

**T. T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM  
DALI FİZİK EĞİTİMİ**

**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN, ÖĞRETMEN ADAYLARININ VE  
ÖĞRETMENLERİN BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ İLE İLGİLİ  
KAVRAM YANILGILARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Semra SATIR**

**Balıkesir, Temmuz - 2007**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM  
DALI FİZİK EĞİTİMİ

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN, ÖĞRETMEN ADAYLARININ VE  
ÖĞRETMENLERİN BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ İLE İLGİLİ  
KAVRAM YANILGILARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Semra SATIR

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER

Sınav Tarihi : 25.07.2007

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Hikmet AKSEL (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ (BAÜ) 

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER (Danışman-(BAÜ)) 

Balıkesir, Temmuz - 2007

## **ÖNSÖZ**

Yüksek lisans tezine başlamadan önce benimle çalışmayı kabul eden ve çalışmanın her aşamasında bana her türlü desteği verip sabırla yaklaşan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmalarımın belli aşamalarında moral desteklerini esirgemeyen bölüm hocalarım Yrd. Doç. Dr. R. Suat IŞILDAK'a, Yrd. Doç. Dr. Ömer GEMİCİ'ye, Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ ve Yrd. Doç. Dr. Sabri KOCAKÜLAH'a şükranlarımı sunarım.

Tezin belli aşamalarında yardımını esirgemeyen arkadaşım Fatma UYANIK ve her an yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

**Balıkesir, 2007**

**Semra SATIR**

## ÖZET

# LİSE ÖĞRENCİLERİNİN, ÖĞRETMEN ADAYLARININ VE ÖĞRETMENLERİN BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARI

Semra SATIR  
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi  
Anabilim Dalı Fizik Eğitimi

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER)

Balıkesir, 2007

Bu araştırmanın temel amacı, lise öğrencilerinin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemektir. Çalışmaya 60 lise öğrencisi, 120 öğretmen adayı ve 40 öğretmen katılmıştır. Çalışmada 7 sorudan oluşan basit elektrik devreleri ile ilgili kavramsal anlama testi kullanılmıştır. Ayrıca bu testte ortaya çıkan fikirlerin desteklenmesi ve bu fikirlerin derinlemesine incelenmesi amacıyla lise öğrencilerinin beşi, öğretmen adaylarının dokuzu ve öğretmenlerin altısı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler hem nitel hem de nicel olarak analiz edilmiştir.

Sonuç olarak; literatürde yer alan “sabit akım kaynağı”, “bölgesel akıl yürütme”, “akımın azalması, akım, gerilim, enerji kavramlarının birbiri yerine kullanılması”, ve benzeri kavram yanılgıları bu çalışmada da her üç örneklem grubunda da gözlenmiştir. Bunlara ek olarak literatürde gözlenmeyen, “akım açık anahtar üzerinden geçtikten sonra kaybolur” şeklindeki kavram yanılgısı bu çalışmada ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanılgıları / fizik eğitimi / lise öğrencileri / öğretmen adayları / öğretmenler

## **ABSTACT**

# **HIGH SCHOOL STUDENTS', PROSPECTIVE TEACHERS' AND IN SERVICE TEACHERS' MISCONCEPTIONS ABOUT SIMPLE ELECTRIC CIRCUITS**

**Semra SATIR**  
**Balıkesir University, Institute of Science,**  
**Department of Secondary Science and Mathematics Education**

**(MSc Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER**

**Balıkesir, Turkey, 2007**

The basic aim of this study is to determine high school students', prospective teachers' and in-service teachers' misconceptions about simple electric circuits. 60 high school students, 120 prospective teachers and 40 in service teachers participated to this study. Basic electricity circuits conceptual test consisting of seven questions, was used in this study. In addition, to support and deeply investigate the data obtained from the conceptual test, five high school students, nine prospective teachers and six in service teachers were interviewed with semi-structured ways. To analyze data from the study both qualitative and quantitative methods were used.

As a result, similar misconceptions from the literature were found from all groups like "constant current source", "sequential reasoning", "current reduction and the use of current", "using the concept of potential difference and energy one another". In addition do these misconceptions, the misconception that "current disappears after passing on an open switch" was observed in this study, which first appears in the literature.

**Key Words:** misconceptions in simple electric circuits / physics education / high school students / prospective teachers / in-service teachers

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|   |      |
|---|------|
| ÖNSÖZ   | iii  |
| ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER   | iv   |
| ABSTRACT, KEY WORDS   | v    |
| İÇİNDEKİLER   | vi   |
| ŞEKİL LİSTESİ   | vii  |
| TABLO LİSTESİ   | viii |
| 1 GİRİŞ   | 1    |
| 1.1 Kavram  | 1    |
| 1.2 Kavram Yanılgıları  | 2    |
| 1.3 Kavram Yanılgıları Nasıl Düzeltilir   | 4    |
| 1.4 Basit Elektrik Devrelerindeki Kavram Yanılgıları                                      | 6    |
| 1.5 Araştırmanın Amacı  | 8    |
| 1.6 Araştırmanın Önemi  | 9    |
| 1.7 Araştırmanın Sorusu   | 10   |
| 1.8 Sayılılar   | 10   |
| 1.9 Sınırlılıklar   | 10   |
| 1.10 Araştırmanın Yapısı  | 11   |
| 2. YÖNTEM   | 12   |
| 2.1 Örneklemin Seçimi ve Özellikleri  | 12   |
| 2.2 Verilerin Toplanması  | 13   |
| 2.2.1 Kavramsal Anlama Testi  | 14   |
| 2.2.2 Görüşme   | 15   |
| 2.3 Verilerin Analizi   | 15   |
| 2.3.1 Kodlama Sistemi   | 16   |
| 3. BULGULAR VE YORUM  | 18   |
| 3.1 Elektrik Devreleri Kavram Testi Sorularının<br>Gruplara Göre Nitel Değerlendirilmesi  |      |
| 3.1.1. Soru 1   | 18   |
| 3.1.2. Soru 2   | 21   |
| 3.1.3. Soru 3   | 28   |
| 3.1.4. Soru 4   | 34   |
| 3.1.5. Soru 5   | 41   |
| 3.1.6. Soru 6   | 47   |
| 3.1.7. Soru 7   | 50   |
| 3.2 Elektrik Devreleri Kavramsal Anlama Testinin<br>Gruplara Göre Nicel Değerlendirilmesi | 56   |
| 4. SONUÇ VE ÖNERİLER  | 58   |
| 4.1 Sonuçlar  | 58   |
| 4.2 Öneriler  | 62   |
| 5. KAYNAKÇA   | 64   |

## ŞEKİL LİSTESİ

| <b><u>Şekil</u></b><br><b><u>Numarası</u></b> | <b><u>Adı</u></b>              | <b><u>Sayfa</u></b> |
|---|--------------------------------|---------------------|
| Şekil 3.1                                     | Kavramsal Anlama Testi 1. Soru | 18                  |
| Şekil 3.2                                     | Kavramsal Anlama Testi 2. Soru | 22                  |
| Şekil 3.3                                     | Kavramsal Anlama Testi 3. Soru | 28                  |
| Şekil 3.4                                     | Kavramsal Anlama Testi 4. Soru | 34                  |
| Şekil 3.5                                     | Kavramsal Anlama Testi 5. Soru | 41                  |
| Şekil 3.6                                     | Kavramsal Anlama Testi 6. Soru | 47                  |
| Şekil 3.7                                     | Kavramsal Anlama Testi 7. Soru | 51                  |

## TABLO LİSTESİ

| <b><u>Tablo Numarası</u></b> | <b><u>Adı</u></b>  | <b><u>Sayfa</u></b> |
|------------------------------|--|---------------------|
| Tablo 1.1                    | Öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerde görülen kavram yanılgıları                    | 7                   |
| Tablo 2.1                    | Örneklemin özellikleri   | 13                  |
| Tablo 2.2                    | Test puanlarını hesaplamak için geliştirilen kodlama ve puan karşılıkları                    | 17                  |
| Tablo 3.1                    | Birinci sorudan elde edilen veriler  | 19                  |
| Tablo 3.2                    | Grupların İkinci Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları                       | 23                  |
| Tablo 3.3                    | Grupların Üçüncü Sorunun a Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları         | 29                  |
| Tablo 3.4                    | Grupların Üçüncü Sorunun b Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları         | 32                  |
| Tablo 3.5                    | Grupların Dördüncü Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları                     | 35                  |
| Tablo 3.6                    | Grupların Beşinci Sorunun a Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları        | 42                  |
| Tablo 3.7                    | Grupların Beşinci Sorunun b Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları        | 44                  |
| Tablo 3.8                    | Grupların Altıncı Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları                      | 48                  |
| Tablo 3.9                    | Grupların Yedinci Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları                      | 52                  |
| Tablo 3.10                   | Grupların Kavramsal Anlama Test Puanlarının Yüzde Ortalamalarına Ait ANOVA Sonuçları Tablosu | 56                  |
| Tablo 3.11                   | “Tukey Post Hoc” Test Sonuçları Tablosu  | 57                  |
| Tablo 4.1                    | Çalışmada Belirlenen Kavram Yanılgılarının Gruplara Göre Dağılımı                            | 61                  |



## 1. GİRİŞ

Bilgi edinmeye, bilgiyi kullanmaya ve yeni bilgiyi üretmeye dönük ileri düzeydeki ve kalıcı bilişsel öğrenmeler ancak etkili öğrenme ile gerçekleşmektedir [1]. Fen öğrenimini daha etkili ve kalıcı kılmak için, öncelikle öğretmen-öğrenci arasındaki iletişimi geliştirmek gerekir. Bu iletişim sürecinde, öğrencilerin derslere beraberinde getirdikleri “ön bilgiler” önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenler, öğrencilerini üzerinde istedikleri her şeyi yazabilecekleri “boş bir sayfa” olarak görmemeleri gerekmektedir [2]. Çünkü öğrenciler derslere, önceden edindikleri düşünceler, düşünme becerileri ve beklentileriyle birlikte gelmektedirler [1]. Bu tür ön bilgiler öğrencilerin daha ileriki öğrenmelerini doğrudan etkilemektedir. Shipstone [3] çalışmasında öğrencilerin hangi yaşlarda hangi kavram yanlışlarına sahip olduklarını detaylı bir şekilde incelemiştir. Osborne [4] ise çalışmasında öğrencilerin devreler konusundaki zihinsel modellerinin yaşları ilerledikçe ve derslerde konuyu öğrendikçe bilimsel modellere doğru geliştiğini fakat ilköğretim kademelerinde öğrencilerin genel olarak kavram yanlışlarını koruduklarını ortaya koymuştur

Fen bilimlerinde kavram öğretiminin önemli olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı, fen eğitimcileri konuların geneline yönelik araştırmalar yürütmekten ziyade son yıllarda fen konularının öğrencilere öğretilmesinde kavram boyutuna ağırlık vermişlerdir. Bu bağlamda, kavram öğretiminin başlangıç aşamasında kavram yanlışlarını belirlemek önemli bir nokta olmuştur. Gerek ülkemizde ve gerekse diğer dünya ülkelerinde yapılan çalışmalarda, öğrencilerin ders ortamına gelmeden önce ve sonra kavramlarla ilgili birtakım yanlış düşünce içerisinde buldukları belirtilmektedir [5].

