapalıdır. Bölüm 2-soru:4)
- Anahtar kapalı olduğu için lamba yanmaz.

Alanyazında bazı öğrenciler bir elektrik devresinden anahtar açıkken de akımın geçeceğini (Yıldırım vd., 2008: 78) ve elektriğin iletileceğini (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164) belirtmiştir. Ayrıca anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceğini ve anahtarı ışığı açmak için kullandıklarını ifade ettikleri saptanmıştır. Günlük yaşamda kullanılan dilin böyle bir kavram yanlışlığına sebep olabileceği ifade edilmiştir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 111). Araştırmada alanyazından farklı olarak öğrencilerin anahtarın açık olduğu durumda devre sisteminin kapalı olacağını ifade ettikleri saptanmıştır.

- Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı olduğu için lamba yanar.
- Anahtar pilin pozitif kutbuna bağlı olduğu için lamba yanmaz. Negatif kutba bağlı olsaydı yanardı.
- Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı olduğu için lamba yanar.
- Anahtar pilin negatif kutbuna bağlı olduğu için lamba yanmaz.

Saptanan bu kavram yanlışlarında anahtar pilin tek kutbu ile lambanın bir ucu arasındaki bağlantıları tamamlamaktadır. Bu kavram yanlışları alanyazında da ifade edilen “Tek Kutuplu Modele” karşılık gelmektedir. Ayrıca öğrencilerin anahtarın devredeki konumunun sabit olması gerektiği ve anahtarın olması gereken

konum haricinde başka bir yerde olması durumunda lambanın yanmayacağı ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

- Lamba pilin pozitif kutbuna bağlı olduğu için yanar.
- Lamba pilin negatif kutbuna bağlı olduğu için yanar.
- Lamba pilin negatif kutbuna bağlı olduğu için yanmaz. Pozitif kutba bağlı olsaydı yanardı.

Lambanın bağlı olduğu pilin kutbuna bağlı olarak yanma/yanmama durumu ile ilgili kavram yanlışları da alanyazında ifade edilen “Tek Kutuplu Modele” karşılık gelmektedir.

Alanyazında ifade edilen “Tek Kutuplu Model” (Çepni ve Keleş, 2006: 280-281; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009) bir elektrik devresinde lambanın yanması için pilin pozitif (+) kutbu veya pilin negatif (-) kutbu arasında yapılacak tek bir bağlantının (Aykutlu ve Şen, 2011b: 234; Aykutlu ve Şen, 2012: 282; Bakırcı vd., 2010: 42; Chambers ve Andre, 1997; Dupin ve Johsua, 1987; Fleer, 1994: 251-252; İpek ve Çalık, 2008: 144; Keser ve Başak, 2013: 125-128; Osborne, 1981; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13; Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010: 153), pilin pozitif (+) kutbu veya pilin negatif (-) kutbu ile lamba arasındaki yapılacak iki ayrı bağlantının yeterli olduğu (Yıldırım vd., 2008: 78) düşüncesi temelinde yapılanmaktadır. Öğrencilerin iletken telleri ya pilin aynı kutbuna bağladıkları ya da iki teli de lambanın aynı noktasına temas ettirdikleri (Yeşilyurt, 2006: 54), lambaları pile tek bir kablo ile bağladıkları (Çepni ve Keleş, 2006: 280-281) ve devrenin çalışması için güç kaynağının tek kutbunun kullanılmasının yeterli olduğunu düşündükleri (Engelhardt ve Beichner, 2004: 104) anlaşılmıştır. Devre elemanlarının iki uçlu olma durumunun göz ardı edilerek bağlantılara uçlardan birinin dâhil edilmediği durumlarda da lambanın yanacağı belirtilmiştir (Ateş ve Polat, 2005: 42; Engelhardt ve Beichner, 2004: 104).

- Lamba, pil ve anahtar olmak üzere devre elemanının yeri lambanın yanma/yanmama durumunu etkiler.

Bu kavram yanlışsında pilin yeri ve diğer devre elemanlarının pile göre konumlarının lambanın yanma/yanmama durumu üzerinde etkili olduğuna yönelik düşünce hakimdir. Öğrencilerin devredeki lambanın yanması için lamba, pil ve

anahtarın devrede hangi noktalarda yer alması gerektiğine yönelik kavram yanılıgısına sahip oldukları anlaşılmıştır. Alanyazında da oluşturulan tüm devrelerde lambanın devredeki yerinin hep aynı olması dikkat çekici bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Gibbons, McMahon ve Wieggers, 2003: 5).

- Pilin + ve – ya da + ve + olmak üzere iki kutbunun da bağlı olduğu her durumda lamba yanar.
- Devre elemanları ve aralarındaki bağlantı tam ise lamba yanar.
- Devrede pilin olduğu her durumda lamba yanar.

Alanyazında da devre tamamlanmamış olsa bile direnç üzerinden akım geçeceği için (Yumuşak, 2008: 126) devre elemanlarının tam olduğu her durumda lambanın yanacağına ilişkin kavram yanılığı ifade edilmiştir (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164).

- Işık kaynağı olan pil devrede olmadığında lamba yanmaz.
- Pil lambaya ışık verdiği için lamba yanar.

Alanyazında da pilin ışık verebileceğine ait kavram yanılığı içeren düşünce ortaya konulmuştur (Cheng ve Kwen, 1998: 6).

- Pilin elektrik enerjisi veren kutbu pozitif kutbudur.

Alanyazında ifade edilen pilin az elektrik oluşturan kutbunun – kutup, çok elektrik oluşturan kutbunun ise + kutbu olduğuna yönelik (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282) kavram yanılığına ilave olarak araştırmada öğrencilerin pilin elektrik enerjisi veren kutbunun pozitif kutup olduğunu ifade ettikleri, negatif kutbun elektrik enerjisi vermediğini düşündükleri saptanmıştır.

### **3.Öğrencilerde Değişken Türlerini Belirleme ile İlgili Saptanan Kavram Yanılıgıları**

- Lambanın pile yakınlığı bağımlı değişkendir.
- Lambanın pile yakınlığı bağımsız değişkendir.
- Lambanın pile yakınlığı kontrol edilen değişkendir.

Bu kavram yanılığına sahip öğrenciler lamba ile pil arasındaki mesafeyi lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olarak kabul etmektedir. Alanyazında araştırmada saptanmış olan bu kavram yanılığı “Deneysel Kural Modeli” olarak ifade edilmektedir. Bu modelde bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en

yakın olan lamba diğerlerine göre daha parlak yanar. Lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile parlaklığı arasında ters orantı söz konusudur (Altun, 2009: 77; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Keser ve Başak, 2013: 128; Küçüközer, 2003: 146; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13). Pilin pozitif kutbuna yakın olan lamba daha parlak yanarken negatif kutba yakın lambadan daha az akım geçer (Pardhan ve Bano, 2001: 310). Pilin az elektrik oluşturan kutbu -, çok elektrik oluşturan kutbu + olarak kabul edilmektedir (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282). Birey bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lambanın diğerlerine göre daha parlak yanacağını düşünmektedir. Ayrıca araştırmada kontrol grubundaki öğrencide alanyazında ifade edilen “Zayıflayan Akım Modelinin” temelini oluşturan “Güç kaynağının bir ucundan çıkan akım devredeki lamba tarafından kullanılır. Bu nedenle akım devrede zayıflayarak hareketine devam eder. Güç kaynağına geri dönen akım ilk duruma göre azalır” (Altun, 2009: 76; Borges ve Gilbert, 1999: 98; Chambers ve Andre, 1997: 108; Çepni ve Keleş, 2006: 282; Çıldır ve Şen, 2006: 100; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhardt ve Beichner, 2004; Heller ve Finley, 1992; İpek ve Çalık, 2008: 144-146; Kanim, 2001; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 110; Lee ve Law, 2001: 114-115; McDermott ve Shaffer, 1992; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001: 307; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 1-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 144-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 306; Taşlıdere, 2014: 203-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 7-14; Yumuşak, 2008: 126) düşüncesi de hakimdir. Bu modelle ilgili olarak öğrencilerin lambanın akımın tümünü kullandığı (Aykutlu ve Şen, 2011b: 234; Gemici, Küçüközer ve Mergen-Kocakulah, 2002: 4; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Demirci, 2005: 736-738; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 109-110; Osborne, 1981, 1983; Pardhan ve Bano, 2001: 307; Şen ve Aykutlu, 2008: 76; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13-14), akımın bir kısmını kullandığı (İpek ve Çalık, 2008: 144-146; Pardhan ve Bano, 2001: 307) gibi fikirleri vardır. Öğrencide “Devrede pile yakın olan lamba enerjinin tamamını alır ve kullanır. İlk lambadan sonra gelen lambaya daha az enerji düşer.” kavram yanılıgısı

mevcuttur. Öğrencideki kavram yanılması “Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli” olarak adlandırılmıştır.

- Devrenin kapalı olması kontrol edilen değişkendir.

Bu ifade öğrencinin lamba parlaklığı üzerinde devrenin açık ya da kapalı olma durumunun etkili olduğuna dair kavram yanılması içeren bir düşünceye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencinin devrenin açık bir sistem olmasının parlaklığı etkileyecek bir değişken olduğunu düşünmesi açık devre sisteminde lambanın yanacağını düşündüğünü göstermesi bakımından önemlidir. Alanyazında da elektrik devresinin her zaman kapalı bir döngü olmasının gerekliliğinin anlaşılamadığı ortaya konulmuştur (Engelhardt ve Beichner, 2004: 100-104).

- Anahtarın kapalı olması bağımlı değişkendir.
- Anahtarın açık/kapalı olma durumunu ayarlayabildiğimiz için bağımsız değişkendir.
- Anahtar sayısı kontrol edilen değişkendir.
- Bağlantı kablosunun sağlam olması bağımlı değişkendir.
- Bağlantı kablosunun sağlam olması bağımsız değişkendir.
- Bağlantı kablosunun sağlam olması kontrol edilen değişkendir.

Alanyazına ilave olarak araştırmanın dikkat çeken bir sonucu da değişken türlerini belirleme kazanımını ölçmeye yönelik sorulardan elde edilen verilerde öğrencilerin anahtarı “*Devreden elektrik geçmesi anahtarın kapalı olmasına bağlıdır.*” gerekçesi ile bağımlı değişken; “*Anahtar kapalı olunca elektrik geçer, açıkken geçmez.*” gerekçesi ile bağımsız değişken ve “*Anahtar devrede hep aynı olacak 1 tane olacak*” gerekçesi ile kontrol edilen değişken olarak ifade etmeleridir. Anahtarın kapalı ya da açık olması doğrudan lambanın ışık verme durumu ile ilgilidir. Anahtar lamba parlaklığını etkileyen bir değişken değildir. Öğrencilerdeki bu kavram yanılması son testte farklı sorular için deney grubunda 4 öğrencide, kontrol grubunda ise 18 öğrencide görülmüştür. Bu durum analogi kullanımının kavram yanılmalarını gidermede geleneksel öğretime nazaran daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır. Basit elektrik devresini temsilen hazırlanan analogik modelde öğrenciler vananın (anahtarın) balonun şişme büyüklüğü (lambanın parlaklığı) üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını, vananın (anahtarın) sisteme hava girişini kontrol ettiğini gerçekleştirilen uygulamalarda gördükleri için son testte deney

grubunda kontrol grubuna nazaran az sayıda öğrencide kavram yanılığı saptanmıştır.

Ayrıca araştırmada öğrencilerin bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken türlerini birbirlerinin yerine kullandıkları saptanmıştır. Benzer şekilde alanyazında da nedensel süreç becerilerinden biri olan değişkenleri belirleme becerisi ile ilgili olarak (Laçin-Şimşek, 2010: 443) bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken türlerini belirlemede problem yaşandığı saptanmış (Ateş ve Bahar, 2002: 5; Aydoğdu, 2012: 7) ve bağımlı, bağımsız, kontrol edilen değişken türlerinin birbirinin yerine kullanıldığı belirlenmiştir (Ayas-Kör, 2006; Durmaz ve Mutlu, 2012: 144; Saka, 2012: 4). Ayrıca alanyazında yer alan çalışmalarda da kontrol edilen değişken yerine çoğunlukla bağımlı değişken, bağımlı değişken yerine de bağımsız değişken yazıldığı; buna karşın bağımsız değişken yerine bağımlı değişken yazan katılımcı sayısının daha az olduğu saptanmıştır (Bağcı-Kılıç, Yardımcı ve Metin, 2009: 13). Bağımlı ve bağımsız değişkenin birbiri ile karıştırıldığı, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kontrol edilen değişkenler olarak ifade edildiği ortaya konulmuştur (Ateş, 2005: 34; Griffiths ve Thompson, 1993; Temiz ve Tan, 2009: 195). Alanyazında bağımsız, bağımlı ve kontrol edilen değişken kavramları öğrenmeyi güçleştirdiği için bağımsız değişken yerine değiştirilen değişken, bağımlı değişken yerine cevap veren, ölçülen ya da gözlenen değişken ve kontrol edilen değişken yerine sabit tutulan değişken, sabitler, kontrol altına alınan ya da etkisi kontrol edilen değişken sözcüklerinin kullanılması gerektiği önerilmektedir (Ateş, 2005: 36; Bağcı-Kılıç, Yardımcı ve Metin, 2009: 26).

Bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları bir problemi çözerken bilimsel süreç becerilerinden yararlanarak problemleri kuracakları hipotezleri test ederek çözebilecekleri düşünüldüğünde, hipotez test etmede değişkenleri belirleme ve kontrol edebilme becerilerinin kazanılması son derece önemlidir. Bu nedenle öğrencilerin kendilerine verilen bir durumla ilgili bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenleri belirleyebilmeleri ve bir sonraki adımda da sonuca ulaşabilmeleri için değişkenleri kontrol edebilmeleri gerekli ve önemlidir. Bu nedenle değişkenleri belirlemenin öğretiminde daha ilgi çekici ve eğlenceli etkinliklerle ders işlenmeli ve dikkat çekici materyaller kullanılarak somut uygulamalar yapılmalıdır.

## 4.Öğrencilerde Lamba Parlaklığı ile İlgili Saptanan Kavram Yanılgıları

### 4.1.Lamba Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi

- Lamba eklendiğinde pilin enerjisi yetersiz kalacağı için lamba parlaklığı azalır.
- Lamba eklendiğinde pilin enerjisi azalacağı için lamba parlaklığı azalır.
- Lamba eklendiğinde enerji artacağı için lamba parlaklığı azalır.
- Lamba eklendiğinde lamba ve pil sayısı eşit olacağı için parlaklık artar.

Lamba eklendiğinde pil sayısı lamba sayısından az olduğu için parlaklığın azalacağı düşünülmektedir. Bu nedenle de parlaklığın artması için lamba ve pil sayılarının eşit olması gerektiği ifade edilmiştir. Bu sonucun alanyazınla benzerliği pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lambanın yanacağına ilişkin kavram yanılgısıdır (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2). Alanyazına ilave olarak araştırmada pil ve lamba sayılarının eşit olma durumunda lamba parlaklığının artacağına yönelik kavram yanılgısı saptanmıştır.

- Lamba eklendiğinde enerji artışı olacağı için lamba parlaklığı artar.
- Lamba sayısı artınca gelen enerji artar. Lamba parlaklığı artar.
- Lamba sayısı artınca lamba parlaklığı artar.
- Lamba sayısı azalırsa lamba parlaklığı azalır.

Alanyazında da lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanılgısı ortaya konulmuştur (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012: 113). Alanyazından farklı olarak araştırmada lamba eklendiğinde enerji artışı olacağına yönelik kavram yanılgısı saptanmıştır. Bu kavram yanılgısına sahip öğrenci lambayı devrede enerji artışına neden olacak bir eleman olarak kabul etmektedir.

- Lambalar özdeş olduğu için lamba sayısı artsa da lamba parlaklığı değişmez.
- Lamba sayısı artınca lamba parlaklığı değişmez.
- Lamba sayısı lamba parlaklığını etkilemez.

Pilin sabit akım üreten bir kaynak olarak düşünüldüğüne dair kavram yanılgısı alanyazında “Sabit Akım Kaynağı Modeli” olarak ifade edilmektedir. Bu modelde öğrenciler pili sabit bir voltaj kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak düşünmektedir (Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116). Kavram yanılgısı içeren bu düşünce alanyazında da pek çok çalışmada ifade edilmektedir (Altun, 2009: 77; Ateş ve Polat, 2005: 42; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Demirezen ve

Yağbasan, 2013: 133-141; Dupin ve Johsua, 1987; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Demirci, 2005: 738; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 108; Lee ve Law, 2001: 114-115; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 2-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 14; Yumuşak, 2008: 126). Araştırma sonucunda pil sayısı sabit olduğu sürece pilin devreye sabit değerinde akım vereceği, verilen akımın lamba sayısındaki değişimden etkilenmeyeceği ve bunun bir sonucu olarak da lamba sayısındaki değişimin parlaklığı etkilemeyeceğinin kabul edildiği saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin, pilin enerjisinin lambalar arasında paylaşılmadan her lambaya aynı değerinde gideceğini düşündüğü anlaşılmıştır.

- Lamba eklendiğinde pilin vereceği ışık yetersiz kalacağı için lamba parlaklığı azalır.

Alanyazında da pilin ışık verebileceği konusundaki kavram yanlışlığı ortaya konmuştur (Cheng ve Kwen, 1998: 6).