### 1.1 Kavram

Kavram soyut bir kelimedir. Herhangi bir varlık veya nesneden söz edildiğinde, onunla ilgili olarak insanın zihninde oluşan ilk çağrışımlardır. Dolayısıyla kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil, belirli gruplar altında topladığımızda

ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar bilgilerin yapı taşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur. Kavramlar düşüncenin birimidir. O nedenle çocukluk çağında kavramlar ve onların adları olan sözcükler öğrenilir, ardından kavramlar sınıflandırılır ve aralarındaki ilişkiler bulunur. Bu kavramlar kullanılarak yeni kavramlar ve bilgiler üretilir. Bu öğrenme yaşam boyu sürer [6].

Kavramların insan yaşamına getirdiği kolaylıklardan birisi de iletişim süreci ile ilgilidir. İnsanlar gerçek dünyada var olan olayları varlıkları ve nesnelere benzerlik ve farklılıklarına göre belli gruplara ayırarak, bu gruplara belli sözcüklerden oluşan isimler vermektedir. Bu isimler, dünyanın her yerinde herkes tarafından (farklı dillerdeki kelime olarak karşılıkları farklı olsa da) aynı şekilde anlaşılmaktadır [6].

## 1.2 Kavram Yanılgıları

Herhangi bir öğretim almadan önce öğrencilerin dış dünyayı anlama ve yorumlama sürecinde geliştirdikleri bir takım dikkate değer fikirleri vardır. Yapılan birçok çalışmada, bu fikirlerden bazılarının bilimsel olarak kabul edilen fikirlerden oldukça farklı olduğu görülmüştür. Literatürde öğrencilerin sahip olduğu bu fikirler farklı araştırmacılarca farklı şekillerde isimlendirilmiştir. Bunları, **kavram yanılgıları** (Doran 1972, Helm ve Novak 1983, Ivowi 1983), **alternatif fikirler (yapılar)** (Driver ve Erickson 1983), **öğrencilerin kavramları/inaçları** (Aguirre 1978, Albert 1978, Nussbaum ve Novak 1976), **kültürel inançlar** (Cole 1975, Odhiambo 1968), **öğrencilerin bilimi** (Osborne ve ark 1983), ve **öğrencilerin önceki deneyimleri** (Adeyinka 1983) şeklinde sıralayabiliriz (Webb, 1992) [7]. Ülkemizde daha çok kavram yanılgısı ifadesi kullanıldığı için bu çalışmada da bundan sonraki kısımlarda kavram yanılgısı terimi kullanılacaktır.

Genel olarak kavram yanılgısı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın uyumsuzluğu şeklinde ifade edilebilir. Bilimsel hata ile kavram yanılgısı birbirine karıştırılmamalıdır. Bilimsellikten uzak olan her şey kavram yanılgısı değildir. Yaptıklarını kavram kargaşası, bilimsel hata veya kavram yanılgısı sonucu yapmış olabilir. Birey söylediği ile yüzleştirildiğinde yaptığı bilimsellikten uzak açıklamayı fark edip ardından doğrusunu söylüyorsa bu durumda öğrenci bilimsel hata

yapmıştır. Ancak, kişi yaptığı yanlış tanımının doğruluğunda ısrar ediyor ve bunu savunuyor ise bu durumda kişide bahsedilen konuda kavram yanılması vardır denilebilir. Öğrencilerde kavram yanılmaları okul öncesindeki yaşam döneminde oluşabileceği gibi, eğitim ve öğretim yılı boyunca ilkokul, ortaokul, lise, üniversite ve lisansüstü eğitim olmak üzere örgün eğitimin her seviyesinde de şekillenebilir. Bu kavram yanılmaları birçoğumuzun tahmin ettiğinden daha dirençli biçimde inatla zihinde kalmakta ve değişime karşı bir engel teşkil etmektedir [8].

Kavram yanılmalarının yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulan bir takım ortak özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Osborne [4]; Driver [9], Driver ve Erickson [10], Mutimucuo [11], Marin ve Jiménez [12], Shipstone, Rhöneck, Kärrqvist, Dupin, Johsua ve Licht [13], Pardhan ve Bano [14], Webb, [7], Duit ve Treagust [15], Küçüközer ve Kocakulah [16]). Bu ortak özellikler aşağıda sıralanmaktadır.

- Öğrenciler derse, çoğunluğu doğal olaylara dayalı olmak üzere, çok sayıda ve çeşitli kavram yanılığına sahip olarak gelirler. Öğrenciler bu kavramları karşılaştıkları olayları bilimsel yaklaşımdan farklı bir tarzda açıklamakta kullanırlar.
- Bazı kavram yanılmaları yaş, yetenek, cinsiyet ve kültürel geçmişten bağımsızdırlar.
- Kavram yanılmaları değişime direnç göstermekte ve çoğunlukla geleneksel öğretim yolu ile değiştirilmeleri zor olmaktadır.
- Öğrencilerin sahip oldukları bazı kavram yanılmaları, çoğu kez, eski bilim adamlarının ve filozofların fikirleri ile paralellik gösterir.
- Kavram yanılmalarının bazıları öğrencinin yaşadığı toplumun kültür, dil ve dinine özgü olarak da oluşabilmektedir.
- Yapılan öğretim sonucunda da bazı kavram yanılmaları oluşabilmektedir. Bu tür yanılmalar çoğunlukla öğretmenden veya ders kitaplarından kaynaklanmaktadır.
- Öğrenciler aynı anda birbirleriyle çelişkili kavramlara sahip olabilir. Bu kavramlardan bazıları fen derslerini sürdürmekte ve sorulan soruları cevaplamakta kullanılırken diğerleri okul dışında yaşanan olayları açıklamakta kullanılır.

### 1.3 Kavram Yanılgıları Nasıl Düzeltilir

Kavram yanılgıları öğrencilerin belleklerine öyle güçlü bir şekilde yerleşmiştir ki, formal bir öğretimle düzeltilmeleri oldukça zordur. Ayrıca bu kavram yanılgıları zihinde kalmaya devam ederek öğrencinin yeni bilimsel kavramları öğrenmesini de engelleyebilmektedir. Bu sebeplerden dolayı Fen eğitimcileri öğrencilerin kavram yanılgılarının ne olduğunu ortaya çıkarmak ve bu yanılgıların bilimsel fikirlere doğru değişimini ne tür öğretim etkinlikleriyle gerçekleştirebilecekleri üzerine yoğunlaşmışlardır. Bu türden öğretim faaliyetleri literatürde kavramsal değişim olarak isimlendirilmektedir. Bu alanda özellikle fen eğitiminde yapılan ilk çalışmalardan biri Posner ve ark tarafından 1982 yılında öne sürülen kavramsal değişim teorisidir. Bu teoride Piaget'nin özümleme (asimilation) ve düzenleme (accomodation) terimleri kullanılarak kavramsal değişimin iki türü açıklanmıştır. Birincisinde, öğrenciler yeni karşılaştıkları bir olayı açıklamada kendilerinde var olan kavramları kullanmakta ve herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadırlar (asimilation). İkinci türde ise öğrencilerin var olan kavramları, yeni bir olayı açıklama veya kavramada yetersiz olduğunda, bu kavramların öğrenci tarafından yeniden organize edilmesi gerekmektedir. Kavramsal değişimin bu türü düzenleme olarak isimlendirilmektedir. Posner ve ark. [17] düzenlemenin olabilmesi için bazı şartların gerçekleşmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Bunun için:

- **Hoşlanmama (Dissatisfaction, D):** Öğrenenin zihnindeki yapı kendiliğinden değişmez. Değişimin olabilmesi için, eski durumdan öğrenenin hoşnutsuz olması ve bazı dezavantajlarının görülmesi gerekir. Öğrencide kavramsal değişimi sağlayabilmek için, kendisine öyle bir durum gösterilmez ki var olan bilgisi ile onu açıklayamasın ve o bilgidan hoşnutsuz kalsın. Buna kavram yanılgısını harekete geçirme (aktifleştirme) denmektedir.

- **Kolay Anlaşılabilirlik (Intelligibility, I):** Yeni kavram öğrenen tarafından kolay anlaşılır olmalıdır. Öğrenen kavramın ne demek istediğini anlayabilmelidir.

- **Akla Yatkinlik (Plausibility, P):** Bir kavram, kolay anlaşılabilirliği gibi, doğru ise bireyin aklına yatkin olacaktır. Bunun anlamı, yeni kavramın eskisi ile

değiştirilebilme olasılığını oldukça yüksek olmasıdır. Öğrenene göre bu kavram dünyanın gerçek tarafını göstermektedir.

- **Verimlilik (Fruitfulness, F):** Bir kavram, akla yatkın olduğu gibi yararlı ise buna verimlidir denir. Bunu anlamı, yeni kavramın başka deney ve gözlemlerin açıklanmasında kullanılabilir olması ya da ileride karşılaşılabilecek benzer problemlerin çözümünde yararlı olmasıdır [17].

Fen Eğitimi literatüründe, Posner ve ark.'nın [17] geliştirdiği bu teoriden etkilenecek, öğretim sırasında kavram yanlışlarının değişimi ve gelişimi için önerilen birçok öğretim stratejisi mevcuttur [18]. Kavramsal değişim için öğretim isimli derlemelerinde Scot ve ark [18], öğretim yaklaşımlarını iki temel gruba ayırmışlardır. Birinci grupta, bilişsel çatışma ve çatışmanın çözümü temelli öğretim stratejileri, ikinci grupta ise, öğrencilerin var olan fikirleri üzerine inşa edilen ve onları benzetme (analoji) kullanarak yeni bir alana genişleten stratejiler oluşturmaktadır. Birinci grup stratejilerde, öğretim sırasında öğrencilerin fikirlerine ters durumlar sunulmakta ve öğrencilerin zihninde bilişsel çatışma yaratılmaya çalışılmaktadır. İkinci gruptaki stratejilerde ise, öğrencilerin fikirleri belirlendikten sonra bu fikirlerden bilimsel fikirlere doğru bir gelişim için öğretimde benzetmeler kullanılmaktadır. Bu stratejilerin yanı sıra son zamanlarda özellikle Fizik eğitiminde kullanılmaya başlanılan White ve Gunstone [19] tarafından geliştirilen Tahmin-Gözlem-Açıklama (Predict-Observe-Explain) stratejisinde kavramsal değişim amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu stratejide, tahmin aşamasında, öğrencilerden konuyla ilgili bir durum sunulmakta ve öğrencilerden bu durumla ilgili bir tahminde bulunmaları ve bu tahminlerini açıklamaları; gözlem aşamasında, deney veya gözlem yapılması ve olayın sonucunun ifade edilmesi; açıklama aşamasında, öğrencilerin tahmin ve gözlemlerinde bir çelişki var ise bu çelişkinin açıklanmasını içermektedir.

Öğretmenlere kavram yanlışlarının giderilmesinde önemli görevler düşmektedir. Öğretmenler, öğrencilerdeki bu kavram yanlışlarını düzeltmeye kalkışmadan önce onların zihnindeki yanlış kavramlarla yüzleşmelerini sağlamalıdır. Bu bir anda olmaz, bir süreci gerektirir, bu süreçte öğretmenler tarafından yapılması gerekenler: i)

öğrencilerin kavram yanlışları öğretim öncesinde tespit edilmeli; ii) öğrenciler arasında bir tartışma ortamı yaratılarak sahip oldukları kavram yanlışları ile yüzleşmeleri sağlanmalıdır; iii) bilimsel yaklaşım ve modellerle öğrencilere bilgilerin yeniden yapılandırılması ve özümsemesi için yardımcı olunmalıdır [8].

#### **1.4 Basit Elektrik Devreleri İle İlgili Kavram Yanlışları**

Basit elektrik devreleri ile ilgili yerli ve yabancı literatürde pek çok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların büyük bir çoğunlu öğrenciler üzerinde odaklanmış olup öğrenciler üzerine Küçüközer [20], Küçüközer ve Demirci [21], Çepni ve Keleş [22], Sencer ve Eryılmaz [23], Dilber [24], Osborne [4], Kärrqvist [25], Lee ve ark. [26], Shipstone ve ark. [13], McDermott ve Shafer [27], Shafer ve McDermott [28], Cohen [29] araştırma yapmıştır. Öğretmen adayı ve öğretmenler üzerine Küçüközer ve Demirci [21], Çepni ve Keleş [21], McDermott ve Shafer [27], Shafer ve McDermott [28], Cohen [29], çalışırken Pardahan ve Bano [14], Borges ve ark. [30] ise çalışmalarında öğretmenlerde var olan kavram yanlışları yer vermiştir. Bu çalışmalarda belirtilen problem ve kavram yanlışları aşağıdaki Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1 Öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerde belirtilen kavram yanlışları

| Kavramlar  | Lise Öğren. | Öğretmen Adayları | Öğretmenler | Literatür                              |
|--|-------------|-------------------|-------------|--|
| Tek kutuplu model  | √           | √                 | √           | [4, 14, 20, 23, 25]                    |
| Çarpışan akımlar modeli:   | √           | √                 | √           | [4, 14, 20, 23, 25]                    |
| Akımın harcandığı model  | √           | √                 | √           | [4, 13, 14, 16, 20, 21,23, 24, 25, 26] |
| Sabit akım kaynağı modeli:   | √           | √                 | √           | [13, 14, 16, 20, 21, 25, 26, 28, 30]   |
| Bölgesel akıl yürütme  | √           | √                 | √           | [20, 21,25, 26, 30]                    |
| Potansiyel farkı, akım, enerji ve güç kavramını birbirini yerine kullananlar   | √           | √                 | √           | [13, 16, 20, 21, 25,]                  |
| Üretece olan yakınlık uzaklık (Deneysel kural)   | √           | √                 | √           | [14, 20, 25,30]                        |
| Paralel bir devrede akım eşit parçalara ayrılır  | √           | √                 |             | [20, 26]                               |
| Paylaşılan akım modeli   | √           | √                 | √           | [14, 16]                               |
| Ölçü araçlarının nasıl bağlanması gerektiğinin bilinmemesi   | √           | √                 | √           | [20, 21]                               |
| Elektrik akımının devrede hareket eden yükler tarafından oluşturulduğunu ve bu yüklerin de elektron ve protondur   |             |                   | √           | [30]                                   |
| Bataryanın sağladığı sabit potansiyel farkının onun uçları arasında bir elektrik alan oluşturduğu ve bunun iletken içinde elektrik yüklerini hareket ettirdiği düşünülmektedir |             |                   | √           | [30]                                   |
| Pil sayısı fazla olan devrelerdeki lambalar daha parlaktır (Bağlantı şekli önemsenmiyor)   |             |                   | √           | [20, 21]                               |
| Paralel devrelerde özdeş ampullerden geçen akım pilden geçenele aynıdır.   |             |                   | √           | [14]                                   |
| Paralel bağlı bir devrede toplam akım ampul sayısının artmasından etkilenmez   |             |                   | √           | [14]                                   |
| Paralel devrede ampul sayısını artırmak devreden daha çok akım geçmesine neden olur (Bağlantı şekli önemsenmiyor)  |             |                   | √           | [14]                                   |
| Pil enerji kaynağıdır ve serbest elektronlar bu enerji yardımı ile hareket eder.   |             |                   | √           | [14]                                   |
| Kuru pil elektronların depolandığı yerdir. Kablolar borulara benzer. Devre tamamlandığında depolanmış elektronlar akmaya başlar.   |             |                   | √           | [14]                                   |

Yukarıdaki tabloda genel olarak isimlendirilen bazı yanlışlıkların neyi ifade ettiği aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

- **Tek kutuplu model (Güç Çeken Model):** Lambanın yanması için pil ve lamba arasına tek bir telin bağlanmasının yeterli olduğuna inanılır [4, 14, 20, 23, 25].
- **Çarpışan akımlar modeli:** Akımın pilin her iki kutbundan da geldiğini, lamba içinde bu iki taraftan gelen akımın çarpıştığını ve lambanın yandığı görüşündedirler [4, 14, 20, 23, 25].
- **Akımın harcandığı model:** Akımın devrede dolanırken devre elemanları üzerinden geçtikten sonra azaldığı, fikrini benimsemektedirler [4, 13, 14, 16, 20, 21,23, 24, 25, 26].
- **Kapalı devre modeli:** Akımın kapalı bir devrede dolanması fikrini kabul etmekle beraber, enerji ve akım kavramlarını birbirleriyle karıştırmaktadırlar. Bazen akım yerine enerjinin devrede dolandığını vurgulamaktadırlar [13, 20, 25].
- **Sabit akım kaynağı modeli:** Pillerin sabit akım kaynağı olduğu, özdeş lambaların sayısı ve bağlantı şekilleri ne olursa olsun pilin vereceği akımın hep aynı şiddette olacağı görüşündedirler [13,14, 16, 20, 21, 23, 25, 26, 28, 30].
- **DeneySEL Kural:** Bir devrede lambanın önünde yapılan bir değişikliğin lambanın parlaklığını etkileyeceği fakat lambadan sonra gelen bir yerde yapılan değişikliğin lambanın parlaklığını etkilemeyeceği düşünülmektedir (sequential reasoning).Yine aynı şekilde bataryaya uzak olan lambalar daha az parlaklıkta yanarlar [13, 20, 26].
- **Eşitlik modeli:** Paralel bir devrede akım eşit parçalara ayrılır şeklindedir [20, 26].

### 1.5 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; fizik ile fen bilgisi öğretmenlerinin, öğretmen adaylarının ve lise öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmak ve lise öğrencilerinden öğretmenlere kadar uzanan süreçte devam eden kavram yanlışlıkları varsa bunları ortaya koymaktır.



## 1.6 Araştırmanın Önemi

Fen bilimleri eğitiminin amaçlarından biri öğrencilerin bilimsel gelişimin doğasını anlamalarına yardımcı olmaktır [31]. Ancak fen bilimlerini doğru anlama ve doğru yorumlamanın önündeki engellerden biri de öğrencilerde yerleşmiş olan kavram yanlışlarıdır. Kavram yanlışlığı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın uyumsuzluğudur. Kavram yanlışlarını Baki [32], öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlar olarak tanımlarken, Çakır ve Yürek [33], kavram yanlışlarını kişisel deneyimler sonucu oluşmuş bilimsel gerçeklere aykırı olan ve yeni öğrenilecek bilgileri engelleyici durumlar olarak tanımlamaktadır. Başka bir tanımsa kavram yanlışlığını, bir kişinin bir kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermesi şeklinde ifade eder [34].

Fizik dersi, içerdiği bir çok soyut kavramdan dolayı kavram yanlışlarının sıklıkla görüldüğü derslerin başında gelmiştir. Özellikle basit elektrik devreleri ile ilgili yanlışların çoğunlukla olduğu kısımlardan biri olarak göze çarpmakta olup hem ülkemizde hem de yurt dışında bu konuya ilişkin birçok çalışma vardır. Bunların bir kısmı yalnız öğrencilere bir kısmı öğrenci ve öğretmen adaylarına bir kısmı ise yalnız fizik öğretmenlerine yöneliktir. Osborne [4], Shipstone ve ark. [10], Karrqvist [25], Lee ve ark. [26] yalnız öğrenciler üzerinde çalışırken Cohen ve ark. [29] ile McDermott ve Shafer [27], Shafer ve McDermott [28] lise öğrencileri ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmalar yapmıştır. Borges ve ark. [30] ise lise öğrencileri ve öğretmenleri içeren çalışmalara yer vermiştir. Ülkemizde ise Dilber [24], Sencar [23], Küçüközer [20] yalnız öğrenciler, Küçüközer ve Demirci [21] öğretmenlere yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çepni ve Keleş [22] ise yaptığı çalışmada 11-22 yaş arası ilköğretimden öğretmen adaylarına kadar uzanan farklı eğitim seviyesinde bulunan katılımcılara yer vermiştir. Bu çalışma da ise lise öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenleri beraber içermesi (14 -65 yaş arası) bakımından önemlidir. Çepni ve Keleş [22] yalnız bu çalışmadaki birinci soruyu kullanarak enerji.güç ve potansiyel farkının birbirine karıştırılıp karıştırılmadığını ve lambanın yanması için doğru bağlantı şeklinin çizilip

çizilmediğini araştırırken bu çalışmada bu soruların yanında literatürde bu konu ile ilgili geçen kavram yanlışlarının var olup olmadığı araştırılmıştır.