- Lamba sayısı azaltılarak anahtar açılırsa lamba parlaklığı azalır.
- Lamba sayısı artınca pilin enerjisi azalır. Lamba parlaklığı azalır.
- Lamba sayısı artınca pilin harcayacağı enerji artar. Lamba parlaklığı azalır.
- Lamba sayısı artınca pilin kullanım süresi azalır.
- Lamba sayısı değişmediği sürece lamba parlaklığı değişmez.

Öğrenciler lamba sayısındaki artış ile pilden daha fazla enerji çekileceği için pilin kısa sürede biteceğine inanmaktadır.

#### **4.2.Pil Sayısındaki Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Pil çıkarıldığında pilin yayacağı ışık azalacağı için lamba parlaklığı azalır.
- Pil eklendiğinde pilin vereceği ışık artacağı için lamba parlaklığı artar.
- Pil ışık verir. Pil eklenince lamba parlaklığı artar.

Alanyazında da pilin ışık verebileceğine dair kavram yanlışlığı ortaya konulmuştur (Cheng ve Kwen, 1998: 6).

- Pil sayısı arttırılırsa lamba parlaklığı azalır.

Alanyazında da pil sayısının artması sonucunda devredeki akımın ve gerilimin azalacağına yönelik kavram yanlışlığı ortaya konulmuştur (Ayvacı ve



İpek-Akbulut, 2012: 114). Akımın ve gerilimin azalması sonucuna parlaklığın azalacağı düşünülmektedir.

- Pil sayısı arttırılıp anahtar açılırsa lamba parlaklığı artar.

Alanyazında da bir elektrik devresinden anahtar açırken de akımın geçeceği (Yıldırım vd., 2008: 78), elektriğin iletileceği (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164), anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceği ve anahtarın ışığı açmak için kullanıldığına ilişkin ifadeler yer almaktadır. Bu durumun günlük yaşamda kullanılan dilden kaynaklanabileceği ifade edilmektedir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Küçüközer ve Kocakülâh, 2007: 111).

- Pil sayısı arttırılarak anahtara kuvvetli basılırsa lamba parlaklığı artar.
- Pil çıkarıldığında lambanın gücü azalacağı için lamba parlaklığı azalır.
- Pil sayısı lambanın ışık verme süresini etkiler.
- Pil sayısı artınca lambanın ışık verme süresi artar.
- Pil sayısı artınca pilin kullanım süresi artar.
- Pil sayısı değişmeyince lamba parlaklığı değişmez.

Öğrenciler pil sayısındaki artış ile pilin kullanım süresinin ve beraberinde de lambanın yanma süresinin artacağına inanmaktadır.

#### **4.3.Pil ve Lamba Sayısındaki Eş Zamanlı Değişimin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Pil ve lamba sayıları eşit ise lamba parlaklığı artar.

Alanyazında ifade edilen pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lambanın ışık vereceğine yönelik kavram yanılgısına (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2) ek olarak araştırmada lamba ve pil sayısının eşit olduğu durumda lambanın parlak yanacağına ilişkin kavram yanılgısı saptanmıştır.

- Pil ve lamba fazla ise lamba parlaklığı artar.
- Pil ve lamba sayıları eşit olduğu için lamba parlaklığı değişmez.
- Pil ve lamba eklendiğinde ışık ve enerji artacağı için lamba parlaklığı artar.
- Pil ve lamba sayısı arttırılırsa lamba parlaklığı artar.
- Pil ve lamba sayısı azaltılırsa lamba parlaklığı azalır.
- Pilin elektrik enerjisi ve lamba sayısı azaltılırsa lamba parlaklığı azalır.

“Pil sayısı ile lamba sayısının birbirine eşit olduğu durumlarda lamba yanar.” kavram yanılgısı (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2) pil ve lamba sayılarının arttırılarak eşitlenmesi bağlamında dikkat çekicidir. Alanyazına ek olarak bu araştırmada devrede yer alan lamba ve pil sayılarının arttırılması sonucunda parlaklığın artacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte alanyazında lamba sayısı arttıkça parlaklığın artacağı (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012: 113) ifade edilmektedir. Lamba parlaklığındaki değişimi gözlemlenmek amacı ile pil ve lamba sayısında gerçekleştirilecek eş zamanlı değişimler bilimsel süreç becerilerinden biri olan değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerisinin doğasına uygun bir uygulama değildir. Sonucu etkileyen değişkenlerden hangisinin sonuç üzerindeki etkisi araştırılıyorsa etkisi araştırılan değişkenin değeri değiştirilirken sonucu etkilemesi muhtemel olan diğer değişken ya da değişkenlerin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

#### **4.4.Pilin Devredeki Yerinin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Pil doğru yerleştirilince lamba parlaklığı artar. Pilin devredeki yeri lamba parlaklığı üzerinde etkilidir.

Öğrencilerde pilin devredeki konumunun (devre çiziminde altta olmasının) lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğuna dair kavram yanılgısı içeren bir düşünce hakimdir. Bu durum öğrencinin zihninde pilin altta olduğu sabit bir devre modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Alanyazında oluşturulan tüm devrelerde lambanın devredeki yerinin hep aynı olması dikkat çekici bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Gibbons, McMahon ve Wieggers, 2003: 5).

#### **4.5.Lambanın Bağlı Olduğu Kutbun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Lamba pilin pozitif kutbuna bağlanırsa lamba parlaklığı artar.
- Lamba pilin negatif tarafına bağlanırsa lamba parlaklığı azalır.
- Pilin negatif kutbu az enerji verir.

Alanyazında da – kısmın az, + kısmın çok elektrik akımı oluşturduğu, öğrenciler tarafından + ve – kutup kavramlarının akım miktarı ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Bu durumun öğrencilerin günlük hayatta farklı anlamda kullandıkları artı ve eksi kelimelerini fen kavramları ile ilişkilendirememelerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282). Alanyazından farklı olarak öğrencilerin tek kutup olarak “Pozitif Kutuplu Modelin” parlaklığı

arttıracağını, “Negatif Kutuplu Modelin” parlaklığı azaltacağını düşündükleri saptanmıştır.

#### **4.6.Anahtarın Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Anahtar açılırsa lamba parlaklığı artar.
- Anahtar açılırsa lamba parlaklığı azalır.
- Anahtar kapatılırsa lamba parlaklığı azalır.
- Anahtara az basılırsa lamba parlaklığı azalır.
- Anahtara kuvvetli basılırsa lamba parlaklığı artar.
- Lamba parlaklığı anahtarın kapalı olmasına bağlıdır.

Alanyazında da bir elektrik devresinden anahtar açıkken de akımın geçeceği (Yıldırım vd., 2008: 78), elektriğin iletileceği (Türkoğuz ve Cin, 2013: 164), anahtar kapalı iken lambanın ışık vermeyeceği ve anahtarın ışığı açmak için kullanıldığına ilişkin ifadeler yer almaktadır. Günlük yaşamda kullanılan dilin böyle bir kavram yanlışlığına sebep olabileceği ifade edilmektedir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 111). Kavram yanlışlığının alanyazınla benzerliği bazı öğrencilerin anahtar açıldığında lambanın yanmaya devam edeceğini düşünceleridir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 110; Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yıldırım vd., 2008: 78). Araştırmada alanyazındaki bu kavram yanlışlığına ek olarak bazı öğrencilerin anahtar açılınca lambanın parlaklığının artacağını, bazılarının ise parlaklığın azalacağını düşündükleri saptanmıştır. Ayrıca anahtara az ya da kuvvetli basılmasının lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşündükleri belirlenmiştir.

#### **4.7.Duyun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Lamba parlaklığı lambanın duya yerleştirilmesine bağlıdır.

Bu kavram yanlışlığında lamba duya sağlam bir şekilde takıldığında parlaklığın artacağı, gevşek takılması durumunda ise parlaklığın azalacağı düşünülmektedir.

#### **4.8.Bağlantı Kablosunun Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Lamba parlaklığı bağlantının sağlam olmasına bağlıdır.
- Bağlantı kablosu pile daha sıkı bağlanırsa lamba parlaklığı artar.

Öğrenciler bağlantı kablosunda kesik ya da kopuk olması halinde parlaklığın azalacağına inanmaktadır.

#### **4.9.Lamba ve Pil Arasındaki Mesafenin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Lamba ile pil arasındaki mesafe lamba parlaklığı üzerinde etkilidir.
- Lamba ile pil arasındaki mesafe arttıkça pilden lambaya ulaşan enerji değeri azalır.

Araştırmada öğrencilerde saptanan kavram yanılması alanyazında deneysel kural modeli olarak geçmektedir. Deneysel kural modeline göre bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lamba diğerlerine göre daha parlak yanar. Yani lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile parlaklığı arasında ters orantı söz konusudur (Altun, 2009: 77; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Keser ve Başak, 2013: 128; Korgancı vd., 2015: 2467; Küçüközer, 2003: 146; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13).

#### **4.10.Basit Elektrik Devresinin Sonunda Yapılan Değişikliğin Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi**

- Devrenin sonunda yapılan değişiklik lamba parlaklığı üzerinde etkili değildir.

Araştırma sonucunda saptanan bu kavram yanılması alanyazında bölgesel akıl yürütme modeli-sıralı (ardışık) akıl yürütme modeli olarak ifade edilmiştir. Bu modele göre değişiklik yapılan bir elektrik devresinde değişikliğin yapıldığı bölümden sonraki elemanlar bu durumdan etkilenirken değişiklik yapılan bölümden önceki elemanlar değişiklikten herhangi bir şekilde etkilenmez (Ateş ve Polat, 2005: 42; Closset, 1983; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 134-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2-3; Engelhardt ve Beichner, 2004: 100; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 110; Millar ve King, 1993; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 2-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 311; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13; Yumuşak, 2008: 126). Bununla birlikte devrenin sonunda yapılan bir değişiklikten tüm devre etkilenmez (Karakuyu ve Tüysüz, 2011:

877). Bir elektrik devresinde değişiklik yapıldığı zaman akımın değişiklik yapılan bölgeden önce ve sonra geçiş değerleri de farklıdır (Heller ve Finley, 1992).

#### **4.11.Parlaklık Üzerinde Tek Etki: Pil Sayısı Modeli**

Parlaklık üzerinde sadece pil sayısındaki değişimin etkili olacağını düşünen öğrenciler için devrelerdeki lamba sayısının aynı ya da farklı olmasının herhangi bir önemi yoktur. Böyle düşünen öğrenciler için lambanın ışık vermesini sağlayan devre elemanı pildir ve pil sayısının artma ya da azalma durumuna bağlı olarak parlaklık değişecektir. Lamba ise pilin devrede olduğu her durumda ışık verecektir. Lamba sayısının parlaklık üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığına yönelik düşüncenin, öğrencilerin pilin elektrik enerjisinin lambalar arasında paylaşılmasına dikkat etmemelerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Öğrenciler elektrik enerjisi paylaşımını göz ardı ederek pilin tüm lambalara lamba sayısı artsa da azalsa da sabit değerde enerji vereceğini düşünmektedir. Bu kavram yanılgısına benzer nitelikte alanyazında “Sabit Akım Kaynağı Modeli” olarak adlandırılan modelde güç kaynağı devrenin bağlanma şeklinden bağımsız olarak yer aldığı devrede sabit bir akım kaynağı olarak kabul edilmektedir (Altun, 2009: 77; Ateş ve Polat, 2005: 42; Cheng ve Kwen, 1998: 9; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983: 407; Demirezen ve Yağbasan, 2013: 133-141; Duit ve Rhöneck, 1997: 2-3; Dupin ve Johsua, 1987; Engelhardt ve Beichner, 2004: 104; Heller ve Finley, 1992; Kanim, 2001: 2; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Küçüközer, 2003: 146; Küçüközer ve Demirci, 2005: 738; Küçüközer ve Kocakulah, 2007: 108; Lee ve Law, 2001: 114-115; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988; Sencar ve Eryılmaz, 2002: 2-3; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Shipstone vd., 1988: 307; Taşlıdere, 2014: 204-214; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Yıldırım vd., 2008: 78; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 14; Yumuşak, 2008: 126).

#### **4.12.İşık Kaynağı Olarak Pil Modeli**

Kavram yanılgısının temelinde “*Pil sayısı arttıkça pilin lambalara vereceği ışık artar.*” düşüncesi yer almaktadır. Pilin lambalara ışık veren bir devre elemanı olarak görülmesinin pilin devredeki görevinin ve basit elektrik devresinde gerçekleşen enerji dönüşümünün bilinmemesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde alanyazında da pilin ışık verebileceğine dair kavram yanılgısı içeren düşünce ortaya konulmuştur (Cheng ve Kwen, 1998: 6).

#### **4.13.Enerji Dönüşümü Modeli**

Kavram yanılığının temelinde “*Pil sayısı arttıkça pilin lambalara vereceği ışık artar.*” düşüncesi yer almaktadır. Pilin devreye verdiği elektrik enerjisi lambada ısı ve ışık enerjisine dönüşmektedir. Fakat bu kavram yanılığına sahip öğrenciler lambanın yaydığı ışığı ona doğrudan pilin verdiği inmektedir. Cheng ve Kwen (1998: 6) tarafından yapılan çalışmada da pilin ışık verebileceğine ilişkin kavram yanılığı saptanmıştır.

#### **4.14.Zayıflayan Enerji-Parlaklık Modeli**

Bu modelde öğrenci enerjinin pilden ilk çıktığı noktada daha fazla olup devrede hareketine başladıktan sonra değerinin azalmaya başlayacağına inmektedir. Bu nedenle de pile yakın olan lambanın pilden çıkan enerjinin ilk halinin daha yüksek değerini alarak parlak yanacağını düşünmektedir. Model alanyazında da “*Deneysel Kural Modeli*” olarak yer almaktadır. Bu modelde bir elektrik devresinde pile ya da güç kaynağına en yakın olan lamba diğerlerine göre daha parlak yanar. Yani lambanın güç kaynağına olan uzaklığı ile parlaklığı arasında ters orantı söz konusudur (Altun, 2009: 77; Heller ve Finley, 1992; Karakuyu ve Tüysüz, 2011: 877; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010: 2; Keser ve Başak, 2013: 128; Küçüközer, 2003: 146; Sencar ve Eryılmaz, 2004: 142-146; Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz, 2001: 114-116; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009; Taşlıdere, 2014: 204-214; Türkoğuz ve Cin, 2013: 164; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006: 13).

#### **4.15.Parlaklık Üzerindeki Tek Etki: Lamba Sayısı Modeli**

Parlaklık üzerinde sadece lamba sayısındaki değişimin etkili olacağını düşünen öğrenciler için devrelerdeki pil sayısının aynı ya da farklı olmasının herhangi bir önemi yoktur. Bu kavram yanılığına sahip olan öğrenciler için önemli olan lamba sayılarına bağlı lamba parlaklığıdır ki lamba sayısı çokken parlaklığın çok, lamba sayısı azken parlaklığın az olacağını düşünürler. Bu kavram yanılığı öğrencilerin gerek yazılı cevaplarında gerekse görüşmelerde ifade ettikleri üzere devrede yer alan tüm lambaların tek bir ışık kaynağı gibi algılanmasından kaynaklanmaktadır. Öğrencilerde “*Ne kadar çok lamba olursa o kadar büyük bir ışık açığa çıkar.*” düşüncesi hâkimdir. Ayvacı ve İpek-Akbulut (2012: 113) tarafından yapılan çalışmada da lamba sayısının artışı ile lamba parlaklığının artacağına ilişkin kavram yanılığı içeren düşünce ortaya konulmuştur.

#### **4.16.Lamba Başına Düşen Enerji Modeli**

Bu model devredeki lamba sayısı değiştiğinde lamba parlaklığında herhangi bir değişim olmayacağına yönelik kavram yanılgısı içermektedir. Kavram yanılgısı öğrencilerin devreye eklenen her lambanın pilin elektrik enerjisine ortak olacağına ve pilin elektrik enerjisinin lamba sayısı kadar bölüneceğine dikkat etmemelerinden kaynaklanmaktadır.

#### **4.17.Lamba Sayısındaki Artışla Enerjisi Azalan Pil Modeli**

Bu modelde öğrenciler devreye eklenen her lambanın pilden daha fazla enerji almak isteyeceğini, bunun sonucunda pilin enerjisinin azalacağını ve enerjideki azalma ile birlikte parlaklığın azalacağını düşünmektedir. Pil devrenin elektrik enerjisi kaynağıdır ve öğrencilerin düşüncelerinin aksine pilin enerjisi sabittir. Bu enerji devredeki lamba sayısına bağlı olarak değişiklik göstermez. Devreye eklenen lamba pilin enerjisine ortak olurken pil sayısı sabit olduğu sürece pilin enerji değerinde herhangi bir değişim olmaz. Kavram yanılgısı öğrencilerin devreye eklenen lambanın pilin enerjisini kullanarak azaltacağını düşünmesinden kaynaklanmaktadır.

#### **4.18.Lamba Sayısına Bağlı Işık Verme Süresi Modeli**

Kavram yanılgısının temelinde “*Üç lamba daha fazla dayanırken bir fazla dayanamayacağı için lambanın ışık vereceği süre azalır.*” düşüncesi yer almaktadır. Bu kavram yanılgısında lamba sayısı ile lambanın ışık verme süresi arasında bir ilişki kurulmaktadır. Yapılan görüşmelerde de öğrenci cevabını “*Lamba sayısı arttıkça lambanın yanma süresi artar. Önce ilk lamba yanar tükenir. Sonra ikinci lamba yanmaya başlar ve süre uzun olur.*” ifadesi ile gerekçelendirmiştir. Öğrenci devreye seri bağlanan lambaların aynı anda ışık vermeyeceğini, lambalardan önce birinin yanacağını, bu lambanın tamamen tükenince söneceğini, ardından diğer lambanın yanmaya başlayacağını ve böylece devrenin daha uzun süre ışık vereceğini düşünmektedir. Bu modelde lamba sayısı arttıkça devrenin daha uzun süre ışık vereceğine inanılmaktadır.