### **1.7 Araştırmanın Sorusu**

Bu araştırmada; “öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin basit elektrik devreleri hakkındaki kavram yanlışları nelerdir ve lise öğrencilerinden öğretmenlere kadar uzanan süreçte devam eden kavram yanlışları var mıdır?” sorusuna cevap aranacaktır. Bu temel sorunun yanında her bir grubun kavramsal anlama testinden aldıkların puanlar dikkate alınarak karşılaştırmaları da yapılacaktır. Bu çerçevede alt problemler aşağıdaki gibidir.

1. Her üç grubun kavram yanlışları benzerlik göstermekte midir?
2. Bu üç grubun sahip oldukları kavram yanlışları literatür ile benzerlik göstermekte midir?
3. Gruplar arasında kavramsal anlama testi puanları arasında anlamlı farklar var mıdır?

### **1.8 Sayıtlar**

- Kullanılan kavramsal anlama testi her üç grubunda konu ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmada yeterlidir.
- Her üç grup üyelerinin bir kısmı ile de yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler var olan kavram yanlışlarını destekler niteliktedir.
- Katılımcılar veri toplama araçlarını içtenlikle yanıtlamışlardır.

### **1.9 Sınırlılıklar**

Bu araştırma,

- “Madde ve Elektrik” ünitesinde yer alan “Basit Elektrik Devreleri” konusu,

- 2006-2007 öğretim yılı Erzincan il merkezindeki bir lisede yer alan iki lise I. sınıfta bulunan toplam 60 öğrenci,
- 2006-2007 öğretim yılı Erzincan Üniversitesi Fen Bilgisi iki ve üçüncü sınıf öğretmen adayları ile Atatürk Üniversitesi Fizik Öğretmenliği iki ve üçüncü sınıf öğretmen adaylarından toplam 60'ar kişi
- 2006-2007 öğretim yılında Erzincan da farklı okullarda görev yapan fizik öğretmenlerinden 21'i ve fen bilgisi öğretmenlerinden 19'u ile,
- nitel veri toplama yöntemlerinden, kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle sınırlı tutulmuştur.

### **1.10 Araştırmanın Yapısı**

Araştırmada sunulan rapor, 5 temel bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ile ilgili tanıtıcı bilgiler aşağıda kısaca sunulmaktadır.

- Bölüm I: Kavram, kavram yanılgıları, elektrik devreleri ile ilgili literatür hakkında bilgi ve araştırmanın amacı, önemi, soruları, sayıtları, sınırlılıklarına ilişkin bilgilerin verildiği kısımdır.
- Bölüm II: Araştırmanın yöntemiyle ilgili olan bu bölüm; örneklemin özellikleri, verilerin toplanması ve verilerin analizi ile ilgili bilgileri içermektedir.
- Bölüm III: Araştırmadan elde edilen veriler ile bu veriler ile ilgili yorumları içermektedir.
- Bölüm IV: Sonuç ve önerilerin sunulduğu bölümdür.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma, kavramsal anlama testinde yer alan açık uçlu sorular ve katılımcılarla yapılan görüşmeler açısından nitel; kavramsal anlama testinde yapılan açıklamaların puanlara dönüştürülmesi açısından ise nicel bir çalışmadır.

### 2.1 Örneklem Seçimi ve Özellikleri

Çalışmanın örneklemini üç farklı gruptan oluşmaktadır. Bu gruplar Lise-1 öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerdir. Örneklemin birinci grubunda Erzincan il merkezinde 60 lise 1.sınıf öğrencisi yer almaktadır. Öğrencilerin seçiminde iki ana faktör etkili olmuştur. Bunlardan birincisi, çalışmanın kavramsal çerçevesinin basit elektrik devreleriyle ilgili olması ve orta öğretim düzeyinde bu konu ile ilgili olarak öğrencilerin ilk defa lise 3. sınıfta karşılaşacak olmalarıdır. Basit elektrik devreleri hakkında öğretim bu döneme kadar yapılmayacaktır. İkinci faktör ise, uygulamanın sağlıklı bir ortamda gelişmesini sağlayan ve lise seçimini ilgilendiren pratik nedenlerdir. Uygulamanın yapıldığı lisenin seçimindeki pratik nedenleri; i) öğrenci sayısının uygulamaya engel teşkil edecek şekilde fazla olmaması ve ii) okul yönetimi ve öğretmenin bu türden bir çalışmaya sıcak bakmaları, okul yönetimi ve öğretmenle yapılan görüşmelerde bu tür bir çalışmaya ellerinden gelen bütün desteği vereceklerini ifade etmiş olmaları şeklinde özetlenebilir. Örneklemin ikinci grubunda ise Erzincan Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği 2 ve 3 sınıf öğrencilerinden 60 öğretmen adayı ile Atatürk Üniversitesi 3 ve 4 sınıf öğrencilerinden 60 fizik öğretmen adayı yer almaktadır. Öğretmen adayı olarak fen bilgisi öğretmenleri ile fizik öğretmenlerinin seçilmesinin nedeni geçmiş yıllarda bu konuyu görmüş ve ilerleyen yıllarda da anlatacak olmalarıdır. Örneklemin üçüncü grubunu oluşturan Erzincan da görev yapan 19 fen bilgisi öğretmeni ile 21 fizik öğretmenlerinin gönüllü olanları bu çalışmada örneklem grubuna dahil edilmişlerdir. Örneklemin yaş aralığı ve eğitim seviyesi olabildiğince geniş tutulmaya çalışılmıştır. Örneklemin gruplara göre dağılımı Tablo 2.1' de verilmiştir.

Tablo 2.1 Örneklemin Gruplara Göre Dağılımı

| Örneklem Grubu |                          | Sayı | Yaş Aralığı |
|----------------|--------------------------|------|-------------|
| Öğretmen       | Fen Bilgisi              | 19   | 25-52       |
|                | Fizik                    | 21   | 32-65       |
| Öğretmen Adayı | Fen Bilgisi Öğretmenliği | 60   | 21-23       |
|                | Fizik Eğitimi            | 60   | 21-25       |
| Öğrenci        | Lise 1                   | 60   | 14-16       |

## 2.2 Verilerin Toplanması

Çalışmadaki en temel veri toplama kaynağını kavramsal anlama testi oluşturmaktadır. İkinci veri toplama kaynağı ise, kavramsal anlama testinde yer alan soruları destekleyici ve her üç grubun konu ile ilgili fikirlerini derinlemesine incelemeye olanak sağlayan yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

Öğrencilerin konu ile ilgili fikirlerini belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir çok teknik vardır. Driver ve Erickson [10], öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmada kullanılan yaklaşımları **kavramsal** (conceptual) ve **olaysal** (phenomenologically) çerçeve olmak üzere iki ana boyutta ele almışlardır.

**Kavramsal boyut:** Bu tarz yaklaşımlarda , katılımcıların sunulan kavram ile ilgili açıklamalarda bulunmaları ya da herhangi bir kağıt kalem sorusunda, verilen kavramı bir cümle içinde kullanmaları ya da tanımlamaları istenilmektedir. Ayrıca bu yaklaşımda kavram ilişkilendirme (word associations), serbest yazma (free associations), kavram haritaları ve görüşmeler veri toplama teknikleri olarak kullanılmaktadır [10, 35].

**Olaysal boyut:** Bu tür bir yolla veri elde edilmesi ya açık uçlu testlerle ya da görüşmeler sayesinde sağlanmaktadır. Açık uçlu soru formatı genellikle, konu ile ilgili olarak öğrencilere olay sunumundan sonra kısa cevaplı veya çoktan seçmeli olarak öğrencilerin tahminde bulunacakları kısım ve ardından bu tahminlerini açıklayıcı fikirlerini sundukları açık uçlu kısmı içermektedir [35]. Görüşmelerde ise, konu ile ilgili olarak öğrencilere olayın veya örneğin sunulmasından sonra, bu durum ile ilgili görüşlerinin ne olduğunu açıklamaları istenmektedir.

Fen bilimleri özelliklede fizik konuları soyut bir yapıya sahiptir. Bu nedenle kavramsal anlama testinde sorular daha çok kavramsal değil de olaysal olarak seçilmiştir. Verilen kavramların yalnız bir cümle içerisinde kullanılması veya direk tanımının yapılması konunun anlaşılabilirliği için yeterli değildir.

### **2.2.1 Kavramsal Anlama Testi**

Değişen müfredatla elektrik konusu lise -3 ders dağılımı içerisinde alınmıştır. Akım, potansiyel farkı, direnç kavramları ve ohm yasası ile dirençlerin bağlantı şekillerini içeren kavramsal anlama testi ile lise-1 öğrencileri, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin fikirlerinin ne olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan kavramsal anlama testi yedi sorudan oluşmaktadır. Sorular Küçüközer'in [20] doktora tezinden alınmıştır. Aşağıdaki paragrafta bu testteki sorulara ilişkin bilgiler verilmektedir.

Çalışma için seçilen sorulardan 1. si tamimiyle açık uçlu tipte olup, diğer sorular ise, çoktan seçmeli kısımla burada verilen cevapların açıklanacağı açık uçlu kısmı içerecek şekilde iki kısımdan oluşmaktadır. Bu soruların yanıtlanması sırasında her üç grup içinde çoktan seçmeli kısımdaki seçeneklerden herhangi birini doğru olarak kabul etmemesi durumunda, seçeneklerin en sonunda bırakılan boşluğa kendilerine göre doğru olan bir cevabı vermeleri verdikleri cevabın nedenini seçeneklerin altında bırakılan boşluklara yazmaları istenmiştir. Öğrencilerden her bir soruda açıklama yapmalarının istenilmesinin temel nedeni, bu araştırmanın nitel bir çalışma boyutunun olmasındandır. Nitel araştırmalarda örneklem grubunun sahip olduğu fikirlerin belirlenmesi büyük önem taşıyan bir durumdur. Bu türden sorular literatürde “diagnostic questions”, “research probes” olarak adlandırılmaktadır [36]. Ülkemizde bu türden sorulara verilen isimler “sondaj soruları” [35] ve “tanı koymaya yönelik sorular” [37] şeklindedir.

Kavramsal anlama testinin uygulanması sırasında, her üç gruba da rahat bir şekilde soruları cevaplayabilmesi için zaman sınırlaması yapılmamıştır. Kavramsal anlama testi 2006-2007 öğretim yılının birinci aşamasında öğretmenlerin belirttiği uygun zaman

dilimlerinde teker teker uygulanırken öğretmen adayı ve lise öğrencilerine okul yönetimi ve öğretilerin izin verdiği zaman dilimlerinde topluca uygulanmıştır. Öğretiler 15-20 dakikada, öğretmen adayları 25-30 dakikada, lise öğrencileri 40-45 dakika arasında testi tamamlamışlardır.

### **2.2.2 Görüşme**

Araştırmada kullanılan görüşme yarı yapılandırılmış açık uçlu görüşme tipindedir. Görüşmeler kavramsal anlama testlerinden elde edilecek öğrenci fikirlerini desteklemesi ve öğrencilerin görüşlerinin derinlemesine incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Görüşmenin seyri içinde soru içinde duruma göre farklı sorulara da yer verilmiştir. Görüşmelerin tamamı ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve yazılı forma dönüştürülmüştür.

Görüşmeler, öğretmenlerden seçilen altı, öğretmen adaylarından seçilen dokuz, lise öğrencilerinden seçilen beş katılımcı ile bireysel olarak görüşmeci tarafından yapılmıştır. Araştırmaya katılan her üç gruptaki bireylerle görüşme yapılması zaman problemlinden dolayı olanaklı olmadığı gibi araştırmaya katılan bazı öğretmenler görüşme yapmaya karşı çıkmışlardır. Bu nedenle görüşme yapılacak kişiler rast gele belirlenmiştir. Her üç gruptaki görüşmecilerin görüşmelere katılımları tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olup, katılımcılara yapılacak görüşmelerin formatı hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra eğer istemiyorlarsa görüşmelere katılmayabilecekleri belirtilmiştir. Her üç grupta da seçilenlerin hepsi görüşmeye katılma konusunda istekli olduklarını ifade etmişlerdir.

Görüşme sırasında öncelikle katılımcıların kavramsal anlama testinde herbir soruda yapmış oldukları açıklamaları neden yaptıkları sorulmuş ve ardından görüşmenin seyri içinde gerekli durumlarda konuyla bağlantılı farklı sorularda sorulmuştur.

### **2.3 Verilerin Analizi**

Her bir sorudan elde edilen veriler nicel ve nitel olmak üzere iki şekilde analiz edilmiştir. Bu analizlerin sonuçları “Bulgular ve Tartışma” bölümünde sunulmuştur.

Nitel analizde, öncelikle soru ile ilgili olarak her üç grubunda yaptıkları açıklamalardan oluşturulan kategorilerin her bir testteki yüzdeleri bir tablo üzerinde verilmiştir. Tablolarda öncelikle lise öğrencileri daha sonra öğretmen adayları ve daha sonrada öğretmenler gelecek şeklinde düzenlenmiştir. Her bir soru için tabloların altında kısaca her tablodan elde edilen veriler yorumlanmaktadır.

Nitel veriler sayısallaştırıldıktan sonra her bir katılımcının testten aldıkları puanlar SPSS programına girilmiştir. Gruplar arasında yüzde puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi yapılmıştır. Bu testin sonuçlarına bakılarak hangi gruplar arasında farkın olduğunu belirlemek için Tukey'in "HSD Post Hoc" testi uygulanmıştır.

### **2.3.1 Kodlama Sistemi**

Kavramsal anlama testinde yer alan soruların açık uçlu kısımlarında öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan elde edilen veriler, tam yanıtı belirleme (nomothetic) ve açıklamaları belli kategoriler içerisinde sınıflandırma (ideographic) yaklaşımları kullanılarak analiz edilmiştir [35, 37]. Her iki analiz yönteminin kullanıldığı bu kısımda yapılan işlemler kısaca aşağıda sunulmaktadır.

- Araştırmacı tarafından sorunun olası doğru cevapları çıkarılmıştır.
- Soruya yanıt veren öğrencilerin cevapları kodlanabilen ve kodlanamayan diye iki gruba ayrılmıştır.
- Kodlanabilen cevaplarda, doğru ve yanlış olanlar ayrılmıştır.
- Doğru cevaplar içinde benzer açıklamalar sınıflandırılarak farklı yanıt kategorileri oluşturulmuştur.
- Yanlış cevaplar içinde de benzer açıklamalar sınıflandırılarak farklı yanıt kategorileri oluşturulmuştur.

Her bir soru için belirlenen kategoriler, Tablo 2.2' de sunulan düzeylere göre gruplandırılmıştır. Tabloda da görüldüğü gibi, bu düzeylerin her birine yukarıdan



aşağıya doğru en doğru cevaba 6 ve arkasından gelen düzeylere de sırasıyla 5, 4, 3, 2, 1 ve 0 puanları verilerek her bir katılımcının testten aldığı puan belirlenmiştir [20].

Tablo 2.2. Test puanlarını hesaplamak için geliştirilen kodlama ve puan karşılıkları

| Düzyeler             | Puan |
|----------------------|------|
| A - Tam Doğru        | 6    |
| B - Kısmen Doğru (1) | 5    |
| C - Kısmen Doğru (2) | 4    |
| D - Yanlış (1)       | 3    |
| E - Yanlış (2)       | 2    |
| F - Kodlanamayan     | 1    |
| G - Cevaplanamayan   | 0    |

Bu düzeylerin ne anlama geldiği aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

- **Tam Doğru (A):** Bilimsel olarak doğru ve tam olarak kabul edilen açıklamalar bu grup içinde yer almaktadır.
- **Kısmen Doğru-1 (B):** Açıklamalar doğru fakat tam doğru cevaba göre eksik ise bu grup içinde yer almaktadır.
- **Kısmen Doğru-2 (C):** Hem kısmen doğru kabul edilebilecek hem de yanlış ifadelerin beraber bulunduğu açıklamalar bu grup içinde yer almaktadır.
- **Yanlış-1 (D):** Elektrikle ilgili kavramların kullanıldığı, devredeki herhangi bir elemanın azlık veya çokluğunu ayrıca devrenin bağlantı şeklini dikkate alarak akıl yürütenlerin açıklamaları bu grupta yer almaktadır. Bu ifadeler yanlış olan açıklamalardır.
- **Yanlış-2 (E):** Elektrik konusuyla ilgisi olmayan kavram ve ifadeleri içeren açıklamalar bu grup içinde yer almaktadır.
- **Kodlanamayan (F):** Anlaşılamayan ve soru ile tam olarak ilişkisi kurulamayan açıklamalar bu grup içinde yer almaktadır.
- **Cevaplanamayan (G):** Soru için herhangi bir açıklama yapmayanlar ve işaretlediği seçeneği aynen açıklayan ifadeler bu grup içinde yer almaktadır.

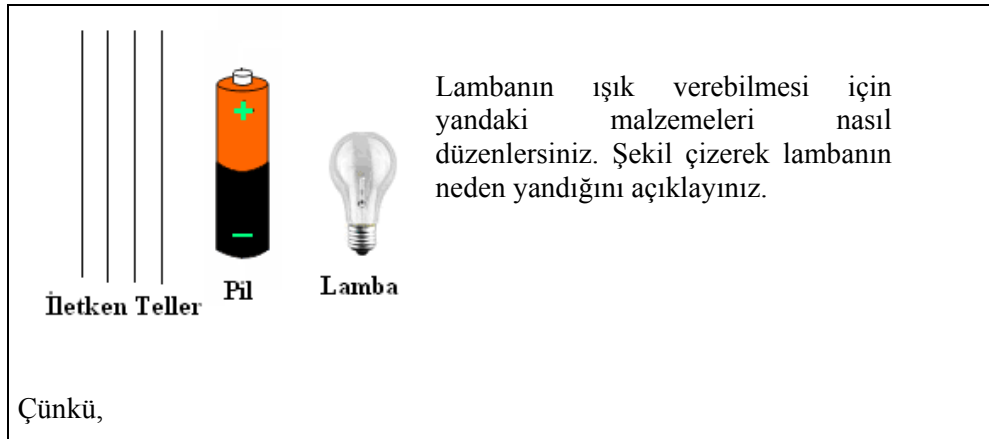
### 3. BULGULAR VE YORUM

Bu bölüm iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda araştırmanın ilk iki alt sorusuna yanıt aramak için her grubun kavramsal anlama testindeki her soruya vermiş oldukları cevaplar ve görüşmeler analiz edilerek yorumlanmıştır. İkinci kısımda ise üçüncü alt araştırma sorusuna yanıt aramak için gerekli istatistiksel bulgu ve yorumlara yer verilmiştir.

#### 3.1 Elektrik Devreleri Kavram Testi Sorularının Gruplara Göre Nitel Değerlendirilmesi

##### 3.1.1 Soru 1

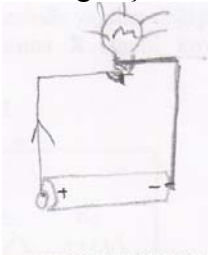
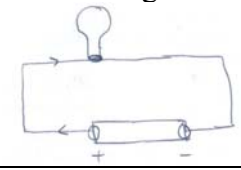
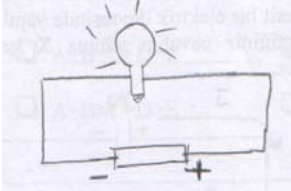
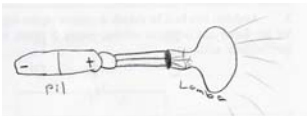
Aşağıda şekil 3.1’ de görüldüğü gibi bir pil, lamba ve birkaç iletken telin verildiği malzemeleri kullanarak lambanın ışık vermesi için bunlar nasıl düzenlenmeli sorusu ile katılımcıların devrenin tamamlanması ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Ayrıca bu soruda katılımcıların lambanın ışık verme sebebini açıklarken kullanmış oldukları kavramların ne olduğunu belirlemek de amaçlanmıştır.



Şekil 3.1 Kavramsal Anlama Testi 1. Soru

Aşağıda Tablo 3.1’ de her üç örneklem grubunun lambanın yanması için nasıl bir devre şekli çizdikleri ve lambanın yanma nedenini açıklarken ne türden kavram ve ifadeleri kullandıkları verilmektedir.