#### **4.19.Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli**

Kavram yanılgısı öğrencilerin basit bir elektrik devresinde yer alan lambaların ayrı ayrı yaydıkları ışığı zihinlerinde tek bir lambadan çıkıyormuş gibi

düşüncelerinden kaynaklanmaktadır. Öyle ki, kavram yanılgısı öğrencilerin görüşmelerde de ifade ettikleri üzere “*Üç lamba odayı bir lambadan daha çok aydınlatır.*” düşüncesine dayanmaktadır. Öğrenciler lamba sayısı arttıkça toplam lamba sayısındaki artış ile yayılan ışığın ve parlaklığın artacağına inanmaktadır. Benzer şekilde alanyazında da lamba sayısı arttığında parlaklığın artacağına ilişkin kavram yanılgısı ifade edilmektedir (Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012: 113).

#### **4.20.Parlaklık Üzerindeki Etki: Lamba ve Pil Sayılarının Eşitliği Modeli**

Bu modelde öğrenciler pil sayısı ile lamba sayısı arasındaki eşitliği hem lambanın yanmasını hem de parlak olmasını sağlayıcı bir etken olarak görmektedir. Öğrenciler ne kadar pil varsa o kadar da lamba olması gerektiğini, her pilin sahip olduğu enerjiyi eşleştiği lambaya göndereceğini düşünmektedir.

#### **4.21.Parlaklık Üzerindeki Etki: Devre Elemanın Yeri Modeli**

Öğrenci devre elemanın devredeki yerinin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğunu düşünerek pilin yerinin doğru olduğu durumlarda lamba parlaklığının artacağını düşünmektedir. Bu durum öğrencinin zihninde lambanın üstte, pilin altta olduğu sabit bir devre modeli olduğunu ortaya koymaktadır. Alanyazında da oluşturulan tüm devrelerde lambanın devredeki yerinin hep aynı olması dikkat çekici bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Gibbons, McMahon ve Wiegers, 2003: 5).

#### **4.22.Parlaklık Üzerindeki Etki: Lambanın Bağlı Olduğu Pil Kutbu Modeli**

Lambanın bağlı olduğu pil kutbuna yönelik öğrencilerin zihninde lambanın pilin pozitif kutbuna bağlanması durumunda parlaklığın artacağı, pilin negatif kutbuna bağlanması durumunda ise parlaklığın azalacağına ilişkin kavram yanılgısı olduğu saptanmıştır. Alanyazında da – kısmın az, + kısmın çok elektrik akımı oluşturduğu, öğrenciler tarafından + ve – kutup kavramlarının akım miktarı ile ilişkilendirildiği saptanmıştır. Bu durumun öğrencilerin günlük hayatta farklı anlamda kullandıkları artı ve eksi kelimelerini fen kavramları ile ilişkilendirememelerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Bakırcı vd., 2010: 42-43; Çepni ve Keleş, 2006: 282). Alanyazından farklı olarak öğrencilerin tek kutup olarak “Pozitif Kutuplu Modelin” parlaklığı arttıracağını, “Negatif Kutuplu Modelin” parlaklığı azaltacağını düşündükleri saptanmıştır. Bu kavram yanılgısı öğrencinin pozitif ve negatif kavramlarını polarizasyondan ziyade günlük yaşamda karşılaştığı



hali ile pozitif, artı, olumlu, mevcut; negatif, eksi, olumsuz, yok kavramları ile ilişkilendirerek lamba parlaklığında gerçekleşecek değişime yanlış transfer etmelerinden kaynaklanmaktadır.

#### **4.23.Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Modeli**

Bu model değişken türlerinden bağımsız ve kontrol edilen değişkeni yanlış tayin etme ve lamba parlaklığını etkileyen iki değişkeni (lamba ve pil sayısı) aynı anda değiştirme olmak üzere iki kavram yanılışı içermektedir. “*Lamba ve pil sayısını aynı anda değiştiren öğrencilerde lamba sayısı ve pil sayısı her ikisi de aynı anda artarsa parlaklık artar.*” kavram yanılışı söz konusudur. Lamba sayısındaki artışın parlaklığı arttıracığına yönelik düşünce “Devredeki Lambaların Yayıdığı Toplam Işık Modeli” olarak adlandırılan kavram yanılışına dayanmaktadır.

Araştırmanın önemli bir sonucu da lamba parlaklığı üzerinde pil ve lamba sayısındaki değişimin oluşturacağı etkidir. Pil sayısı arttırıldığında lamba parlaklığında artış olacağı her iki gruptaki öğrencilerin önemli bir bölümü tarafından ifade edilebilirken lamba sayısı arttığında lamba parlaklığının azalacağı deney grubundaki öğrencilerin önemli bir bölümü tarafından belirtilmesine karşın kontrol grubunda bu konuda güçlük yaşandığı saptanmıştır. Pil sayısındaki değişimin lamba parlaklığı üzerinde oluşturacağı etki her iki grupta da kolaylıkla belirtilirken lamba sayısındaki değişimin parlaklık üzerinde oluşturacağı etki konusunda özellikle kontrol grubunun kavram yanılışlarına sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca kontrol grubundaki öğrencilerin basit elektrik devrelerinin parlaklıklarını karşılaştırma konusunda güçlük yaşadıkları da anlaşılmıştır. Alanyazında da farklı eğitim kademelerindeki öğrencilerde kavram yanılışlarının saptandığı çalışmalar yer almaktadır (Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Dupin ve Johsua, 1987; Heller ve Finley, 1992; Lee ve Law, 2001; Millar ve King, 1993; Osborne, 1981, 1983; Psillos, Tiberghien ve Koumaras, 1988). Lisans düzeyinde öğrenim gören öğrenciler bile elektrik konularının soyut ve karmaşık olması nedeni ile elektrik deneylerini yapmada sıkıntı yaşadıklarını ifade etmişlerdir (Çelik, Pektaş ve Demirbaş, 2012; Ulukök, Çelik ve Sarı, 2013). Üniversiteden mezun olacak öğrencilerde dahi elektrik devreleri ile ilgili saptanan öğrenme güçlükleri dikkat çekicidir. Harvard Üniversitesinde mezuniyet töreni günü öğrencilerin tamamına yakını devre elemanları ile basit elektrik devresinin lamba yanacak şekilde kurulabileceğini

söylemiştir. Fakat uygulama aşamasında öğrencilerin önemli bir kısmının devreyi kuramadığı ya da lambayı yakamadığı gözlemlenmiştir (Schenps ve Sadler, 2003). Basit elektrik devresi gerek lamba, pil, duyu, anahtar ve bağlantı kabloları kullanılarak oluşturulacak devreler gerekse analogi gibi çeşitli modellerle somutlaştırılarak öğretilir ve bu modellerle mevcut kavram yanlışları giderilebilir. Buna karşın kavram yanlışlarının ve öğrenme güçlüklerinin öğretim sonunda hala devam etmesinde öğrencilerin daha önceki yıllardaki öğrenmelerinde bilginin yetersiz yapılandırılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Alanyazında yer alan çalışmalarda analogilerin kavram yanlışlarının saptanmasında (Aykutlu ve Şen, 2012; Öztuna-Kaplan ve Boyacıoğlu, 2013) ve giderilmesinde (Abak vd., 2001; Aykutlu ve Şen, 2011b; Bilgin ve Geban, 2001; Clement, 1998, Dilber ve Düzgün, 2008; Korgancı vd., 2015; Paatz vd., 2004; Pabuçcu ve Geban, 2006; Şendur, Toprak ve Şahin-Pekmez, 2008; Tsai, 1999) etkili olduğu saptanmıştır. Bu araştırmada öğretim öncesinde her iki grupta da saptanan kavram yanlışlarının öğretim sonunda giderilmesi ve yeni kavram yanlışının oluşumunun önlenmesi bağlamında deney grubunda kontrol grubuna nazaran daha başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

## ÖNERİLER

Araştırmanın sonuçları ışığında öneriler aşağıda ifade edilen kategoriler temelinde sunulmuştur.

### **1.Basit Elektrik Devresi ve Devre Şeması ile İlgili Zihinsel Modellerle İlgili Öneriler**

Basit elektrik devresi ile ilgili kavram yanılgıları küçük yaş gruplarından üniversite sıraları da dâhil olmak üzere farklı eğitim kademelerinde görülmektedir. Bu nedenle konunun öğretiminde klasik basit elektrik devresinin yanında öğrencinin ilgi ve dikkatini konuya çekmek, canlı tutmak ve ilk-ortaokul eğitim kademesinde öğrendiği bilgileri bir sonraki eğitim kademesine doğru bir şekilde aktarabilmesini, doğru zihinsel modeller oluşturmasını ve bu modelleri zihninde kolaylıkla canlandırarak çizim yapabilmesini sağlamak için günlük yaşam arasında kurulacak analogik ilişkilerin ve analogik modellerin kullanımının gerekli ve önemli olduğu düşünülmektedir.

### **2.Devre Elemanlarının Öğretimi ile İlgili Öneriler**

Öğrencilerin birden fazla pil kullanarak oluşturacakları devrelerde pilleri zıt kutupları yan yana gelecek şekilde bağlamaları ve devreye bağlayacakları pilin, kutuplarından herhangi birini boşa bırakmalarını önlemek için gerek basit elektrik devresi gerekse devre şeması çizimlerinde pilin + ve – kutuplarının gösterilmesinin gerekli ve önemli olduğu vurgulanmalıdır.

Öğrencilerin devreye bağlayacakları pilin herhangi bir kutbunu boşa bırakmalarını önlemek için kurulacak devrelerde çoklu pil yatakları yerine tekli pil yatakları kullanılmalıdır.

Pilin sembol gösteriminde + ve – kutuplar arasındaki boşluğun elektrik enerjisinin geçişini engelleyici bir durum olmadığı ifade edilmelidir.

Günlük yaşamda kullanılan “ışığı aç ve ışığı kapat” ifadesinin anahtarın açık ve kapalı olma durumuna; anahtarın açık ve kapalı olma durumunun da sisteme enerji girişine yanlış transfer edilmesi sonucunda değişime karşı dirençli kavram yanlışlarının oluşumunun önlenmesi ve mevcut yanlışların giderilmesi amacıyla pilin enerjisinin lambaya ulaşabilmesi için anahtarın devreyi nasıl tamamlayabileceği sorgulatılmalıdır.

*“Anahtar açıkken sistem elektrik enerjisi geçişine açık olur ve lamba yanar. Anahtar kapalı iken sistem elektrik enerjisi geçişine kapalı olur ve lamba yanmaz.”* değişime karşı oldukça dirençli kavram yanlışlarıdır. Bu yanlışların giderilmesi ve oluşumunun önlenmesi için açık ve kapalı kavramlarını kullanmak yerine basit bir elektrik devresi kurulurken önce anahtarın yerleştirileceği kısım boşta bırakılarak bu durumda lambanın yanmayacağı gösterilmelidir. Daha sonra öğrencilere anahtar kullanılarak devredeki boşluğun nasıl tamamlanacağı sorgulatılmalıdır. Anahtar devredeki boşluğu tamamlayan hatta devredeki açıklığı kapatan bir eleman olarak ifade edilmelidir.

Günlük yaşamda ev, okul gibi çeşitli ortamlarda yer alan lambaların yanması için elektrik enerjisi kaynağı, lamba ve anahtar arasında bir bağlantı olduğu ve bu bağlantının duvarların içinde gizli olduğu için göremediğimiz bağlantı kabloları aracılığı ile sağlandığı ifade edilmelidir.

Devreye eklenen lambaların sıralı olarak çalışacağına dair düşünce temelinde yapılandırılan lamba sayısı ile devrenin ışık verme ve pilin kullanım süresi arasındaki ilişki uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Devreye eklenen pillerin sıralı olarak çalışacağına dair düşünce temelinde yapılandırılan pil sayısı ile lambanın ışık verme süresi arasındaki ilişki uygulamalı olarak gösterilmelidir.

### **3.Elektrik Devrelerinde Lambanın Yanma/Yanmama Durumu ve Lamba Parlaklığı Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Öğretimi ile İlgili Öneriler**

Lambanın yanma/yanmama durumu ve parlaklığı üzerinde etkili olan faktörler birbirine karıştırıldığı için bu iki durum kesin sınırlarla birbirinden ayrılarak ifade edilmelidir.

Basit elektrik devresinde lambanın hangi durumlarda yanacağından ziyade hangi durumlarda yanmayacağı hatalı devre örnekleri üzerinde yapılacak uygulamalarla gösterilmelidir.

Pil, lamba, anahtar olmak üzere devre elemanlarının iki ucu olduğu ve lambanın yanması için tüm uçların bağlantıya dâhil edilmesi gerektiği belirtilmelidir. Aksi durumda lambanın yanmayacağı pil, lamba ve anahtarın birer ucunun bağlantıya dâhil edilmediği hatalı devre örnekleri üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Devre kurarken kullanılacak gereksiz bağlantı kablolarının ve kısa devrenin lambanın yanması ve parlaklık üzerindeki etkileri somut uygulamalar üzerinde gösterilmelidir.

Anahtarın devreyi tamamlayan bir eleman olduğu, lambanın yanma/yanmama durumu üzerinde etkili olmasına karşın az ve kuvvetli basma durumunun lamba parlaklığı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı uygulamalı olarak gösterilmelidir.

*“Lamba pilin pozitif kutbuna bağlanınca parlaklık artarken negatif kutba bağlanınca parlaklık azalır.”* düşüncesinin kavram yanılgısı içerdiği lambanın pilin sadece pozitif ve sadece negatif kutbuna bağlı olduğu iki ayrı devre üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Lambanın duya yerleştirilmesi ve bağlantı kablosunun sağlamlığının lambanın yanma/yanmama durumunu etkilemesine karşın lamba parlaklığı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı devre üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Devre elemanının devredeki yerinin ve lambanın pil ile arasındaki mesafenin lamba parlaklığı ve lambanın yanma/yanmama durumu üzerinde etkili olmadığını göstermek için kurulacak devrelerde lamba, pil ve anahtar olmak üzere devre elemanları farklı noktalara yerleştirilmelidir.

Lamba ve pil sayısındaki değişimin parlaklık üzerindeki etkisi kurulacak çeşitli devre örnekleri üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Öğrencilerin devrede yer alan tüm lambaları tek bir kaynak olarak algılaması neticesinde lamba sayısındaki artış ile parlaklığın artacağına yönelik kavram yanılgılarını gidermek ve kavram yanılgısı oluşumunu önlemek için her lambanın bağımsız bir ışık kaynağı olarak düşünülmesi gerektiği ifade edilmelidir.

Devreye kaç lamba bağlanırsa bağlansın pilin sahip olduğu enerji değerinin lambalar arasında paylaşılmadan her lambaya olduğu gibi gideceğine yönelik

yanılgıyı giderebilmek için bir pil, bir lambadan oluşan bir devre ile bir pil, iki lambadan oluşan bir devre karşılaştırılmalıdır. Öğrencilerin düşündüklerinin doğru olması halinde iki devrede yer alan üç lambanın da aynı parlaklıkta yanmasının gerektiği; ancak bir pil, bir lamba olan devredeki lambanın daha parlak yandığı ifade edilmelidir.

Günlük yaşam dilinde kullanılan pozitif ve negatif kavramları ile pildeki polarizasyon arasında herhangi bir ilişki olmadığı vurgulanmalıdır.

Öğrencilerin lambanın 1 pilden de 2 pilden de aynı değerde enerji alacağını düşünmelerini önlemek amacıyla bir lambanın yer aldığı iki elektrik devresinden birine bir, diğerine iki pil bağlanarak lambaların parlaklıklarının karşılaştırılması istenmelidir. Bu karşılaştırma devrede gerçekleşen kimyasal enerji, elektrik enerjisi, ısı ve ışık enerjisi bağlamında açıklanarak elektrik enerjisi miktarı artışıyla lambanın yayacağı ışığın pil sayısı arttıkça artacağı ifade edilmelidir.

Devreye eklenen pillerin sıralı çalışacağına inanarak pil sayısı arttıkça pilin kullanım süresinin artacağına dair düşüncenin giderilmesi ya da önlenmesi için bir pil, bir lambadan oluşan iki ayrı devre kurularak devrelerdeki lambaların parlaklıklarının aynı olduğu gösterilmelidir. Daha sonra bu devrelerden birine bir pil daha ilave edilerek pil ilave edilen devredeki lambanın daha parlak yandığı gösterilmelidir. Öyle ki, öğrencilerin ifade ettikleri gibi piller sıralı olarak çalışıyor olsaydı lamba parlaklığının pil ilave edildiğinde değişmemesi gerekirdi. Bu durumun iki pilin sıralı olarak değil aynı anda çalıştığının somut bir kanıtı olduğu öğrencilere ifade edilmelidir.

Pil kutuplarının bağlanma şeklinin lamba parlaklığı üzerinde etkili olduğuna ilişkin yanılığın giderilmesi için pilin kutupları yan yana bağlanarak lambanın yanmayacağı gösterilmelidir.