Tablo 3.1 Birinci sorudan elde edilen veriler

| Çizim  | Kullanılan Kavram veya İfadeler                | Frekanslar n (%) |           |          |
|--|--|------------------|-----------|----------|
|  |  | L. Öğr.          | Öğrm.A.   | Öğrm     |
| <p>1- Doğru çizim</p>                                 | Pili enerji kaynağı olarak görenler            | -                | 2 (1.7)   | -        |
|  | Elektrik akımı kavramını kullananlar           | -                | 2 (1.7)   | 8 (20)   |
|  | Enerji kavramını kullananlar                   | -                | 4 (3.3)   | -        |
|  | Potansiyel fark kavramını kullananlar          | -                | 2 (1.7)   | 2 (5)    |
|  | Kapalı bir çevrim yapılmalı diyenler           | -                | 19 (15.8) | 8 (20)   |
| <p>2- Telleri lambanın alt kısmına değdirenler</p>   | Elektrik akımı kavramını kullananlar           | -                | 8 (6.7)   | 4 (10)   |
|  | Enerji kavramını kullananlar                   | 4 (6.7)          | 2 (1.7)   | -        |
|  | Güç kavramını kullananlar                      | 1 (1.7)          | -         | -        |
|  | Kapalı bir çevrim yapmalıyız diyenler          | 11(18.3)         | 14 (11.7) | -        |
|  | Elektrik kavramını kullanan                    | -                | 2 (1.7)   | 3 (7.5)  |
| <p>3- Telleri lambanın yanlarına dokunduranlar</p>  | Enerji kavramını kullananlar                   | 2 (3.3)          | 9 (7.5)   | 2 (5)    |
|  | Elektrik akımı kavramını kullananlar           | 9(15)            | 20 (16.7) | 5 (12.5) |
|  | Elektron kavramını kullananlar                 | 1 (1.7)          | -         | 3 (7.5)  |
|  | Pili enerji kaynağı görenler                   | 8 (13.3)         | -         | -        |
|  | Kapalı bir çevrim yapmalıyız diyenler          | 19(31.7)         | 30 (25)   | 5 (12.5) |
|  | Potansiyel farkı ve akım kavramını kullananlar | -                | 4 (3.3)   | -        |
|  | Elektrik kavramını kullanan                    | -                | 2 (1.7)   | -        |
| <p>4- Tek Kutuplu Çizenler</p>                      | Elektrik akımı kavramını kullananlar           | 3 (5)            | -         | -        |
|  | Enerji kavramını kullananlar                   | 2 (3.3)          | -         | -        |

Tablodan da görüldüğü gibi lambanın yanması için gerekli olan tam doğru bağlantı şeklini (1) öğrenciler çizemezken öğretmen adaylarının % 24.2’si ve öğretmenlerin % 45’lik kısmı yapmıştır. Bu katılımcıların yaptıkları açıklamalara bakıldığında çoğunlukla lambanın yanması için devrenin kapalı bir çevrim haline getirilmesi

gerektiğini vurguladıkları ve yaptıkları açıklamalarda ise enerji ve potansiyel fark kavramını kullanmış oldukları görülür. Aşağıda bu konu ile ilgili öğretmen (1) ile yapılan görüşmede geçen ifadeler yer verilmiştir.

**Öğretmen (1):** *Lambalarda ışık elde edilebilmesi için içindeki iletkenin akım geçmesi gerekir. Bir iletenden akım geçmesi de içinde uçlarına potansiyel fark uygulamak gerekir. Lamba içindeki iletkenin iki ucundan biri lambanın altında biri de onun üzerine sarılmış sarı renkli metalde olur. Bunlara K ve L dersek bu durumda pilin iki ucunu K ve L ye birleştiren iletkenler kullanmamız gerekir. Bu şekilde seri bir devre hazırlanmış oluruz. Bu şekilde de lamba yanar*

Tablodaki 2. şekli lise öğrencilerinin % 26.7'si, öğretmen adaylarının % 21.8'i ve öğretmenlerin % 17.5'inin çizdikleri görülmektedir. Bu çizimi yapan katılımcıların yaptıkları açıklamalara bakıldığında öğrencilerin çoğunluğu kapalı çevrim ve enerji kavramlarını, öğretmen adaylarının çoğunluğu kapalı çevrim ve akım kavramlarını ve öğretmenlerin çoğunluğu ise akım ve elektrik kavramlarını açıklamalarında kullanmışlardır. Tabloda görülen 2. şekil grubu içinde yer alan bir öğrencinin (203)'ün görüşmeler sırasında belirttiği ifadeler aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci(203):** *Pilden çıkan dört tane tel var. Değişik bir bağlama yaptım ama lambaya doğru telleri uzatırız. Pilin (+) ucundan çıkan akım bir nolu telden sonra iki nolu telden geçerek lambaya ulaşır ve lambayı yakar. Buradan çıkan akım üç ve dört nolu telleri takip ederek pilin (-) kutbuna ulaşır.*

**Görüşmeci:** *Dört telin tamamını kullanmamız gerekir mi?*

**Öğrenci(203):** *Dört telin tamamı? Elimde olsa bir tel daha kullanacaktım.*

**Görüşmeci:** *İki tel işini yapar mı?*

**Öğrenci(203):** *Şunların ikisini bir tel gibi sayıyorsanız yapar. Devreden akım geçer ve lamba yanar.*

Tablodaki 3. şekle bakıldığında katılımcıların her üç grubunun da çoğunlukla bu şekil altında toplandığı görülmektedir. Yüzde olarak bakıldığında lise öğrencilerin % 65'i, öğretmen adaylarının % 54.2'si ve öğretmenlerin % 37.5'i bu çizimi yapmışlardır. Bu gruptaki çizimde kullanılan ifade ve kavramlara bakıldığında katılımcıların her

üçünde de çoğunlukla akım ve devre tamamlanması kavramlarını kullandığı görülmektedir. Bu gruptaki katılımcılar görüşmeler sırasında da yine bu iki kavramı ön plana çıkararak açıklamalar yapmışlardır. Örneğin öğrenci (209)'un görüşmelerde yaptığı açıklama aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci (209):** İlk önce iletken telleri koyduk sonradan pili aşağı tarafa koydum (+) tarafı sola doğru geldi. (-) tarafı sağa doğru geldi. (+) yönden gelen akım lambayı yakmış oldu

**Görüşmeci:** Peki pili ters cevirsen önemlimi?

**Öğrenci (209):** Önemli değil sadece uçları değişmeyecek şekilde bağlamak önemli

**Görüşmeci:** Hareket eden nedir ?

**Öğrenci (209):** Akım hareket eder.

Tablodaki 4. şekle bakıldığında tek kutuplu model (unipolar model) olarak adlandırılan bu model yalnız lise öğrencilerinde görülmüştür. Genel olarak öğrenciler, akımın devrede, pilin + ucundan çıktığını, lambaya geldiğini ve burada kullanıldığını bunun sonucunda lambanın yandığını ve ikinci telin lambanın yanmasına etki etmediğini, gereksiz yere kullanıldığı görüşündedirler. Öğrenciler, bu görüşü savunurken ya akım yada enerji kavramını kullanmışlardır. Bu model literatürde Osborne' nin [4] ve Çepni ve Keleş'in [22] çalışmalarında da yer almıştır. Çepni ve Keleş [22] çalışmasını katılımcıların böyle bir çevrimi tamamlayarak konu hakkında getirdiği çalışmalar üzerine kurmuştur. Bizim çalışmamızda, tek kutuplu modeli çizerek görüşmelerde bu modeli açıklayan öğrenci olmamıştır.

### 3.1.2 Soru 2

Bu soru, bir pil ve bir lamba, seri iki pil ve bir lamba, paralel iki pil ve bir lamba bağlantısının olduğu üç devreden oluşmaktadır. Bu üç devrede de lambalar ve piller özdeşdir. Her üç grubunda lambaların parlaklığı ile ilgili bir cevap vermeleri ve bu cevaplarını doğrulayıcı açıklama yapmaları istenilmektedir. Bu soru aşağıda şekil 4.2'de verilmektedir.

Her üç şekilde de piller ve lambalar özdeştir. Şekil 2’de ikinci pil seri olarak, şekil 3’te ikinci pil paralel olarak diğer pile bağlanmıştır.

Lambaların parlaklığı ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X isareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız.

|                          |       |                          |       |                          |       |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | A>B>C | <input type="checkbox"/> | B>A>C | <input type="checkbox"/> | B>A=C |
| <input type="checkbox"/> | A=B=C | <input type="checkbox"/> | B=C>A | <input type="checkbox"/> | ..... |

**Açıklamanız:**

Şekil 3.2 Kavramsal Anlama Testi 2. Soru

Bu soru için doğru seçenek B>A=C’dir. Bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek açıklama, potansiyel farkı veya akım kavramları temel alınarak iki türlü yapılabilir. Bu açıklamalar içerisinde örneğin aşağıdaki gibi ifadeler doğru olarak kabul edilebilir.

- Parlaklık güç ile doğru orantılıdır. Güç ise potansiyel farkı veya akım (veya kareleriyle) ile doğru orantılıdır.
- Şekil 2’deki lambanın potansiyel farkı, iki pilin toplam potansiyel farkına eşittir. Şekil 1 ve 3 (paralel bağlı pillerin toplam potansiyel farkı tek bir pilin potansiyel farkına eşittir) deki lambaların potansiyel farkları birbirine eşit ve Şekil 2’deki lambanın uçları arasındaki potansiyel farkı değerinin yarısı kadardır. Uçları arasında en fazla potansiyel farkı değerine sahip lamba B lambası olduğundan en parlaktır. A ve C lambalarının potansiyel farkı değeri eşit ve B lambasınınkinden daha küçüktür.
- Güç akım ile doğru orantılı olduğu için lamba üzerinden geçen akım değeri ile lambanın parlaklığı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Şekil 3’teki devrede paralel bağlı iki pilin her ikisinin devreye verdiği akımın toplamı, şekil 1’deki bir pilin devreye verdiği akım kadardır. Bu yüzden A ve C lambaları üzerinden geçen akımlar eşittir. Şekil 2’deki iki pilin devreye verdiği toplam akım şekil 1 ve 3’deki akımların iki katıdır. Bu yüzden B lambası en parlak olacaktır.

Aşağıda Tablo 3.2’de her üç örneklem grubunun ikinci soruda lambaların parlaklığı için yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları verilmektedir

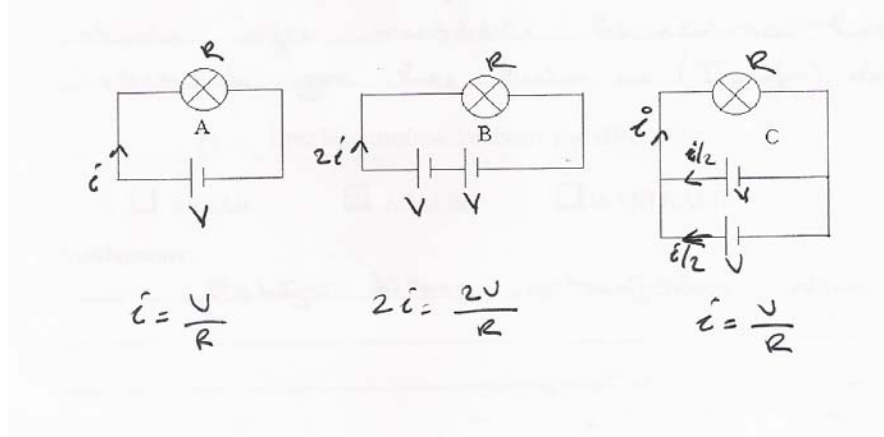
Tablo 3.2 Grupların İkinci Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye    | Kategoriler  | Frekanslar n (%) |                   |             |
|----------|--|------------------|-------------------|-------------|
|          |  | Lise Öğrencileri | Öğretmen adayları | Öğretmenler |
| <b>A</b> | Lambaların parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır.   | -                | 5 (4.2)           | 8 (20)      |
| <b>B</b> | 1. Özdeş lambaların parlaklığı üzerlerinden geçen akım ile doğru orantılıdır.                        | 3 (5)            | 46 (38.3)         | 14 (35)     |
|          | 2. Özdeş lambaların parlaklığı uçları arasındaki gerilim ile doğru orantılıdır.                      | -                | 39 (32.5)         | 15 (37.5)   |
| <b>C</b> | Pil sayısını önemseyip, piller seri bağlandığında lambanın daha fazla ışık vereceğini ifade edenler. | 8 (13.3)         | 10(8.3)           | -           |
| <b>D</b> | 1. Lambalarda parlaklık için pillerin bağlantı şekli önemli değildir. Önemli olan pil sayısıdır.     | 7 (11.7)         | 6 (5)             | -           |
|          | 2. Üretece olan uzaklık- yakınlık lambaların parlaklığını etkiler.                                   | 28 (46.7)        | -                 | -           |
|          | 3. Paralel bağlı devreler seri bağlı devrelerden daha parlaktır.                                     | 4 (6.7)          | -                 | -           |
| <b>F</b> | Kodlanamayan   | -                | 4 (3.3)           | -           |
| <b>G</b> | Cevaplanamayan   | 10 (16.7)        | 10 (8.3)          | 3 (7.5)     |

Tablo 3.2 incelendiğinde bilimsel olarak lise öğrencilerinin hiçbiri tam doğru cevap veremezken, öğretmen adaylarının % 4.2’ si öğretmenlerin ise % 20’sinin doğru cevabı verdiğini görmekteyiz. Yapılan açıklamalar incelendiğinde çoğunlukla “*lambaların parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır. A ve C lambalarının uçları arasındaki potansiyel farkı aynı, B’deki ise onların iki katıdır.*” şeklinde olduğu görülmektedir. 10 numaralı öğretmen ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler incelendiğinde, öğretmenin lambaların parlaklığı ile ilgili olarak güç kavramını kullandığı görülmektedir. Görüşmelerden elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

**Öğretmen (10):** *Lambanın parlaklığı onun gücüyle ilgilidir. Güç ifadesi de  $I^2.R$  yani akımın karesi çarpı direnç ve ya potansiyel farkının karesi bölü dirençtir. Bu ifade de lambaların özdeş olduğu verildiği için, ya akıma bakarak ya da potansiyel farkına bakarak değerlendiririz. Devrede A,B,C devrelerinde A lambasında sadece 1 tane üreteç olduğu için o lambanın kolları arasındaki potansiyel farkı iç direnci önemsiz olduğundan  $V$  potansiyeli diyebiliriz. İkinci devrede de B lambasına 2 tane üreteç bağlandığı için potansiyel farkı  $2V$  olur. C lambasında üreteçler birbirine paralel bağlandığı için kollar arasındaki potansiyel farkları eşittir. Ve sadece 1 tane üretecin potansiyel farkına eşittir. Böylelikle B lambasının potansiyel farkı diğerlerinden büyük A ve C lambalarının potansiyel farkları birbirine eşit olduğu için burada parlaklıkları da B nin büyük A ve C nin birbirine eşit olduğunu söyleyebiliriz*

Tabloya bakıldığında öğrencilerin % 5'i, öğretmen adaylarının % 38.3'ü, öğretmenlerin ise %35'lik kısmının B1 kategoride cevap verdiği görülmektedir. Her üç grupta bu kategoride lambaların parlaklığı akım ile doğru orantılıdır diyerek güç kavramını kullanmamışlardır. Yapılan açıklamalar incelendiğinde her üç grubunda verdiği cevaplar “ Özdeş ampullerin parlaklığı üzerinden geçen akım şiddeti ile ilişkilidir. A' dan I, B' den 2I, C' den I akımı geçer.” şeklindedir. Bu kategoride yer alanlardan bazılarının şekil üzerinde yaptıkları işlemler aşağıdaki gibidir.



Bu kategoriye örnek olarak yapılan görüşmelerde öğrenci 197 ile öğretmen adayı 117' nin akım kavramı üzerinden giderek yaptıkları açıklamalar aşağıdaki gibidir.



**Öğrenci(197):** Ben B büyük A eşittir C dedim. Çünkü 1 de bir pil bir lamba var 2 de yine 1 pil 1 lamba var, şekil 3 de yani C de 2 pil bir lamba var ama C deki paralel bağlı olduğu için B büyük A eşit C dedim

**Görüşmeci:** Şimdi şekil 2 de 2 tane pil 1 lamba var 1 tane pil yok

**Öğrenci(197):** hı evet 2 pil 1 lamba var. C de yine 1 lamba iki pil var. Ama paralel bağlı olduğu için eşit dedim

**Görüşmeci:** Peki paralel olması neyi etkiler

**Öğrenci(197):** Akımı bölünmesini etkiliyor. Öyle olunca akım ve parlaklık daha küçülüyor

**Görüşmeci:** Peki bir daha sıralar mısın?

**Öğrenci(197):** A C ye eşit dedim ben

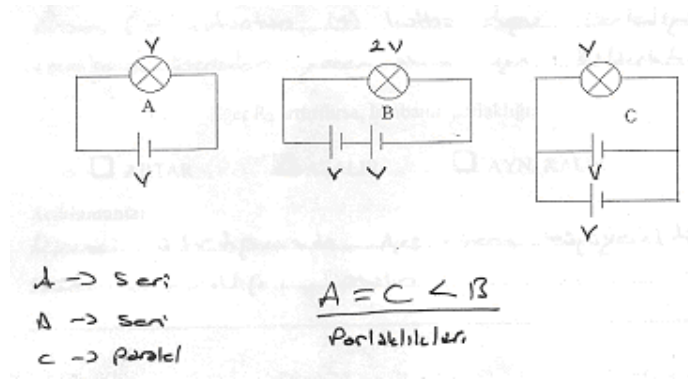
**Görüşmeci:** A ile C eşit ama A da 1 tane pil var. B ve C de 2 tane pil var

**Öğrenci(197):** O iki tanesi bir pil yerine geçiyor

**Öğretmen Adayı (117):** B lambasına iki tane pil seri şekilde bağlanmıştır ve lambadan geçen akım fazla olduğu için B lambası bence en fazla ışık verecektir. A lambasına bir üreteç, C lambasına paralel iki tane üreteç bağlı olduğu için geçen akımlar eşit olacak ve lamba parlaklıkları A ve C'nin aynı olacaktır.

B2 kategorisine bakıldığında lambalarda parlaklığın lambaların uçları arasındaki gerilim ile doğru orantılı olduğu ifade edilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi lise öğrencilerinin hiçbiri bu kategoride açıklama yapmazken, öğretmen adaylarının % 32.5'i, öğretmenlerin % 37.5'lik kısmı bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilen cevabı vermişlerdir. Bununla ilgili olarak bazı öğretmen ve öğretmen adaylarının şekil üzerinde yaptıkları işlemler bu duruma güzel bir örnek olmuştur.

Aşağıda da görüldüğü gibi bu kişiler lambaların potansiyel farklarını doğru olarak belirtmişler ve buradan hareketle parlaklık tahminlerini doğru yapmışlardır.



Öğretmen 21 ve öğretmen adayı 158 ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler aşağıda verilmektedir.

**Öğretmen Adayı (158):** Özdeş lambaların parlaklığı uçlar arasındaki gerilimle ilgilidir. Lambalara paralel bağlanmış üreteçlerin gerilimleri lambaların gerilimlerine eşittir. Üreteçlerin gerilimleri için seri bağlı üreteçlerin gerilimleri toplanır. Paralel bağlıların gerilimleri bir tanesine bağlıdır. Bu nedenle  $B > A = C$ 'dir.

**Öğretmen (21):** Lambaların parlaklığı lambaların cinslerine bağlıdır. Türdeş lambaların parlaklığı ise onların harcadığı elektrik gücü ile ilgilidir. Şekilde verilen lambalar aynı türden olduğu için, parlaklıklarının karşılaştırılması için onların uçlarına uygulanan potansiyel farkının incelenmesi yeterli olur. A'daki ve C'deki potansiyeller birbirine eşit olduğu için A ve C lambalarının parlaklıkları eşit olur. B'deki potansiyel ise diğerlerinin iki katı olur. Ancak üreteçlerin iç dirençleri ihmal edilmezse bu durumda A ve C'deki dirençlerin karşılaştırılmasında farklılık olur. A'da tek üretecin iç direnci işin içinde olduğu halde C'de paralel bağlı iki üreteç olur. Üreteçler paralel bağlanınca iç dirençlerde paralel bağlı olduğu için toplam direnç küçülür bu durumda üreteçlerin iç dirençleri ihmal edilmemiş olsaydı C'deki lambanın parlaklığı A'daki lambanın parlaklığından çok olurdu.