Devrede gerçekleştirilen değişiklikler farklı noktalar için tekrarlanarak gösterilmelidir. Pil sayısı sabitken devreye eklenecek lamba farklı noktalara yerleştirilerek her durumda gerçekleşen değişim gözlenmelidir. Lamba sayısı sabitken devreye eklenecek pil farklı noktalara yerleştirilerek her durumda gerçekleşecek değişim gözlenmelidir.

#### **4. Değişken Türlerinin Belirlenmesinin Öğretimi ile İlgili Öneriler**

Anahtar sayısının, anahtarın açık/kapalı olma durumunun, bağlantı kablosunun sağlam olmasının, bağlantı kablosunun pile daha sıkı bağlanmasının ve lambanın duya sıkı takılmasının lamba parlaklığını etkileyen bir değişken olmadığı ifade edilmelidir.

Lamba parlaklığı üzerinde etkili olan faktörlerin değişimi neticesinde ortaya çıkacak sonucu görmek için etkisi araştırılan değişken değiştirilirken parlaklığı etkilemesi olası diğer değişkenin sabit tutulması gerektiği ifade edilmelidir.

Bağımsız, bağımlı ve kontrol edilen değişken kavramlarını öğrenmek, akılda tutmak ve birbirleri ile karıştırmadan doğru bir şekilde ifade edebilmek güç olduğu için bağımsız değişken ile birlikte değiştirilen değişken, bağımlı değişken ile birlikte cevap veren, ölçülen ya da gözlenen değişken ve kontrol edilen değişken ile birlikte sabit tutulan değişken, sabitler, kontrol altına alınan ya da etkisi kontrol edilen değişken sözcükleri de kullanılmalıdır.

#### **5. Ders Kitabı ve Öğretim Programı ile İlgili Öneriler**

Fen Bilimleri 5 Ders Kitabında “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesinde basit elektrik devresi ile birlikte öğretimde kullanılacak alternatif herhangi bir model olmaması nedeni ile konuyla ilgili analogik modellere yer verilmelidir.

Pilin ışık kaynağı olmadığına anlaşılması için basit elektrik devresindeki enerji formları ve enerji dönüşümleri ifade edilmelidir. Bu nedenle Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında 5. Sınıf “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik” ünitesi kapsamında ifade edilen kazanımlara “Basit elektrik devresindeki farklı enerji formlarını bilir.” ve “Farklı enerji formları arasındaki dönüşümü bilir.” kazanımları ilave edilmelidir.

Öğrencilerin pilin kutuplarından biri ile lambanın bir ucu arasında kurdukları tek yönlü bağlantıda lambanın yanacağına inanmaları üzerinde 4. sınıfta kurdukları basit elektrik devrelerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu devrelerde pilin yerleştirildiği ikili ve çoklu pil yatakları ile lamba arasında yapılan bağlantılarda görsel olarak pilin tek kutbu ile lamba arasında bağlantı yapılırken diğer kutbun boşta bırakıldığına yönelik bir algı oluşmaktadır. Bu nedenle kurulacak basit elektrik devrelerinde özellikle küçük yaş gruplarında tekli pil yatakları kullanılarak pilin her

iki kutbunun da devreye bağlandığının gösterilmesinin “Tek Kutuplu Model” yanılığının ortadan kaldırılmasında etkili olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin devreye bağlayacakları pilin herhangi bir kutbunu boşta bırakmalarını önlemek için kurulacak devrelerde ikili/çoklu pil yatakları yerine tekli pil yatakları kullanılmalıdır. 4 ve 5. sınıf ders kitaplarında basit elektrik devrelerinin kurulumunda kullanılan pil yataklarının öğrencilerde tek kutuplu model kavram yanılığının oluşumunu desteklediği öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda da ortaya konulmuştur. Bu nedenle ders kitaplarının basit elektrik devrelerinde kullanılan ikili/çoklu pil yatakları bağlamında incelenerek tekli pil yatakları kullanılacak şekilde yeniden düzenlenmesinin son derece önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir. Öyle ki, ders kitapları bu halleri ile mevcut öğrenme zorluklarını destekler niteliktedir. Bu durum ders kitapları hazırlanırken basit elektrik devresi ile ilgili alanyazında yer alan kavram yanılığlarının dikkate alınmadığını ortaya koyması bağlamında dikkat çekicidir.

## **6. Analojik Modelin Hazırlanması ve Kullanımı ile İlgili Öneriler**

Analojik modellerle başarılı sonuçlar elde edebilmek için öncelikle öğrencilerin konuyla ilgili olarak kavram yanılığları saptanmalıdır. Analojik model, saptanan ve alanyazında ortaya koyulan kavram yanılığları ışığında tasarlanmalıdır.

Derslerde analojik modellerin kullanımı arttırılmalıdır.

Öğrencilerin kendi analojik modellerini oluşturmaları sağlanmalıdır. Bu şekilde öğrencilerde var olan kavram yanılığları açığa çıkarılabilir.

Öğrencilerde saptanan ve alanyazında ortaya koyulan kavram yanılığları analojik model üzerinde uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Öğretimde kullanılan analojik modelde (PSM) hava pompası (pil), balon (lamba), plastik şeffaf borular (bağlantı kablosu), vana (anahtar) ve balonu plastik şeffaf borulara takmak için kullanılan t boruları (duy) temin edilmesi kolay ve ekonomik açıdan uygun malzemeler olmaları nedeni ile öğrencilerin analojik modeli (PSM) gruplar halinde kurmaları sağlanmalıdır.

Analojik modelde kaynak-hedef kavram arasındaki benzerlikler ifade edilmeli ve uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Kavram yanılığı oluşumunu engellemek için analojik modelde kaynak-hedef kavram arasındaki farklılıklar ifade edilmelidir.



Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sırasında analogik modeller tasarımları sağlanmalıdır.

Öğretmenlerin hizmet içi kurslarla bilgi ve deneyimleri arttırılmalıdır.

### **7.Yeni Araştırmalar İçin Öneriler**

Analogik model derse yönelik tutumları düşük öğrencilerde uygulanmalı ve analogi kullanımının derse yönelik düşük tutum üzerinde oluşturacağı etki araştırılmalıdır.

*Bu doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Proje Yönetim Ofisi, Lisansüstü Tezleri Destekleme Programı Projesi kapsamında PYO.EGF.1904.13.006 numaralı bilimsel araştırma projesi ile desteklenmiştir.*

## KAYNAKLAR

- Abak, A., Eryılmaz, A., Yılmaz, S. & Yılmaz, M. (2001). Effects of bridging analogies on students' misconceptions about gravity and inertia. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 1-8.
- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. & Marek, A. E. (1992). Understanding and misunderstanding eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Acher, A., Arc'a, M. & Sanmart'i, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education*, 91, 398-418.
- Adadan, E., Irving, K. E. & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter. *International Journal of Science Education*, 31 (13), 1743-1775.
- Adadan, E. (2014). Model tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 378-403.
- Akçay, S. ve Şişe, Ö. (2014). Elektron optiğinin öğretilmesinde ışık optiği ile zenginleştirilmiş analogi kurulumu. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (2), 273-292.
- Akkuş, H. (2006). Kimyasal tepkimelerin dengeye ulaşmasının öğretiminde kullanılabilecek bir analogi: Meslek seçimi analogisi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi KKEFD/JOKKEF*, 14, 19-30.
- Aktan, M. B. (2013). Pre-service science teachers' views and content knowledge about models and modeling. *Education and Science*, 38 (168), 398-410.
- Altun, S. (2009). Üç aşamalı bir testle fen bilgisi öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (1-2), 72-79.
- Anagün, Ş. S. (2008). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinde yapılandırmacı öğrenme yoluyla fen okuryazarlığının geliştirilmesi: Bir eylem araştırması*. Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Asami, N., King, J. & Monk, M. (2000). Tuition and memory: Mental models and cognitive processing in Japanese children's work on DC electrical circuits. *Research in Science & Technological Education*, 18 (2), 141-154.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (4), 679-700.
- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A. ve Gücüm, B. (2004). Enzimler konusunun anlamlı öğrenilmesinde analogiler oluşturmanın etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 21-29.
- Ateş, S. (2005). Öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme ve kontrol etme yeteneklerinin geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 21-39.
- Ateş, S. ve Bahar, M. (2002, 16-18 Eylül). Araştırmacı fen öğretimi yaklaşımıyla sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin bilimsel yöntem yeteneklerinin

- geliştirilmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara.
- Ateş, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Ayas-Kör, S. (2006). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesinde görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı geliştirilen materyallerin etkisi*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydoğdu, M. ve Kesercioğlu, T. (Ed.). (2005). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aydoğdu, B. (2012, 27-30 Haziran). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hipotez kurma ile değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerinin incelenmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2011a). Fizik öğretmen adaylarının analogi kullanımına ilişkin görüşleri ve elektrik akımı konusundaki analogileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 48-59.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2011b). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 5 (2), 221-250.
- Aykutlu, I. ve 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.
- Ayvacı, H. Ş. ve İpek-Akbulut, H. (2012). Elektrik akımı ile ilgili kavramların gelişiminde V diyagramlarının etkisini belirlemeye yönelik bir pilot çalışma. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 106-123.
- Aytaç, A., Türker, S. ve Üçüncü, Z. (2015). *İlkokul fen bilimleri 4 ders kitabı*. Ankara: Tutku Yayıncılık.
- Azizoğlu, N. ve Salifoğlu, A. (2012, 4-7 Mayıs). Analogi tekniği ve öğretim sürecinde analogilerin kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Azizoğlu, N., Çamurcu, M. ve Kırtak-Ad, V. N. (2014). Ortaöğretim fizik ders kitaplarında analogilerin kullanımı: Belirleme ve sınıflandırma çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11 (2), 39-62.
- Azizoğlu, N., Aslan, S. ve Pekcan, S. (2015). Periyodik sistem konusu ve analogilerle öğretim modeli: Yöntem, cinsiyet ve motivasyon faktörlerinin öğrenci başarısına etkisi. *İlköğretim Online*, 14 (2), 472-488.
- Bağcı-Kılıç, G., Yardımcı, E. ve Metin, D. (2009). Fen öğretiminde değişkenler nasıl adlandırılabilir? *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 9 (2), 13-26.
- Bakırcı, H., Subay, S., Midyatlı, F. ve Ünsal, N. (2010). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bazı fen kavramlarıyla ilgili düşüncelerinin sınıf seviyesine göre incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10 (1), 31-48.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (7), 719-756.
- Baştürk, R. (2009). Deneme modelleri. A. Tanrıoğen (ed.), *Bilimsel araştırma yöntemleri* (ss. 31-54) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Bayazit, İ. (2011). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde analogi kullanımları konusundaki görüş ve yeterlilikleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 139-158.
- Bayram, G. ve Kibar, F. S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri 5 ders kitabı*. Ankara: Sevgi Yayınları.
- Berber-Cerit, N. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Bilgin, İ. ve Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analoji) yöntemi kullanarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.
- Black, M. (1962). *Models and metaphors. Studies in Language and Philosophy*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26 (15), 1855-1873.
- Borges, A. T. & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 95-117.
- Boulter, C. & Buckley, B. (2000). Constructing a typology of models for science education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (eds.), *Developing models in science education* (pp. 41-57). Dordrecht: Kluwer.
- Bouwma-Gearhart, J., Stewart, J. & Brown, K. (2009). Student misapplication of a gas-like model to explain particle movement in heated solids: Implications for curriculum and instruction towards students' creation and revision of accurate explanatory models. *International Journal of Science Education*, 31 (9), 1157-1174.
- Bransford, J., Sherwood, R., Vye, N. & Rieser, J. (1986). Teaching thinking and problem solving. *American Psychologist*, 41 (10), 1078-1089.
- Brown, D. E. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18 (4), 237-261.
- Bryce, T. & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27 (6), 737-763.
- Buckley, B. C. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in Biology. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 895-935.
- Burns, J. C. & Okey, J. R. (1985). Effects of teacher use of analogies on achievement of high school biology students with varying levels of cognitive ability and prior knowledge. Retrieved July 25, 2014, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED254431.pdf>
- Butts, W. (1985). Children's understanding of electric current in three countries. *Research in Science Education*, 15 (1), 127-130.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (16. Baskı). Ankara: Pegem A Akademi.
- Caillot, M. & Xuan, A. N. (1993). Adults' misconceptions in electricity. The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust:

- Ithaca, NY. Retrieved July 27, 2014, from [http://www.mlrg.org/proc3pdfs/Caillot\\_Electricity.pdf](http://www.mlrg.org/proc3pdfs/Caillot_Electricity.pdf)
- Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electrical potential. *Physics Education*, 34 (6), 341-345.
- Cemaloğlu, N. (2009). Veri toplama teknikleri: Nicel-nitel. A. Tanrıoğen (ed.), *Bilimsel araştırma yöntemleri* (ss. 131-164) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Cha, J., Byun, S. & Noh, T. (2004). The analysis of analogies in chemistry content of secondary school science textbooks based on the 7th national curriculum. *Journal of The Korean Chemical Society*, 48 (6), 629-637.
- Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (2), 107-123.
- Cheng, A. K. & Kwen, B. H. (1998). Primary pupils' conceptions about some aspects of electricity. Retrieved June 6, 2014, from <http://www.aare.edu.au/data/publications/1998/ang98205.pdf>
- Chi, M. T. H., Slotta, J. T. & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1), 27-43.
- Clement, J. (1987). Overcoming students' misconceptions in physics: The role of anchoring intuitions and analogical validity. In J. Novak (ed.), *Proceedings of the 2nd International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics* (pp. 84-97). Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science. In J. A. Glover, R. R. Ronning & C. R. Reynolds (eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research* (pp. 341-381). New York: Plenum.
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*, 20 (10), 1271-1286.
- Clement, J. J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1041-1053.
- Clement, J. J. & Steinberg, M. S. (2002). Step-wise evolution of mental models of electric circuits: A "Learning-Aloud" case study. *The Journal of The Learning Sciences*, 11 (4), 389-452.
- Closset, J. L. (1983). Sequential reasoning in electricity. *Research on Physics Education. Proceedings of the First International Work shop* (pp. 313- 319). Paris: Edition du CNRS.
- Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U. (1983). Potential differences and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51 (5), 407- 412.
- Coll, R. K. & Taylor, N. (2002). Mental models in chemistry: Senior chemistry students' mental models of chemical bonding. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (2), 175-184.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87 (5), 685-707.
- 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.

- Creswell, J. W. & Plano-Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (2. Baskı). Yüksel Dede ve Selçuk Beşir Demir (Çev. Ed.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çakır, C. ve Azizoğlu, N. (2012, 4-7 Mayıs). Maddeyi oluşturan tanecikler konusunun analogilerle destekli öğretimini öğrencilerin akademik başarısına etkisi. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Çalık, M., Ayas, A. & Coll, R. K. (2009). Investigating the effectiveness of an analogy activity in improving students' conceptual change for solution chemistry concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7 (4), 651-676.
- Çalık, M. & Kaya, E. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında ve öğretim programındaki benzetmelerin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11 (4), 856-868.
- Çamurcu, M., Kırtak-Ad, V. N. ve Azizoğlu, N. (2012, 4-7 Mayıs). Ortaöğretim fizik ders kitaplarında yer alan analogilerin incelenmesi. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Çelik, H., Pektaş, H. M. & Demirbaş, M. (2012). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin elektrik devrelerini kurma ve şematize etme durumlarının incelenmesi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 35, 85-103.
- Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), 9-26.
- Çepni, S. (2005). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji* (4.baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çepni, S. & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4 (2), 269-291.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çetingöl, P. İ. & Geban, Ö. (2005). Understanding of acid-base concept by using conceptual change approach. *Hacettepe University Journal of Education*, 29, 69-74.
- Çıldır, İ. ve şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 92-101.
- Çıray, F. ve Erişti, B. (2014). Disiplinler arası analogi tabanlı öğretimin farklı düzeylerde akademik başarılı ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisi. *İlköğretim Online*, 13 (3), 1049-1064.
- Çilenti, K. (1985). *Eğitim teknolojisi ve öğretim*. Ankara: Kadıoğlu matbaası.
- Çökelez, A., Dumon, A. & Taber, K. S. (2008). Upper secondary French students, chemical transformations and the "Register of Models": A cross-sectional study. *International Journal of Science Education*, 30 (6), 807-836.
- Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin tanecik kavramı hakkındaki görüşleri: Bilgi dönüşümü. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 64-75.
- Danusso, L., Testa, I. & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education*, 32 (7), 871-905.

- De Kleer, J. & Brown, J. S. (1983). Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In Albert L. Stevens & Dedre Gentner (eds.), *Mental models* (pp. 155-190). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Demir, S., Önen, F. ve Şahin, F. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bakış açısıyla analogiler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 5 (2), 86-114.
- Demirci-Güler, M. P. ve Yağbasan, R. (2008). Fen ve teknoloji ders kitaplarında kullanılan analogilerin ve analogilere ilişkin sorunların betimlenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (16), 105-122.
- Demirci-Güler, M. P. ve Yağbasan, R. (2010, 27-29 October). Fen ve teknoloji dersinde analogi kullanımının öğrencilerin başarı, tutum ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi. *International Science and Technology Conference*, Turkish Republic of Northern Cyprus.
- Demircioğlu, H., Vural, S. ve Demircioğlu, G. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri: Maddenin tanecikli yapısı. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 38, 65-84.
- 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.
- Dikmenli, M. (2010). An analysis of analogies used in secondary school biology textbooks: Case of Turkey. *Eurasian Journal of Educational Research*, 41, 73-90.
- Dikmenli, M. ve Kıray, S. A. (2007, 3-5 Mayıs). İlköğretim fen ve teknoloji ders kitaplarında kullanılan analogilerin analizi. *7th International Educational Technology Conference*, Near East University, North Cyprus.
- Dilber, R. & Düzgün, B. (2008). Effectiveness of analogy on students' success and elimination of misconception. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2 (3), 174-183.
- Doerr, H. M. (1996). Integrating the study of trigonometry, vectors, and force through modeling. *School Science and Mathematics*, 96 (8), 407-418.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5 (1), 61-84.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75 (6), 649-672.
- Duit, R., & Rhöneck, C.V. (1997). Learning and understanding key concepts of electricity. Retrieved March 9, 2015, from <http://pluslucis.univie.ac.at/Archiv/ICPE/C2.html>
- Dupin, J. J. & Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (9), 791-806.
- Durmaz, H. ve Mutlu, S. (2012). 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik bir çalışma örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 6 (1), 124-150.
- Eilam, B. (2004). Drops of water and soap solution: Students' constraining mental models of the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (10), 970-993.
- Ekici, E., Ekici, F. ve Aydın, F. (2007). Fen bilgisi derslerinde benzeşimlerin (analoji) kullanılabilirliğine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri ve

- örnekleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 8 (1), 95-113.
- Engelhardt, P. V. & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72 (1), 98-115.
- Erduran, S. & Duschl, R. A. (2004). Interdisciplinary characterizations of models and the nature of chemical knowledge in the classroom. *Studies in Science Education*, 40 (1), 105-138.
- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2 (1), 142-159.
- Ergün, A. ve Sarıkaya, M. (2014). Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde modele dayalı aktivitelerin etkisi. *NWSA-Education Sciences*, 9 (3), 248-275.
- Erökten, S. & Kahraman-Gökharman, H. (2013). The effect of analogy method on student achievement in the unit "The Structure and Properties of Matter" Çivril sample. *World Applied Sciences Journal*, 23 (6), 744-750.
- Erten, S. (2015). *Ortaokul 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı*. Ankara: Bilim ve Kültür Yayınları.
- Everett, S. A., Otto, C. A. & Luera, G. R. (2009). Preservice elementary teachers' growth in knowledge of models in a science capstone course. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7 (6), 1201-1225.
- Eskandar, F. A., Bayrami, M., Vahedi, S. & Ansar, V. A. A. (2013). The effect of instructional analogies in interaction with logical thinking ability on achievement and attitude towards chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 14, 566-575.
- Fleer, M. (1994). Determining children's understanding of electricity. *The Journal of Educational Research*, 87 (4), 248-253.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y. & Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Reserach in Science Teaching*, 36 (7), 806-836.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 121-142.
- Gee, B. (1978). Models as a pedagogical tool: Can we learn from Maxwell?. *Physics Education*, 13 (5), 287-291.
- Gemici, Ö., Küçüközer, H. ve Mergen-Kocakulah, A. (2002, 16-18 Eylül). Yeniden yapılanma sürecinde fizik eğitimi öğrencilerin genel fizik kavramları ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesine ilişkin bir çalışma. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7 (2), 155-170.
- Gentner, D. (1988). Analogical inference and analogical access. In A. Prieditis (ed.), *Analogica* (pp. 63-88). Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.
- Gentner, D. & Gentner, D. R. (1983) Flowing waters and teeming crowds: Mental models of electricity. In D. Gentner and A. L. Stevens (eds.), *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale, NY: Erlbaum.



- Gibbons, P. C., McMahon, A. P. & Wieggers, J. F. (2003). Hands-on current electricity: A professional development course. *Journal of Elementary Science Education*, 15 (2), 1-11.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66 (4), 623-633.
- Gilbert, J. K., Watts, D. M. & Osborne, R. J. (1982). Students' conceptions of ideas in mechanics. *Physics Education*, 17 (2), 62-66.
- Gilbert, S. W. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 315-327.
- Gilbert, J. K. (1993). *Models and modelling in science education*. Hatfield, UK: Association for Science Education.
- Gilbert, J. K. & Boulter, C. J. (1995, 22-26 April). Stretching models too far. *Annual Conference of the American Educational Research Association*, San Francisco.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses?. *International Journal of Science Education*, 20 (1), 83-97.
- Gilbert, J. K. & Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: Potential and current realisation. *International Journal of Science Education*, 22 (3), 265-283.
- Giordan, A. (1991). The importance of modelling in the teaching popularization of science. *Impact of Science on Society*, 41, 321-338.
- Glynn, S. M. (1989). The teaching with analogies model: Explaining concepts in expository texts. In K. D. Muth (ed.), *Children's comprehension of narrative and expository text: Research into practice* (pp. 185-204). Newark: International Reading Association.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model. In S. Glynn, R. Yeany & B. Britton (eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Glynn, S. M. (1994). Teaching science with analogies: A strategy for teachers and textbook authors. Reading Research Report No. 15. Retrieved June 6, 2014, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED373306.pdf>
- Glynn, S. M. & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (10), 1129-1149.
- Gobert, J. D. & Clement, J. J. (1999). Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 39-53.
- Gobert, J. D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 937- 977.
- Gobert, J. D. & Buckley, B. C. (2000). Introduction to Model-based Teaching and Learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 891-894.
- Gobert, J. D. & Pallant, A. (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (1), 7-22.
- Gödek, Y. (2004). The importance of modelling in science education and in teacher education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 54-61.

- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 1-11.
- Griffiths, A. K. & Thompson, J. (1993). Secondary school students' understandings of scientific process: An interview study. *Research in Science & Technological Education*, 11 (1), 15-26.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (9), 799-822.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: Modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29 (134), 36-48.
- Güler, O. F., Ekmekçi, M. ve Sökmen, H. T. (2013). *İlköğretim fen ve teknoloji 4. sınıf ders kitabı öğrenci çalışma kitabı*. Ankara: Gün Yayınları.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 65-90.
- Günay-Bilaloğlu, R. (2005). Erken çocukluk döneminde fen öğretiminde analogi tekniği. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (30), 72-77.
- Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 185-197.
- Gündüz, G. (2013). *Ortaokul fen bilimleri 5. sınıf ders kitabı*. Ankara: Evren Yayıncılık.
- Günel, M., Kabataş-Memiş, E. ve Büyükkasap, E. (2009). Öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinin ve analogi kurmanın üniversite düzeyinde mekanik konularını öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 401-419.
- Güneş, B., Bağcı, N. ve Gülçiçek, Ç. (2004). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 1-14.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1 (1), 35-48.
- Güneş, M. H. & Çelikler, D. (2010). The investigation of effects of modelling and computer assisted instruction on academic achievement. *The International Journal of Educational Researchers*, 1 (1), 20-27.
- Halloun, L. A. & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1-18.
- Harman, G. (2014). Hücre zarından madde geçişi ile ilgili kavram yanlışlarının tahmin-gözlem-açıklama yöntemiyle belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11 (4), 81-106.
- Harman, G. & Çökelez, A. (2015). Teaching the effect of variables on the brightness of a light bulb in a simple electrical circuit using a pneumatic system model (PSM). *International Journal of Physical Sciences*, 10 (6), 215-221.
- Harrison, A. G & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98 (8), 420-429.

- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000a). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84, 352-381.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000b). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 1011-1026.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in Science Education*, 31 (3), 401-536.
- Heller, M. P. & Finley, N.F. (1992). Variable uses of alternative conceptions, a case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (3), 259-275.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst south african students. *Physics Education*, 15 (2), 92-105.
- Henze, I., Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2007). Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science. *Research in Science Education*, 37 (2), 99-122.
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55 (5), 440-454.
- Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60 (8), 732-748.
- Heywood, D. & Parker, J. (1997). Confronting the analogy: Primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity. *International Journal of Science Education*, 19 (8), 869-885.
- Hodgson, T. (1995). Secondary mathematics modeling: Issues and challenges. *School Science and Mathematics*, 95 (7), 351-358.
- Hutchison, C. B. & Padgett, B. L. (2007). How to create and use analogies effectively in the teaching of science concepts. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 44 (2), 69-72.
- Ingham, A. & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13 (2), 193-202.
- İpek, H. & Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within four-step constructivist teaching model: A sample teaching of series and parallel circuits. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (3), 143-153.
- İyibil, Ü. ve Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 4 (2), 25-46.
- Jones, B. L., Lynch, P. P. & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9 (1), 43-53.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002a). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24 (12), 1273-1292.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002b). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 369-387.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25 (11), 1369-1386.
- Kanim, S. (2001). Research-based modifications to instruction in physics courses for engineers. *Physics Education Research Conference Proceedings*.

- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Kaptan, F. ve Arslan, B. (2002, 16-18 Eylül). Fen eğitiminde soru cevap tekniği ile analogi tekniğinin karşılaştırılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 867-890.
- Karamustafaoğlu, S. ve Kandaz, U. (2006). Okul öncesi eğitimde fen etkinliklerinde kullanılan öğretim yöntemleri ve karşılaşılan güçlükler. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 65-81.
- Karasar, N. (2006). *Bilimsel araştırma yöntemi* (16. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaya, V. H., ve Gödek-Altuk, Y. (2010, 13-15 Mayıs). İlköğretim öğrencilerinin basit elektrik devresi konusu ile ilgili kavram yanlışları. *I. Ulusal Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi*, Balıkesir.
- Keenan, C. W., Kleinfelter, D. C. & Wood, J. H. (1980). *General college chemistry* (6<sup>th</sup> ed.). San Francisco, CA: Harper and Row, Publishers.
- Keser, Ö. F. ve Başak, M. H. (2013). Yaşamımızdaki elektrik ünitesine yönelik öğrenci kazanım düzeylerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10 (2), 116-137.
- Kesercioğlu, T., Yılmaz, H., Huyugüzel-Çavaş, P. ve Çavaş, B. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretiminde analogilerin kullanımı: "Örnek uygulamalar". *Ege Eğitim Dergisi*, 5, 35-44.
- Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91 (6), 877-905.
- Kobal, S., Şahin, A. ve Kara, İ. (2013). Fen ve teknoloji dersinde analogilere dayalı öğretimin öğrencilerin başarıları ve hatırd tutma düzeyi üzerindeki etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 46-61.
- Korganci, N., Miron, C., Dafinei, A. & Antohe, S. (2015). The Importance of Inquiry-Based Learning on Electric Circuit Models for Conceptual Understanding. *WCES 2014, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2463-2468.
- Kozma, R., Jones, T., Wykoff, J. & Russell, J. (1992). Multimedia, multiple representations and mental models in chemistry. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco.
- Kuo, M-T., Jones, L., Pulos, L. & Hyslop, R. (2004). The relationship of molecular representations, complexity, and orientation to the difficulty of stereochemistry problems. *The Chemical Educator*, 9, 1-7.
- Kurnaz, M. A. ve Değermenci, A. (2012). 7. sınıf öğrencilerinin Güneş, Dünya ve Ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, 11 (1), 137-150.
- Kurt, H., Ekici, G. ve Aksu, Ö. (2013). Tuz: Biyoloji öğretmen adaylarının zihinsel modelleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2 (4), 244-255.
- Küçükahmet, L. (2001). *Öğretimde planlama ve değerlendirme* (12. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kuş, E. (2007). *Nicel-nitel araştırma teknikleri* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Küçüközer, H. (2003). Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 142-148.

- Küçüközer, H. & Demirci, N. (2005, 13-16 September). High school physics teachers' forms of thought about simple electric circuits. *23<sup>th</sup> International Physics Congress*, Muğla.
- Küçüközer, H. & Kocakulah, S. (2007). Secondary school students' misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Turkish Science Education*, 4 (1), 101-115.
- Laçın-Şimşek, C. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji ders kitaplarındaki deneyleri bilimsel süreç becerileri açısından analiz edebilme yeterlilikleri. *İlköğretim Online*, 9 (2), 433-445.
- Lancor, R. A. (2012). Using student-generated analogies to investigate conceptions of energy: A multidisciplinary study. *International Journal of Science Education*, 36 (1), 1-23.
- 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.
- Lock, R. (1997). Post-16 biology: Some model approaches?. *School Science Review*, 79 (286), 33-38.
- Maia, P. F. & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31 (5), 603-630.
- MacKinnon, G. R. (2003). Why models sometimes fail?. Eight suggestions to improve science instruction. *Journal of College Science Teaching*, 32 (7), 430-433.
- M'arquez, C., Izquierdo, M. & Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, 90 (2), 202-226.
- McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60 (11), 994-1003.
- Meheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 605-618.
- MEB. (2012). *İlköğretim 4 fen ve teknoloji ders ve öğrenci çalışma kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2013a). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitaplar Müdürlüğü Basımevi. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- MEB. (2013b). *Ortaokul 5. sınıf fen bilimleri ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2013c). *İlköğretim 4 fen ve teknoloji ders ve öğrenci çalışma kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2014a). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders ve çalışma kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2014b). *Ortaokul fen bilimleri 5. sınıf ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2015). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu fen bilimleri 5. sınıf ders kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Millar, R. & King, T. (1993). Students' understanding of voltage in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15 (3), 339-349.
- Monaghan, J. M. & Clement, J. (1994, April). Factors affecting the efficacy of computer simulation for facilitating relative motion concept acquisition and

- visualization. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, Louisiana.
- Mozzer, N. B. & Justi, R. (2012). Students' pre- and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. *International Journal of Science Education*, 34 (3), 429-458.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (2), 88-98.
- Nashon, S. M. (2003). Teaching and learning high school physics in Kenyan classrooms using analogies. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3 (3), 333-345.
- NRC. (National Research Council). (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Newby, T. J., Ertmer, P. A. & Stepich, D. A. (1995). Instructional analogies and the learning of concepts. *Educational Technology Research and Development*, 43 (1), 5-18.
- Norman, D. N. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (eds.), *Mental models* (pp. 7-14). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Okan, K. (1993). *Eğitim teknolojisi (Yöntemler-Teknikler ve Uygulama)*. Ankara: Emel matbaacılık.
- Oliva, J. M., Azcarate, P. & Navarrete, A. (2007). Teaching models in the use of analogies as a resource in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 29 (1), 45-66.
- Orgill, M. K. & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5 (1), 15-32.
- 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(1), 73-82.
- Ören, F. Ş., Ormancı, Ü., Babacan, T., Koparan, S. ve Çiçek, T. (2011). Analoji ve araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı temelli rehber materyal geliştirme çalışması: 'Madde ve Değişim' öğrenme alanı. *Kuramsal Eğitimbilim*, 4 (2), 30-64.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: Applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (2), 35-45.
- Öztuna-Kaplan, A. ve Boyacıoğlu, N. (2013). Çocuk karikatürlerinde maddenin tanecikli yapısı. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10 (1), 156-175.
- Öztürk, F. N. ve Aydın, A. (2013). 7. sınıf fen ve teknoloji müfredat modülasyonu: Öğretmenlerden gelen özgün anlamlar/analjiler. *The journal of Academic Social Science Studies*, 6 (1), 299-309.
- Paatz, R., Ryder, J., Schwedes, H. & Scott, P. (2004). A case study analysing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 26 (9), 1065-1081.
- Pabuçcu, A. & Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184-192.
- Pardhan, H. & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23 (3), 301-318.

- Passmore, C. & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (3), 184-205.
- Pimentel, G. C. (1963). *Chemistry: An Experimental Science*. San Francisco: W. H. Freeman and Company. Retrieved July 22, 2014, from <https://archive.org/stream/chemistryexperim00chem#page/n5/mode/2up>
- Psillos, D., Tiberghien, A. & Koumaras, P. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on dc circuits. *International Journal of Science Education*, 10 (1), 29-43.
- Raghavan, K. & Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The Mars Curriculum. *Science Education*, 79 (1), 37-61.
- Richards, J., Barowy, W. & Levin, D. (1992). Computer simulations in the science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 1 (1), 67-79.
- Ritchie, S., Tobin, K. & Hook, K. S. (1997). Teaching referents and the warrants used to test the viability of students' mental models: Is there a link?. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (3), 223-238.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. & Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (5), 500-529.
- Rothhaar, R., Pittendrigh, B. R. & Orvis, K. S. (2006). The Lego analogy model for teaching gene sequencing and biotechnology. *Journal of Biological Education*, 40 (4), 166-171.
- Rule, A. C. & Furletti, C. (2004). Using form and function analogy object boxes to teach human body systems. *School Science and Mathematics*, 104 (4), 155-169.
- Rule, A. C., Baldwin, S. & Schell, R. (2008). Second graders learn animal adaptations through form and function analogy object boxes. *International Journal of Science Education*, 30 (9), 1159-1182.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1981). Analogical processes in learning. In J. R. Anderson (ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 335-359). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sağlam-Arslan, A. & Devocioğlu, Y. (2010). Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11 (1), Article 7.
- Saka, A. (2012, 27-30 Haziran). Öğretmen adaylarının nedensel süreç becerileri açısından değerlendirilmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.
- Sarantopoulos, P. & Tsaparlis, G. (2004). Analogies in chemistry teaching as a means of attainment of cognitive and affective objectives: A longitudinal study in a naturalistic setting, using analogies with a strong social content. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5 (1), 33-50.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan-Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12 (1), 85-88.
- Sarıkaya, M. (2007). Kolay sağlanabilir malzemelerle molekül model yapımı. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (3), 513-537.
- Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K. & Reiner, M. (1991). Causal models and experimentation strategies in scientific reasoning. *The Journal of the Learning Sciences*, 1 (2), 201-238.

- Schenps, M. H. & Sadler, P. M. (2003). A private universe: Minds of our own. Harward-Smithsonian Center for Astrophysics, DVD.
- Schwarz, C. V. & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91 (1), 158-186.
- Seel, N. M. (2001). Epistemology, situated cognition and mental models: Like a bridge over troubled water. *Instructional Science*, 29 (4), 403-427.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2002, 16-18 Eylül). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin kavram yanlışları. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A. (2004). Cinsiyetin öğrencilerin elektrik konusunda sahip oldukları kavram yanlışları üzerindeki etkisi ve görülen cinsiyet farklılıklarının nedenleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 141-147.
- Sencar, S., Yılmaz, E. E. ve Eryılmaz, A. (2001). Lise öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 113-120.
- Sert-Çibık, A. ve Yalçın, N. (2012). Analogilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin fen bilgisi öğrencilerinin fizik dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi GEFAD/GUJGEF*, 32 (1), 185-203.
- Shen, J. & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study of an elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91 (6), 948-966.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J.-J., Johsua, S. & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10 (3), 303-316.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Smit, J. J. A. & Finegold, M. (1995). Models in physics: Perceptions held by final-year prospective physical science teachers studying at South African universities. *International Journal of Science Education*, 17 (5), 621-634.
- Smith, E. L., Blakeslee, T. D. & Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (2), 111-126.
- Sönmez, V. ve Alacapınar, F. G. (2013). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Stewart, J. & Hafner, R. (1991). Extending the conception of problem solving. *Science Education*, 75 (1), 105-120.
- Stewart, J., Hafner, R., Johnson, S. & Finkel, E. (1992). Science as model building: Computers and high-school genetics. *Educational Psychologist*, 27 (3), 317-336.
- Stockmayer, S. (2010). Teaching direct current theory using a field model. *International Journal of Science Education*, 32 (13), 1801-1828.
- Swain, D. P. (2000). The water-tower analogy of the cardiovascular system. *Advances in Physiology Education*, 24 (1), 43-50.
- Şaşmaz-Ören, F., Ormancı, Ü., Babacan, T., Çiçek, T. ve Koparan, S. (2010). Analoji ve araştırma temelli öğrenme yaklaşımına dayalı rehber materyal



- uygulaması ile buna yönelik öğrenci görüşleri. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 33-53.
- Şeker-Gökulu, A. & Geban, Ö. (2014). Facilitating conceptual change in atom, molecule, ion and matter concepts. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 304-322.
- Şen, A. İ. ve Aykutlu, I. (2008). Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavramlarının tespit edilmesinde kavram haritalarının alternatif değerlendirme aracı olarak kullanılması. *Eurasian Journal of Educational Research*, 31, 75-92.
- Şendur, G., Toprak, M. ve Şahin-Pekmez, E. (2008). Buharlaştırma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlarının önlenmesinde analogi yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9 (2), 37-58.
- Şenpolat, Y., Seven, S. ve Düzgün, B. (2005). Fen bilgisi öğretiminde analogi kullanımının öğrenci başarısına ve derse yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31 (2), 94-101.
- Şimşek, H., Hırça, N. ve Coşkun, S. (2012). İlköğretim fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim yöntem ve tekniklerini tercih ve uygulama düzeyleri: Şanlıurfa ili örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (18), 249-268.
- Taşkın, N. R., Şenel, H. ve Yıldırım, O. (2012, 27-30 Haziran). Biyoloji Eğitiminde etkin analogi kullanımı: DNA'nın korunma faktörleri örneği üzerine bir inceleme çalışması. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.
- Taşlıdere, E. & Eryılmaz, A. (2009). Alternative to traditional physics instruction: Effectiveness of conceptual physics approach. *Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 109-128.
- Taşlıdere, E. (2014). Kavramsal değişim yaklaşımının doğru akım devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 200-223.
- Tavşancıl, E. (2010). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (4. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Taylor, N. & Coll, R. K. (2001). Employing analogies and models to engender conceptual change in science amongst pre-service primary school teachers in Fiji. *Asia Pacific Journal of Education*, 21 (1), 53-65.
- Taylor, I., Barker, M. & Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25 (10), 1205-1225.
- Temiz, B. K. ve Tan, M. (2009). Lise 1. sınıf öğrencilerinin değişkenleri belirleme ve hipotez kurma becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17 (1), 195-202.
- Tezcan, H. ve Seyitoğlu, B. (2007). Lise kimya ders kitaplarının analogik açıdan incelenmesi. *Milli Eğitim*, 174, 282-292.
- Thiele, R. B. & Treagust, D. F. (1992, 10-12 June). Analogies in senior high school chemistry textbooks: A critical analysis. *ICASE Research Conference in Chemistry and Physics Education*, Dortmund, Germany. Retrieved June 6, 2014, from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED357966.pdf>
- Treagust, D. F., Harrison, A. G. & Venville, G. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for pre-service and in-service teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9 (2), 85-101.

- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24 (4), 357-368.
- Tsai, C-C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8 (1), 83-91.
- Türkoğuz, S. ve Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155-173.
- Ulukök, Ş., Çelik, H. ve Sarı, U. (2013). Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6 (1), 77-101.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim*, 171, 188-196.
- Ünal-Çoban, G. ve Ergin, Ö. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin etkilerinin bilimsel bilgi açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 505-520.
- Ünsal, Y., Ergin, İ. ve Kızılcık, H. Ş. (2009, 1-3 Mayıs). Ortaöğretim fizik ders kitaplarının bilimsel model ve modellemeler bakımından analizi: Türkiye'de okutulan fizik ders kitapları örneği. *The First International Congress of Educational Research (I. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi)*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21 (11), 1141-1153.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24 (12), 1255-1272.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4 (1), 45-69.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18 (1), 123-184.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I. & Ikospentaki, K. (2004). Modes of knowing and ways of reasoning in elementary astronomy. *Cognitive Development*, 19, 203-222.
- Wells, M., Hestenes, D. & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63 (7), 606-619.
- Wichaidit, S., Wongyounoi, S., Dechsri, P. & Chaivisuthangkura, P. (2011). Using analogy and model to enhance conceptual change in Thai middle school students. *US-China Education Review*, 8 (3), 333-338.
- Williams, M. D., Hollan, J. D., & Stevens, A. L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. In D. Gentner & A. L. Stevens (eds.), *Mental models* (pp. 131-153). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Yağbasan, R. & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 102-120.
- Yerrick, R. K., Doster, E., Nugent, J. S., Parke, H. M. & Crawley, F. E. (2003). Social interaction and the use of analogy: An analysis of preservice teachers'

- talk during physics inquiry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5), 443-463.
- Yeşilyurt, M. (2006). İlköğretim ve lise öğrencilerinin elektrik kavramı ile ilgili düşünceleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (17), 41-59.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö. ve Akçay, S. (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (1), 67-82.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, H. ve Huyugüzel-Çavaş, P. (2006). 4-E öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 2-18.
- Yılmaz, S. (2010). Öğretmen adaylarının Newton'un üçüncü kanunundaki benzeşimsel örnekleri anlayışlarının incelenmesi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 41, 201-219.
- Yiğit, N. ve Özmen, H. (2006). Fen öğretimine yönelik hazırlanan modellerin kazandırma amaçladıkları davranışlar açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-14.
- Yumuşak, A. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık, mekanik ve elektrik konularındaki kavram yanılgıları ve nedenlerinin araştırılması (CBÜ örneği). *Milli Eğitim*, 180, 123-132.
- Yurdatapan, M. ve Şahin, F. (2013). DNA kavramları ile ilgili animasyon ve model kullanılmasının fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin öğrenmelerine etkisi. *Turkish Studies*, 8 (8), 2303-2313.
- Yürümezoğlu, K., ve Çökelez, A. (2010). Akım geçiren basit bir elektrik devresinde neler olduğu konusunda öğrenci görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7 (3), 147-166.
- Zeitoun, H. H. (1984). Teaching scientific analogies: A proposed model. *Research in Science and Technology Education*, 2 (2), 107-125.

## EKLER

### Ek 1: Başarı, Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgısı Testi

#### BÖLÜM 1

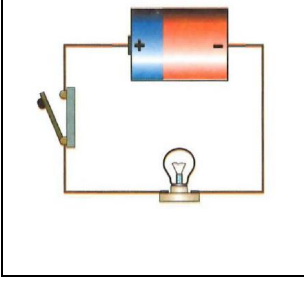
Size verilecek bir pil, bir lamba, bir duş, bir anahtar ve bağlantı kablosundan oluşan malzemeleri kullanarak basit bir elektrik devresini lamba yanacak şekilde nasıl kurarsınız?

**1-A)** Basit elektrik devresini çiziniz.

**1-B)** Basit elektrik devresini nasıl kuracağınızı anlatınız.

## BÖLÜM 2

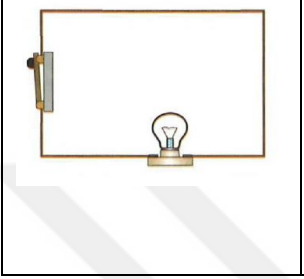
1)



Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

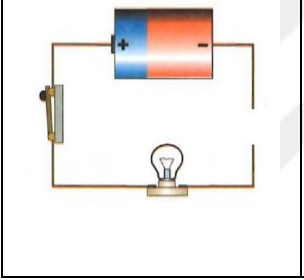
2)



Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

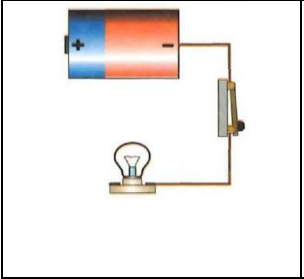
3)



Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

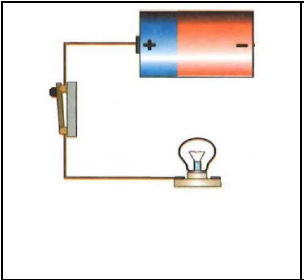
4)



Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

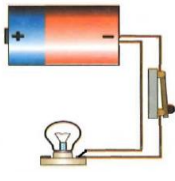
5)



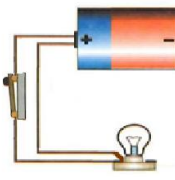
Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı?

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

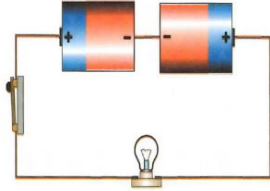
6)

	<p>Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı? ..... Cevabınızın nedenini açıklayınız. ..... .....</p>
---	--

7)

	<p>Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı? ..... Cevabınızın nedenini açıklayınız. ..... .....</p>
---	--

8)

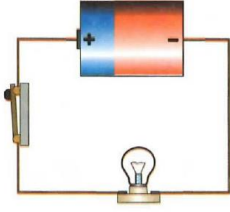
	<p>Şekilde verilen basit elektrik devresindeki lamba yanar mı? ..... Cevabınızın nedenini açıklayınız. ..... .....</p>
--	--

### BÖLÜM 3

1- Basit bir elektrik devresinde **lamba parlaklığı ne / nelere** bağlıdır?

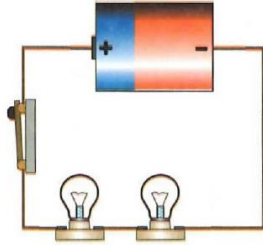
.....  
.....

2- Şekilde verilen basit elektrik devresindeki **lambanın parlaklığını arttırmak** için ne yapılmalıdır?



.....  
.....

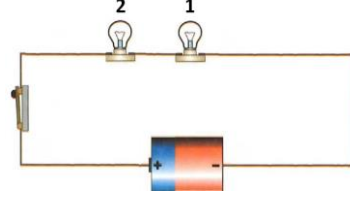
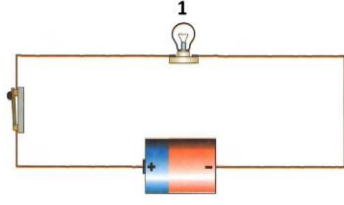
3- Şekilde verilen basit elektrik devresindeki **lambaların parlaklığını azaltmak** için ne yapılmalıdır?



.....  
.....

## BÖLÜM 4

1-



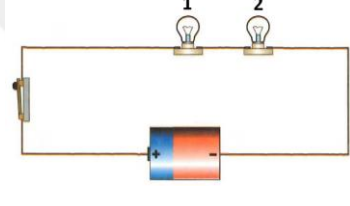
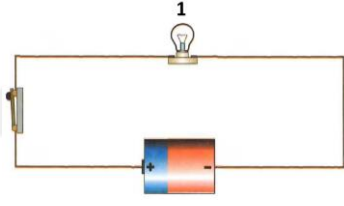
Basit elektrik devresinde yer alan 1 numaralı lambanın önüne 2 numaralı lambayı şekildeki gibi bağladığımızda **1 numaralı lambanın parlaklığında** herhangi bir değişim gerçekleşir mi? (1 ve 2 numaralı lambalar özdeştir)

.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

2-



Basit elektrik devresinde yer alan 1 numaralı lambadan sonra 2 numaralı lambayı devreye şekildeki gibi bağladığımızda **1 numaralı lambanın parlaklığında** herhangi bir değişim gerçekleşir mi? (1 ve 2 numaralı lambalar özdeştir)

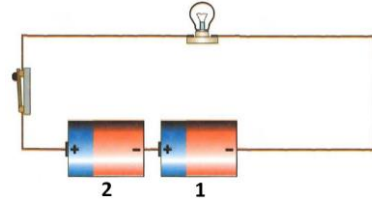
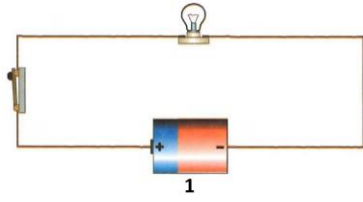
.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....



3-



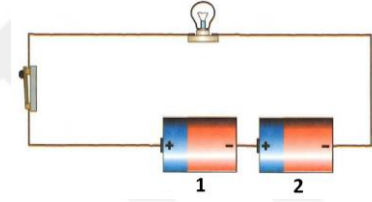
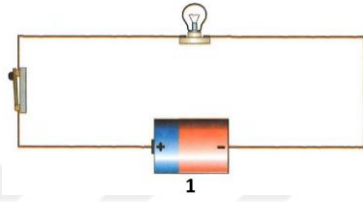
Basit elektrik devresinde yer alan 1 numaralı pilin önüne 2 numaralı pili şekildeki gibi bağladığımızda **lambanın parlaklığında** herhangi bir değişim gerçekleşir mi? (1 ve 2 numaralı piller özdeştir)

.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

4-



Basit elektrik devresinde yer alan 1 numaralı pilden sonra 2 numaralı pili devreye şekildeki gibi bağladığımızda **lambanın parlaklığında** herhangi bir değişim gerçekleşir mi?

.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

## BÖLÜM 5

1-Umut basit bir elektrik devresinde **lamba sayısının lamba parlaklığına olan etkisini** deney yaparak araştırmak istiyor.

1-A) Umut'un yapacağı deneydeki **bağımlı değişkeni (cevap veren değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

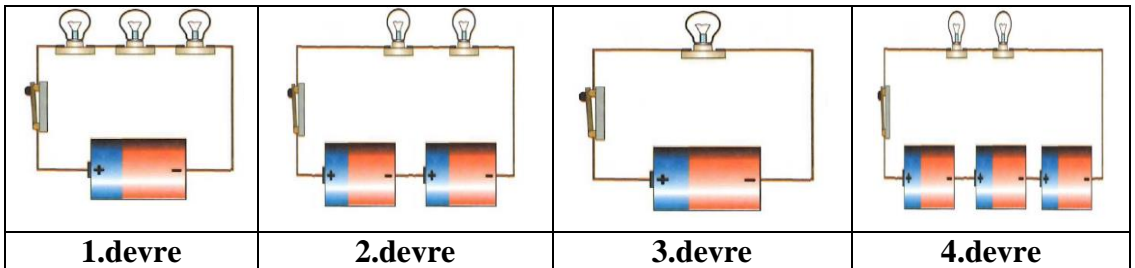
.....  
1-B) Umut'un yapacağı deneydeki **bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
1-C) Umut'un yapacağı deneydeki **kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken)** yazınız.

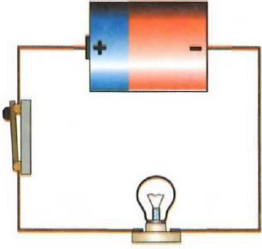
.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

2- Görkem basit bir elektrik devresinde **pil sayısının lamba parlaklığına etkisini** araştırmak istiyor. Buna göre Görkem araştırmasında aşağıda verilen devrelerden **hangi ikisini** kullanmalıdır?



Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

<p>3-</p> 	<p>Yandaki basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sembollerini kullanarak <b>elektrik devresinin şemasını</b> çiziniz.</p>
---	--

4-

Devre	Lamba sayısı	Pil sayısı	Lamba parlaklığı
1.Devre	2	1	Az parlak
2.Devre	2	2	Parlak
3.Devre	2	4	Çok parlak

4-A) Yukarıdaki tabloda yer alan verilerin elde edildiği bir **denevin amacını** yazınız.

.....  
.....

4-B) Bu deneydeki **bağımlı değişkeni (cevap veren değişken)** yazınız.

.....  
.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

4-C) Bu deneydeki **bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken)** yazınız.

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

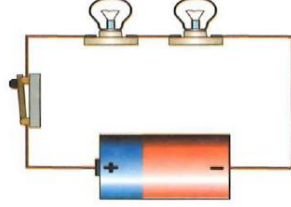
4-D) Bu deneydeki **kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken)** yazınız.

.....  
.....

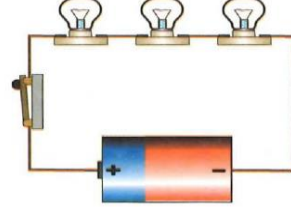
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

5-



1.devre



2.devre

5-A) Sevilay yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse **lambaların parlaklıklarında** nasıl bir değişiklik olur?

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

5-B) Sevilay'ın yaptığı deneydeki **bağımlı değişkeni (cevap veren değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

5-C) Sevilay'ın yaptığı deneydeki **bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

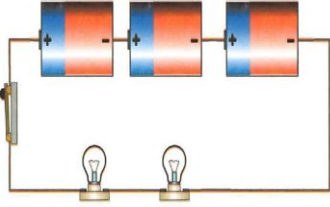
5-D) Sevilay'ın yaptığı deneydeki **kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken)** yazınız.

.....  
.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

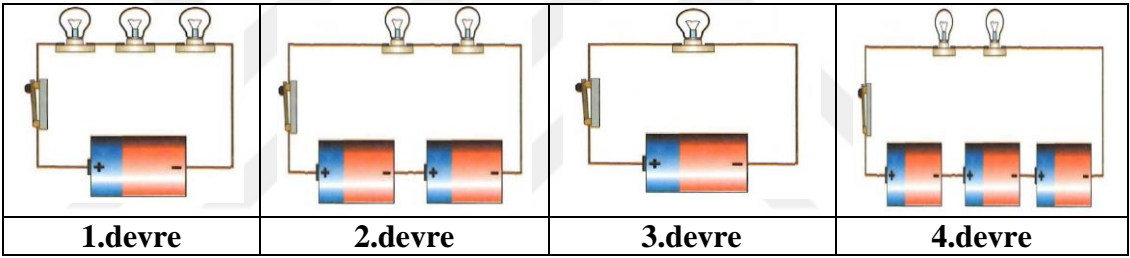
.....  
.....

6-



Yandaki basit elektrik devresinde yer alan devre elemanlarının sembollerini kullanarak **elektrik devresinin şemasını** çiziniz.

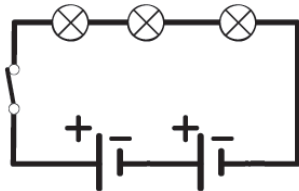
7-Görkem basit bir elektrik devresinde **lamba sayısının lamba parlaklığına etkisini** araştırmak istiyor. Buna göre Görkem araştırmasında aşağıda verilen devrelerden **hangi ikisini** kullanmalıdır?



Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

8-



Yandaki şekilde verilen devre için **devre elemanlarının sayısını** yazalım.

Lamba : .....

Pil : .....

Anahtar: .....

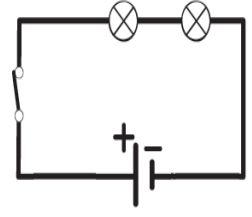
9- Yanda verilen devrede yer alan lambaların parlaklığını **azaltmak** için Mehmet ne yapmalıdır?

.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız.

.....

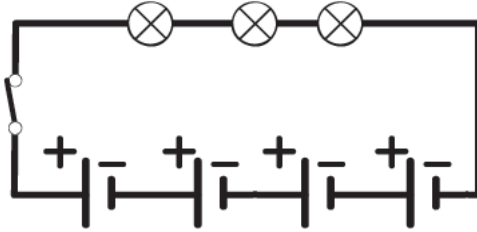
.....



10- Pil sayısı: 2, lamba sayısı: 4, anahtar sayısı: 1 olan **elektrik devresinin şemasını** lamba ışık verecek şekilde çizelim.



11-



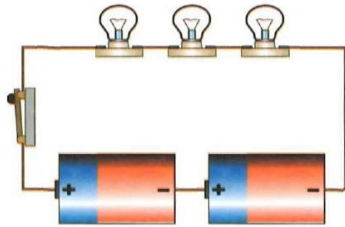
Yandaki şekilde verilen devre için **devre elemanlarının sayısını** yazalım.

Lamba : .....

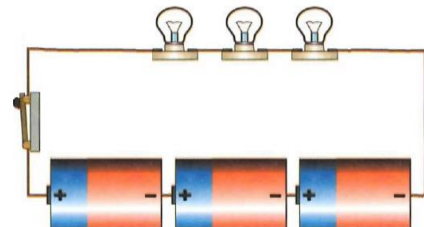
Pil : .....

Anahtar: .....

12-



1.devre



2.devre

**12-A)** Ela yapacağı deney için kurduğu devreyi yukarıda verilen şekilde olduğu gibi 1. devreden 2. devreye çevirirse **lambaların parlaklıklarında** nasıl bir değişiklik olur?

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

**12-B)** Ela'nın yaptığı deneydeki **bağımlı değişkeni (cevap veren değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

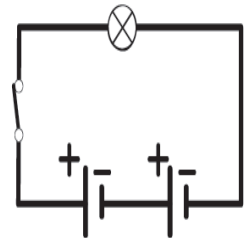
**12-C)** Ela'nın yaptığı deneydeki **bağımsız değişkeni (değiştirilen değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

**12-D)** Ela'nın yaptığı deneydeki **kontrol edilen değişkeni (sabit tutulan değişken)** yazınız.

.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

**13-** Arda'nın kitap okumak için aldığı masa lambasının devresi yandaki şekilde verilmiştir. Arda masa lambasının parlaklığını **arttırmak** için ne yapmalıdır?



.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız.  
.....  
.....

## Ek 2: Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği

Sevgili öğrenciler aşağıda yer alan ölçek sizin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumunuzu ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Sorular için doğru ya da yanlış yanıt yoktur. Belirtilen ifadeye katılma dereceniz belirlenecektir. Her soruyu olabildiğince gerçeğe uygun olarak yanıtlayınız. Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amaçlı kullanılacaktır. Sizi değerlendirme amacıyla kesinlikle kullanılmayacaktır. Bütün yanıtlar gizli tutulacaktır. Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her soru için tek bir yanıt veriniz. Ölçekte her cümle için karşısında **Tümüyle Katılıyorum**, **Oldukça Katılıyorum**, **Kararsızım**, **Az Katılıyorum** ve **Hiç Katılmıyorum** seçenekleri yer almaktadır. Her cümleyi dikkatle okuduktan sonra kendiniz için en uygun seçeneği (X) koyarak işaretleyiniz. Araştırmaya yaptığımız katkıdan dolayı teşekkür ederim.

Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlar	Tümüyle Katılıyorum	Oldukça Katılıyorum	Kararsızım	Az Katılıyorum	Hiç Katılmıyorum
Fen ve teknoloji dersine zevkle çalışırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersi ödevlerini yaparken sıkılmam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersindeki konuları anlamakta zorluk çekerim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinin olduğu günlerde mutlu olurum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersi sınavlarından korkarım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji ile ilgili kitaplar okumaktan hoşlanırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersindeki problemleri çözmek benim için zevklidir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinde kendimi konulara vermekte zorlanırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersi beni araştırmaya yönlendirir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zorunlu olmasam fen ve teknoloji dersine girmem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersi en sevdiğim dersler arasındadır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinde yaptığımız etkinliklerden zevk alırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Okulda fen ve teknoloji dersi için daha az zaman ayrılmasını isterim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji ile ilgili öğrendiğim her şey benim için çok zevklidir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinde öğrendiğim pek çok şeyi hatırlarım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji ile ilgili konuşmaların geçtiği ortamlarda huzursuz olurum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinin gelmesini sabırsızlıkla beklerim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji dersinde öğrendiklerimi başkalarıyla paylaşmaktan hoşlanırım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen ve teknoloji alanında bakış açısı kazanmamın gelecekteki başarımla hiç ilgisi olmadığını düşünürüm.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



### **Ek 3: Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik Ünitesinde Yer Alan Kazanımlar ve Belirtke Tablosu**

#### **Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik / Fiziksel Olaylar**

Bu ünite de öğrencilerin farklı elektrik devrelerindeki pil ve lamba sayısını değiştirerek bu değişimin devre üzerindeki etkilerini keşfetmeleri, devre elemanlarını sembollerle göstererek devre şeması çizmeleri, devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemini kavramaları, çizdikleri devreleri kurmaları ve çalıştırmaları amaçlanmaktadır.

#### **1. Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler**

**Önerilen Süre:** 8 ders saati (4+4)

**Konu/Kavramlar:** Pil sayısı, lamba sayısı

**1.1.** Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.

- a. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram grupları örneklerle açıklanır.
- b. Paralel bağlamaya girilmez.

#### **2. Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları**

**Önerilen Süre:** 8 ders saati

**Konu/Kavramlar:** Devre sembolleri, devre şemaları

**2.1.** Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. (**Önerilen süre:** 4 ders saati)

Devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemi belirtilir.

**2.2.** Bir elektrik devresi şeması çizer, çizdiği devreyi kurar ve çalıştırır. (**Önerilen süre:** 4 ders saati)

**BELİRTKE TABLOSU**

Konu/Kavram	Hedefler	Soru sayısı	
<b>Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler</b> Pil sayısı, lamba sayısı	Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.		
	Bir elektrik devresindeki elemanları sembollerle gösterir. Bir elektrik devresi şeması çizer, çizdiği devreyi kurar ve çalıştırır.		
	Bağımlı değişken	4	-
	Bağımsız değişken	4	-
	Kontrol edilen değişken	4	-
	Lamba parlaklığını etkileyen değişkenler	1	-
	Devredeki lambanın parlaklığını arttırmak	1+1	-
	Devredeki lambanın parlaklığını azaltmak	1+1	-
	Pil sayısının lamba parlaklığına etkisi	3	-
Lamba sayısının lamba parlaklığına etkisi	2	-	
<b>Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları</b> Devre sembolleri, devre şemaları	Şema çizimi	-	3
	Devredeki eleman sayısı	-	2
	Hatalı devrelerin çalışmama nedeni	-	8

## **Ek 4: Ders Planı**

### **5. Sınıf 6. Ünite: Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik**

#### **Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik / Fiziksel Olaylar**

Bu ünite de öğrencilerin farklı elektrik devrelerindeki pil ve lamba sayısını değiştirerek bu değişimin devre üzerindeki etkilerini keşfetmeleri, devre elemanlarını sembollerle göstererek devre şeması çizmeleri, devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemini kavramaları, çizdikleri devreleri kurmaları ve çalıştırmaları amaçlanmaktadır.

#### **1. Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler**

**Önerilen Süre:** 8 ders saati (4+4)

**Konu/Kavramlar:** Pil sayısı, lamba sayısı

- 1.1. Bir elektrik devresindeki lamba parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin eder ve tahminlerini test eder.
  - a. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram grupları örneklerle açıklanır.
  - b. Paralel bağlamaya girilmez.

#### **2. Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları**

**Önerilen Süre:** 8 ders saati

**Konu/Kavramlar:** Devre sembolleri, devre şemaları

- 2.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir. (Önerilen süre: 4 ders saati)

Devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemi belirtilir.

- 2.2. Bir elektrik devresi şeması çizer, çizdiği devreyi kurar ve çalıştırır. (Önerilen süre: 4 ders saati)

## **Bölüm 1: Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler**

### **Amaç**

Ünitenin birinci bölümünde farklı elektrik devrelerinde pil ve lamba sayılarını değiştirerek bu değişimin devre üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmaktadır.

### **Birinci Bölümde Yer Alan Kavramlar ve Terimler**

Lamba parlaklığı

Bağımlı değişken

Bağımsız değişken

Kontrol edilen değişken

### **Bilimsel Araştırmalarda Değişken Kavramı**

Bilimsel araştırmalarda üç tür değişken kullanılır.

**Bağımsız değişken:** Yapılan bir deneyde sonucu etkileyebilecek olan ve etkisi azaltılıp çoğaltılabilen değişkendir.

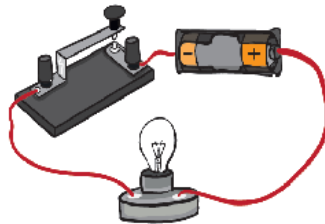
**Bağımlı değişken:** Yapılan bir deneyde gözlenen ya da ölçülen değişkendir. Bir başka ifade ile bağımsız değişkenin etkilediği değişken olarak tanımlanabilir.

**Kontrol edilen değişken:** Yapılan bir deneyde sabit tutulan ve etkisi incelenmeyen değişkendir. Bilimsel bir araştırmada birden fazla bilimsel değişken varsa bağımsız değişkenlerden birinin etkisi incelenirken genellikle diğerleri sabit tutulur (MEB, 2013b: 258).

### **Ders: 1**

Lamba Parlaklığı Nelere Bağlıdır?

Pil, lamba, anahtar, duy ve bağlantı kablolarını kullanarak basit bir elektrik devresi kurabiliriz.



Basit bir elektrik devresinde lambanın ışık verebilmesi için tüm devre elemanlarının birbirine iletken tellerle doğru bir şekilde bağlanması gerekir. Çünkü elektriğin iletimi ve sonucunda lambanın yanması bu şekilde sağlanabilir. Eğer lamba ışık vermiyorsa bunun birçok nedeni olabilir. Bağlantının kopması, pile doğru bağlantının yapılmamış olması, pilin ömrünü tamamlamış olması veya lambanın içindeki telin kopmuş olması bu nedenlerden başlıcalarıdır. Basit bir elektrik devresinde bulunan bir lambanın parlaklığını değiştiren etkenler devreye bağlı olan lamba sayısı ve pil sayısıdır (MEB, 2013b: 259).

### **Lamba parlaklığı nelere bağlıdır?**

#### **Pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisi**

Bu derste “pil sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini” öğreneceğiz.

1 ders saati (40 dakika): PSM 1 ve PSM 2'nin tanıtımı



Pnömatik Sistem Modeli 1 (PSM 1)



Pnömatik Sistem Modeli 2 (PSM 2)

Yukarıdaki şekilde verilen analogik modelleri (Pnömatik Sistem Modeli 1 ve Pnömatik Sistem Modeli 2) inceleyelim. Hangi analogik modelde balonun şişme büyüklüğünün daha fazla olacağını nedenleri ile birlikte yazalım. (Önemli Not: PSM 1'de hava pompası devir 1'de, PSM 2'de ise hava pompası devir 2'de çalıştırılmıştır).

### **Ders: 2**

1 ders saati (40 dakika): PSM 1 ve PSM 2'nin çalıştırılması

Analogik modelleri (Pnömatik Sistem Modeli 1 ve Pnömatik Sistem Modeli 2) çalıştıralım.

Pnömatik Sistem Modeli 1 ile Pnömatik Sistem Modeli 2'yi karşılaştırarak analogik modellerin benzerlik ve farklılıklarını belirleyelim. Elde ettiğimiz verileri tabloya kaydedelim.

Analojik model	Balon sayısı	Hava pompasının çalışma devri	Balonun şişme büyüklüğü (küçük/büyük)
PSM 1			
PSM 2			

### Ders: 3

1 ders saati (40 dakika): PSM ile basit elektrik devresi arasında ilişki kurmak

Etkinlikten yola çıkarak analogik model (Pnömatik Sistem Modeli) ile basit elektrik devresini eşleştirelim. (Pnömatik Sistem Modeli ve Basit Elektrik Devresinde yer alan elemanları dikkate alalım.

Kaynak kavram Pnömatik Sistem Modeli	Hedef kavram Basit Elektrik Devresi

### Ders: 4

1 ders saati (40 dakika): PSM 1 ve PSM 2 'ye karşılık gelen basit elektrik devresi 1 ve 2'nin çizilmesi

Şekilde verilen analogik modeller (Pnömatik Sistem Modeli) için ilgili basit elektrik devrelerini çizelim.



PSM 1

Basit Elektrik Devresi 1



PSM 2

Basit Elektrik Devresi 2

Basit elektrik devresi 1 ve 2'yi inceleyelim. Hangi elektrik devresinde lamba parlaklığının daha fazla olacağını nedenleri ile birlikte yazalım.

### **Ders: 5**

1 ders saati (40 dakika): basit elektrik devresi 1 ve 2'nin kurularak çalıştırılması

Basit elektrik devresi 1 ve 2'yi kuralım ve çalıştıralım.

Araç-gereçler: 2 adet 2,5 voltluk özdeş lamba, 2 adet duy, 3 adet 1,5 voltluk özdeş pil, 2 adet pil yatağı, 2 adet anahtar, bağlantı kabloları.

Basit elektrik devresi 1 ve 2'yi karşılaştırarak devrelerin benzerlik ve farklılıklarını belirleyelim. Elde ettiğimiz verileri tabloya kaydedelim.

Devre numarası	Lamba sayısı	Pil sayısı	Lamba parlaklığı (az/fazla)
1			
2			

Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklıklarının nasıl değiştirilebileceğine yönelik sonuca ulaşalım.

Balon sayısı sabit olmak koşulu ile hava pompasının çalışma devrini arttırdığımızda balonun şişme büyüklüğü artar. Lamba sayısı sabit olmak koşulu ile pil sayısını arttırdığımızda lambanın parlaklığı artar.

### Lamba Sayısının Lamba Parlaklığı Üzerindeki Etkisi

#### Ders: 6

Bu derste “lamba sayısının lamba parlaklığı üzerindeki etkisini” öğreneceğiz.

1 ders saati (40 dakika): PSM 2 ve PSM 3’ün tanıtımı



Pnömatik Sistem Modeli 2



Pnömatik Sistem Modeli 3

Yukarıdaki şekilde verilen analogik modelleri (Pnömatik Sistem Modeli 2 ve Pnömatik Sistem Modeli 3) inceleyelim. Hangi analogik modelde balonun şişme büyüklüğünün daha fazla olacağını nedenleri ile birlikte yazalım. (Önemli Not: PSM 2 ve PSM 3’de hava pompası devir 2’de çalıştırılmıştır).

#### Ders: 7

1 ders saati (40 dakika): PSM 2 ve PSM 3’ün çalıştırılması

Analogik modelleri (Pnömatik Sistem Modeli 2 ve Pnömatik Sistem Modeli 3) çalıştıralım.



Pnömatik Sistem Modeli 2 ile Pnömatik Sistem Modeli 3'ü karşılaştırarak analogik modellerin benzerlik ve farklılıklarını belirleyelim. Elde ettiğimiz verileri tabloya kaydedelim.

Analojik model	Balon sayısı	Hava pompasının gücü	Balonun şişme büyüklüğü (küçük/büyük)
PSM 2			
PSM 3			

### Ders: 8

1 ders saati: PSM 2 ve PSM 3 'e karşılık gelen basit elektrik devresi 2 ve 3'ün çizimi

Verilen analogik modeller için ilgili basit elektrik devrelerini çizelim.



PSM 2

Basit Elektrik Devresi 2



PSM 3

Basit Elektrik Devresi 3

Basit elektrik devresi 2 ve 3'ü inceleyelim. Hangi elektrik devresinde lamba parlaklığının daha fazla olacağını nedenleri ile birlikte yazalım.

### **Ders: 9**

1 ders saati (40 dakika): basit elektrik devresi 2 ve 3'ün kurularak çalıştırılması

Basit elektrik devresi 2 ve 3'ü kuralım ve çalıştıralım.

Araç-gereçler: 3 adet 2,5 voltluk özdeş lamba, 3 adet duy, 4 adet 1,5 voltluk özdeş pil, 2 adet pil yatağı, 2 adet anahtar, bağlantı kabloları.

Basit elektrik devresi 2 ve 3'ü karşılaştırarak devrelerin benzerlik ve farklılıklarını belirleyelim. Elde ettiğimiz verileri tabloya kaydedelim.

Devre numarası	Lamba sayısı	Pil sayısı	Lamba parlaklığı (az/fazla)
2			
3			

Basit bir elektrik devresinde lamba parlaklıklarının nasıl değiştirilebileceğine yönelik sonuca ulaşalım.

Hava pompasının çalışma devri sabit olmak koşulu ile Pnömatik Sistem Modelinde yer alan balon sayısını arttırdığımız zaman balonun şişme büyüklüğü azalır. Analogik modelin (Pnömatik Sistem Modeli) temsil ettiği basit bir elektrik devresi için ise pil sayısı sabit olmak koşulu ile lamba sayısını arttırdığımızda lamba parlaklığı azalır.

### **Ders: 10-11**

Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram grupları PSM ve basit elektrik devresi üzerinde açıklanacaktır.

#### **Bilimsel Araştırmalarda Değişken Kavramı**

Bilimsel araştırmalarda üç tür değişken kullanılır.

**Bağımsız değişken:** Yapılan bir deneyde sonucu etkileyebilecek olan ve etkisi azaltılıp çoğaltılabilen değişkendir.

**Bağımlı değişken:** Yapılan bir deneyde gözlenen ya da ölçülen değişkendir. Bir başka ifade ile bağımsız değişkenin etkilediği değişken olarak tanımlanabilir.

**Kontrol edilen değişken:** Yapılan bir deneyde sabit tutulan ve etkisi incelenmeyen değişkendir. Bilimsel bir araştırmada birden fazla bilimsel değişken varsa bağımsız değişkenlerden birinin etkisi incelenirken genellikle diğerleri sabit tutulur (MEB, 2013b: 258).

2 ders saati (40 + 40 dakika): PSM 1-2-3, basit elektrik devresi 1-2-3 arasında karşılaştırmalar yapılarak bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenlerin tanımlanması, belirlenmesi

İkinci analogik modelle (PSM 2) karşılaştırarak birinci (PSM 1) ve üçüncü (PSM 3) analogik modellerdeki değişkenleri belirleyerek aşağıdaki tabloyu dolduralım.

Analogik modeller arasında yapılacak karşılaştırma	Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken
PSM 1- PSM 2			
PSM 2- PSM 3			

İkinci elektrik devresi ile karşılaştırarak birinci ve üçüncü elektrik devrelerindeki değişkenleri belirleyerek aşağıdaki tabloyu dolduralım.

Basit elektrik devreleri arasında yapılacak karşılaştırma	Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Kontrol edilen değişken
1-2			
2-3			

## **Bölüm 2: Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları**

### **Amaç**

Ünitenin ikinci bölümünde bir elektrik devresindeki elemanları sembolleri ile göstermeyi, devre şeması çizmeyi ve şeması verilen bir devreyi kurup çalıştırmayı öğrenmek amaçlanmaktadır.

### **Birinci Bölümde Yer Alan Kavramlar ve Terimler**

Devre sembolleri

Devre şemaları

## Ders: 12

### Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterilmesi

Semboller, günlük yaşantımızda pek çok alanda karşılaştığımız özel işaretlerdir. Örneğin cep telefonlarında, bilgisayarlarda ya da televizyon kumandalarında açma-kapama tuşunun üzerindeki sembol tüm dünyada aynı anlamı ifade eder. Benzer şekilde trafik işaretleri de belirlenmiş özel sembol ve işaretlerdir. Aynı trafik işareti, dünyanın neresine gidersek gidelim aynı anlamı verir.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, farklı amaçlar için kullanılan pek çok elektrikli araç geliştirilmiştir. Bu araçlarda çeşitli şekil ve büyüklükte devre elemanları bulunur. Devreleri kurmaya gerek kalmadan anlatabilmek için devre şekilleri çizilebilir. Devre elemanlarının şekillerini çizmek hem zor hem de zahmetlidir. En büyük sorun ise herkesin kendine göre çizimler yapması ve yapılan çizimleri herkesin farklı algılamasıdır. Bu nedenle, bilim insanları elektrik devrelerini şema olarak gösterebilmek için devre elemanlarını temsil eden bir takım semboller geliştirmişlerdir. Bu semboller, tüm dünyada ortak olarak kullanılır ve aynı anlamları ifade eder (MEB, 2013b: 268).

1 ders saati (40 dakika): Devre elemanlarının sembollerle gösterilmesi

Araştırmada kullanılan analogik model basit elektrik devresinin bir temsilidir. Analogik modelde yer alan elemanlar basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarının sembolik bir temsilidir.

Aşağıda PSM’de yer alan model elemanlarının adı verilmiştir. Model elemanlarına karşılık gelen devre elemanlarının adlarını yazarak devre elemanlarının resim ve sembollerini uygun kutunun içerisine yerleştirelim.

PSM ‘de Yer Alan Model Elemanının Adı	Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Resmi	Devre Elemanının Sembolü
Plastik balon			
Hava pompası			
Vana			
Plastik şeffaf hortum			



1



2



3



4



6



7



8

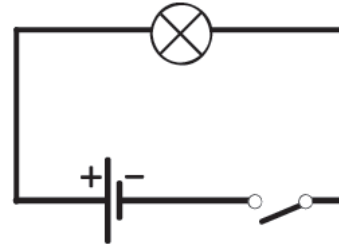
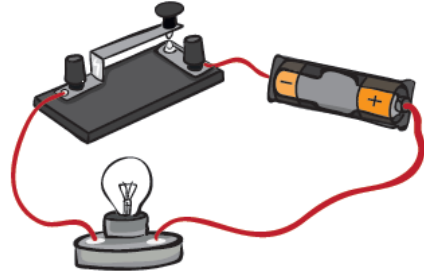


9

### Ders: 13-14

Basit elektrik devresine ait devre şeması çizilecektir.

Elektrik devrelerinde, devre elemanlarının sembolleri kullanılarak yapılan devre çizimlerine devre şeması adı verilir (MEB, 2013b: 269).



2 ders saati (40 + 40 dakika): PSM 1-2-3 için basit elektrik devreleri ve bu elektrik devrelerinin şemalarının çizilmesi

Aşağıda şekli verilen analogik modeller için bu modellerin temsil ettiği basit elektrik devreleri ile bu devrelere ait devre şemalarını çizelim.



Analojik model (PSM 1)  
(Hava pompası devir 1'de  
çalıştırılacaktır.)

Basit elektrik devresi 1

Devre şeması 1



Analojik model (PSM 2)  
(Hava pompası devir 2'de  
çalıştırılacaktır.)

Basit elektrik devresi 2

Devre şeması 2



Analojik model (PSM 3)  
(Hava pompası devir 2'de  
çalıştırılacaktır.)

Basit elektrik devresi 3

Devre şeması 3

## **Ders: 15-16**

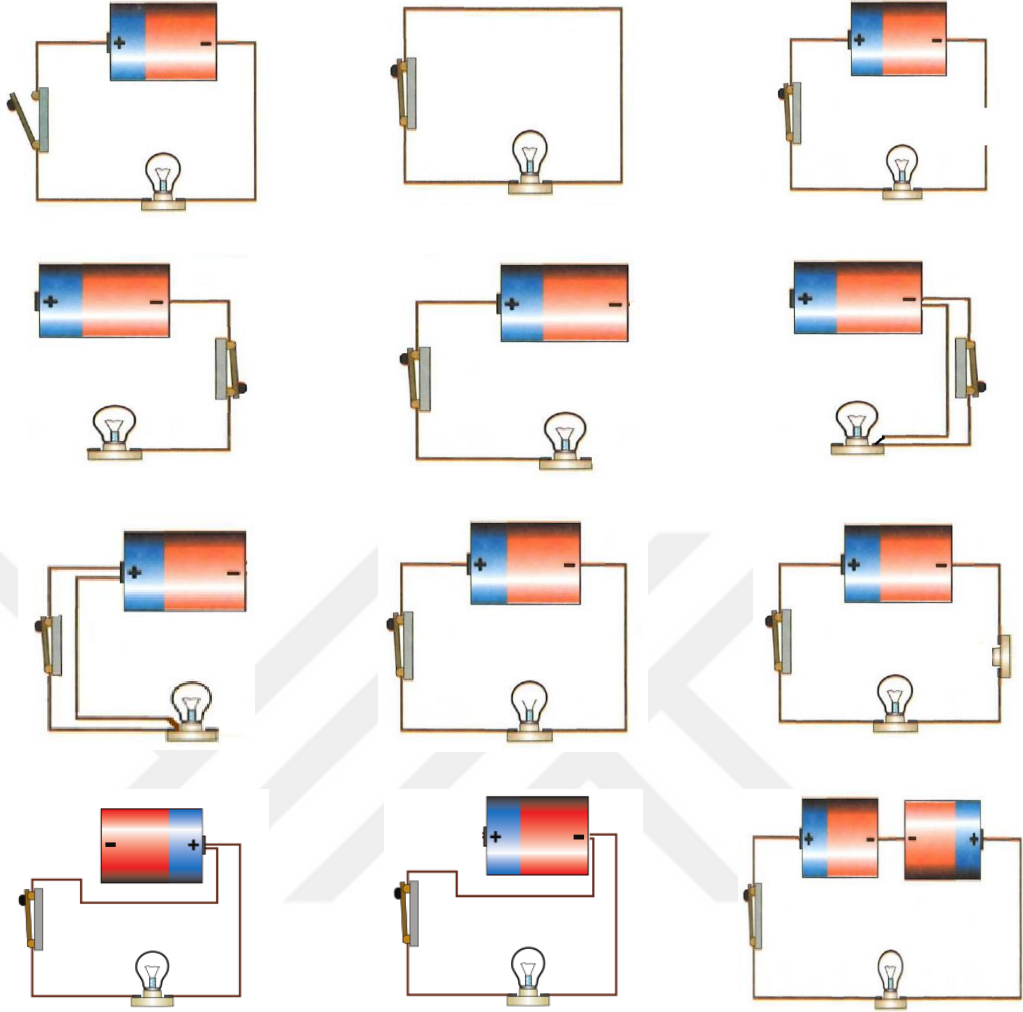
Şeması verilen bir devre kurularak çalıştırılacaktır.

Devre şemalarını inceleyerek kullanılan devre elemanlarını ve bu elemanların birbirine olan bağlantılarını görebiliriz. Bu bilgilerden yararlanarak, şeması verilen elektrik devrelerini kurup çalıştırabiliriz. Ayrıca şemayı inceleyerek devreyi kurmadan bir devrenin çalışıp çalışmayacağını anlayabiliriz.

Devre sembolleri ve devre şemaları sayesinde elektrik ve elektronik devreleriyle ilgili çalışma yapan kişiler arasında ortak bir dil sağlanmış olur. Örneğin elektrikli ve elektronik cihazların ambalajlarının içerisinde devre şemaları bulunur. Böylece markası, modeli ne olursa olsun, devre şeması olduğu sürece, arızalanmış bir elektrikli cihazın dünyanın her tarafında onarılması mümkündür (MEB, 2013b: 269).

2 ders saati (40 + 40 dakika): şeması verilen bir devrenin kurularak çalıştırılması

**Etkinlik:** Aşağıda verilen basit elektrik devrelerine ait devre şemalarını çizelim.



Devre şemalarını inceleyerek devrenin çalışıp çalışmayacağını ifade edelim.

Devre şemasına uygun olarak elektrik devresini kuralım ve çalıştıralım.

Eğer kurduğumuz elektrik devresi çalışmıyorsa nedenleri belirleyelim. Devrenin çalışması için ne yapmamız gerektiğini tartışalım. Bulduğumuz çözümü sunalım ve bu çözümün işe yarayıp yaramayacağını devreyi kurarak deneyelim.



## Ek 5: Samsun Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden Uygulama İçin Alınan İzin Belgesi



T.C.  
SAMSUN VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

5648  
20.02.2014

Sayı : 42276601/604.01/658553  
Konu : Anket Çalışması

14/02/2014

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 07/03/2012 tarih ve 3616 sayılı 2012/13 nolu Genelgesi,  
b) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü'nün 31/01/2014 tarih ve 884 sayılı yazısı.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı öğrencisi Gonca HARMAN'ın İlkadım Ticaret ve Sanayi Odası Ortaokulu 5. sınıf öğrencilerine uygulanmak üzere, "Yaşamımızın Vazgeçilmezi Elektrik Ünitesinde Kullanılan Analoginin Öğrenci Başarısı, Tutum Zihinsel Modelleme ve Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi" konulu araştırma yapmak istediklerine ilişkin ilgi yazı ve ekleri ilgi (a) genelgeye göre müdürlüğümüzde kurulan "Araştırma ve Değerlendirme Komisyonu" tarafından 13/02/2014 tarihinde incelenmiş olup uygun görülmüştür.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek şekilde, duyurusu ve denetimi ilçe millî eğitim müdürlükleri uhdesinde ve okul müdürlükleri sorumluluğunda gerçekleştirilmek üzere söz konusu anket çalışmasının yapılması hususunda;

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Osman Nuri ÇOBANOĞLU  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

EK : Veri Toplama Araçları (19 Sayfa)

DAĞITIM :  
Gereği :  
İlkadım İlçe Kaymakamlığına  
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

Bilgi :  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü

Güvenli Elektronik İmza ile  
Aşağı İle Aynıdır.

14/02/2014

Lale KARADUMAN  
Şef

(sence)

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. Evrak teyidi <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 7367-8f36-3c46-bf01-ddf0 kodu ile yapılabilir.

Adres : Atatürk Bulvarı Yeni Hükümet Konağı Kat:3-SAMSUN  
Santral : 0(362) 435 80 63 - 435 80 64 - 435 54 50  
E-Posta:samsunmem@meb.gov.tr

Ayrıntılı Bilgi: ALİ ERİŞGİN (Temel Eğitim 231)  
Fax: 0(362) 431 93 76 - 432 48 54 - 432 06 09  
Web <http://samsun.meb.gov.tr>

## ÖZGEÇMİŞ

Gonca Harman 22.11.1985 tarihinde Ereğli/Konya'da doğdu. Iğın/Konya Anadolu Lisesini bitirdikten sonra Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'ndan 2008 yılında bölüm ikincisi ve yüksek onur öğrencisi olarak derece ile mezun oldu. 2010 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını bitirdi. 26.01.2010-29.08.2016 tarih aralığında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi (50 D Kadrosu) olarak görev yapan Gonca Harman iyi derecede İngilizce bilmektedir. Gonca Harman TÜBİTAK tarafından doktora bursu ile desteklenmiştir.

### İletişim Bilgileri

E mail: gonca.harman@omu.edu.tr; goncaharman@hotmail.com

### Kazanılan Ödüller, Teşvikler ve Burslar

Selçuk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'ndan bölüm ikincisi ve yüksek onur öğrencisi olarak derece ile mezuniyet ödülü (2008).

TÜBİTAK Doktora Bursu Ödülü (2010-2015)