C kategorisinde, seri bağlı devrenin paralel bağlı devreden daha parlak yandığı görüşü hakimdir. Tablodan da görüldüğü gibi bu ifadeyi lise öğrencileri (% 13.3) ve öğretmen adayları (% 8.3) kullandığı halde öğretmenler kullanmamıştır. Yaptıkları açıklamada genel olarak “Her bir potansiyel kaynağına  $V$  dersek seri devrede  $2V$ 'lik potansiyel oluşur. Paralel olmasından dolayı C'de  $V/2$  lik bir potansiyel olur. A'da ise  $V$ 'dir” ifadesini kullanmışlardır. Küçüközer [20] lise öğrencileri üzerine yaptığı çalışmada da öğrencilerin pil sayısını önemseyerek seri bağlı pillerin bulunduğu devredeki lambaların paralel bağlı lambalardan daha parlak yanacaklarını ifade ettiklerini görürüz. Görüldüğü gibi yapılan iki çalışmada da lise öğrencilerinde çıkan bu kavram yanılması öğretmen adaylarında da görülmüş ancak öğretmenlerde gözlenmemiştir.

D1 kategorisine bakıldığında, lambalarda parlaklığın devredeki pillerin bağlanma şekline değil de sayısına bağlı olduğunun ifade edildiği görülür. Bu kavram yanılığına sadece lise öğrencilerinin % 11.7'si ve öğretmen adaylarında % 5'inde rastlanmıştır. Bu kategoride bulunan katılımcılar yaptıkları açıklamalarda çoğunlukla

“piller seri ve paralel bağlandıklarında fark etmez toplanırlar ve bu şekilde bağlı devrelerdeki lambaların parlaklıkları aynıdır” ifadesini kullanmıştır. Bu açıklama Küçüközer [20] yaptığı çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada olduğu gibi lise öğrencilerinde çıkan bu yanlış öğretmenlerde gözlenmemiştir. Görüşme yapılanlar içerisinde sadece lise öğrencilerinden 209 numara kodlu olan öğrenci bu kavram yanlışına benzer ifadeler kullanmıştır. Bu veriler aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci (209):** *Ya sonuçta pilden bir tane akım çıkacaktır. Pilden çıkan akıma I dersek yani her bir pilden geçen akıma I dersek şekil birden bir pil üzerinden çıkan akım bir lambayı yakacak ikinci şekilde 2I lık akım bir lamba üzerinden geçecek. Üçüncüsünden de 2I'lık akım geçecektir. Bu nedenle son ikisi birbirine eşittir. İlki bunlardan küçüktür*

D2 kategorisine bakıldığında lambaların parlaklığının üretece olan uzaklıktan etkilendiğinin ifade edildiği görülür. Literatürde deneysel kural [23] olarak adlandırılan yanlış yalnız lise öğrencilerinde gözlenmiştir. Bu da yanlışın değişime direnç göstermediğini zamanla kaybolduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Katılımcıların yaptıkları açıklamalar çoğunlukla “A da bağlantı daha kısa olduğu için A büyük B’deki daha uzun, C’deki ise en uzundur. Buna göre  $A > B > C$ ” şeklindedir. Öğrenci 172’nin görüşmelerde ifade ettiği fikirler bu kategoriye güzel bir örnektir.

**Öğrenci (172):** *Ben burada en büyük olarak B yi görmekteyim çünkü B de iki tane pil var ve lamba daha şiddetli yanmaktadır yani B büyüktür C diyeceğim. C de ise yine iki tane pil var fakat burada iletkenlerin yolları biraz daha fazla olduğu için akımın akış hızı daha yavaştır. Daha az ışık verir. En küçük olarak da A yı görüyorum. Buna göre B en büyük sonra C sonrada A dir*

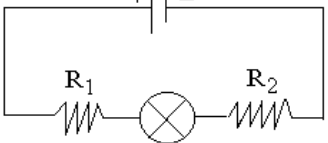
D3 kategorisine baktığımızda paralel bağlı devrelerin seri bağlı devrelere oranla daha parlak yandığının ifade edildiği görülmektedir. Ancak bu ifade yalnız öğrenciler tarafından kullanılmıştır. Öğrencilerin % 6.7’ lik kısmı bu cevabı verirken yaptıkları açıklamalarda çoğunlukla; “paralel olduğu için C daha parlak, iki pil seri olduğu için en az ışık B’ de ve A’ da piller seri olduğu için B’ den daha fazla parlak yanar” ifadesini kullanmışlardır. Ulaşılabilen literatüre bakıldığında Küçüközer [20] yaptığı çalışmaya ile bu çalışmadaki sonuçlar benzerlik göstermekte olup her iki çalışmada da bu

kavram yanılığı lise öğrencilerinde görülmüştür. Tablodan da görüldüğü gibi katılımcılardan öğretmen adayı ve öğretmenlerde bu yanılığı ile karşılaşılmamıştır.

### 3.1.3 Soru 3

Bu soruda lambanın önünde ve hemen ardında bulunan direncin azaltılması veya artırılması durumunda lambanın parlaklığının nasıl değişeceği ile ilgili katılımcıların görüşlerinin alınması amacı ile sorulmuştur. Bu soru dört şıktan oluşmakla birlikte burada sadece a ve b kısımlarından elde edilen veriler sunulmaktadır.

**Pil**



**Lamba**

a) Eğer  $R_1$  azaltılırsa, lambanın parlaklığı;

ARTAR                       AZALIR                       AYNI KALIR

**Açıklamanız:**

d) Eğer  $R_2$  azaltılırsa, lambanın parlaklığı;

ARTAR                       AZALIR                       AYNI KALIR

**Açıklamanız:**

Şekil 3.3 Kavramsal Anlama Testi 3. Soru

Lambanın parlaklığındaki değişim incelendiğinde doğru seçeneğin artar olduğu görülmektedir. Doğru açıklama ise, akım veya potansiyel farkı kavramlarını kullanarak yapılabilecek türden olmak üzere iki çeşittir. Örneğin, akım kavramı kullanılarak yapılabilecek açıklama için doğru cevap aşağıda sunulmuştur:

- Lambaların parlaklıkları güçleri ile doğru orantılıdır.  $R_1$  direncinin azaltılması ile devrenin eşdeğer direnci azalır

- Devreden geçen akım değerini I kabul edersek eşdeğer direncin azalması ile artar ve I dan daha büyük olur.
- Akım arttığı için güçte artar ve böylelikle lambanın parlaklığı da artar.

Aşağıda Tablo 3.3’ de her üç örneklem grubunun  $R_1$  direncinin azaltılması durumunda lambanın parlaklığı hakkında yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategorileri verilmektedir.

Tablo 3.3 Grupların Üçüncü Sorunun a Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye | Kategoriler  | Frekanslar n (%) |                   |             |
|-------|--|------------------|-------------------|-------------|
|       |  | Lise Öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| A     | Lambanın parlaklığı gücü ile doğru orantılıdır.  | -                | 8( 6.7)           | 6 (15)      |
| B     | 1.Akım artığı için lambanın parlaklığı artar.  | 12 (20)          | 87 (72.5)         | 21 (52.5)   |
|       | 2.Lambaya düşen potansiyel artığı için lambanın parlaklığı artar.                              | -                | 3 (2.5)           | 10(25)      |
| C     | $R_1$ azaltıldığında lambaya daha fazla akım geçeceğini ifade edenler (Bölgesel akıl yürütme). | 23 (38.3)        | 8 (6.7)           | 1 (2.5)     |
| D     | Güç azaldığı için lambanın parlaklığı azalır.(akım azalır)                                     | 10 (16.7)        | -                 | -           |
| E     | Elektrik akımı daha çabuk iletilir.  | 6 (10)           | 3 (2.5)           | -           |
| F     | Kodlanamayan   | 5( 8.3)          | 5 (4.2)           | -           |
| G     | Cevaplanamayan   | 4 (6.7)          | 6(5)              | 2 (5)       |

Tablo incelendiğinde lise öğrencilerinin hiçbiri doğru açıklamayı yapmazken, öğretmen adaylarının % 6,7’si ve öğretmenlerin % 15’i lambaların parlaklığının gücü ile doğru orantılı olduğu şeklindeki doğru ifadeyi kullanmıştır. Yapılan açıklamalara bakıldığında genel olarak “devrede eşdeğer direnç azalır, I artar.  $P=I^2R$  den lambanın parlaklığı artar” ifadesi çoğunlukla geçmektedir. Yapılan görüşmelerde 4 nolu öğretmenin aşağıda verilen görüşleri bu duruma güzel bir örnektir.

**Öğretmen (4):** Devrede dirençler ve lambalar birbirine seri bağlanmışlar, bu yüzden eş değer dirençleri toplanarak bulunur ve burada yine lambanın parlaklığı gücüyle ilgilidir.

*Burada akımdan gideceğiz. Akımdan gittiğimizde  $R_1$  direnci azaltılırsa Reş azalır. Toplamları olduğu için ve ohm kanununa göre  $V=I.R$  olup Reş azaldığı potansiyel farkı değişmediği için akım artacaktır. Akım arttığı için lamba üzerinden geçen akım artacaktır. Seri bağlı olduğu için devre elemanlarından aynı akım geçecektir ve ilk duruma göre akım arttığı için güç ifadesi  $P=I^2.R$  olduğundan akım arttığından lambanın da parlaklığı artar.*

B1 kategorisine bakıldığında, lise öğrencilerinin % 20' si öğretmen adaylarının % 72.5'i ve öğretmenlerin % 52.5'i bu grupta yer alan açıklamalar yapmışlardır. Bu kategori güç kavramının kullanılmamasından dolayı kısmen doğru bir cevaptır. Yapılan açıklamalar incelendiğinde “Devre seri olduğundan  $R_1$  azalırsa eşdeğer direnç küçülür. Lambanın üzerinden geçen akım artar. Bu nedenle parlaklık artar.” şeklinde olduğu görülmektedir. Bu kategori içinde yer alan 21 nolu öğretmenin görüşleri aşağıdaki gibidir.

**Öğretmen (21):** *Bu seri bir devredir. Seri devrede geçen akımın şiddeti ohm kanununa göre  $V=IR$  bağıntısına göre bulunur. Bu devrede tek bir üreteç olduğundan; onunda potansiyel farkı sabit olduğundan  $I.R$  de sabit olmalıdır. Bu durumda devredeki akım ile devredeki toplam direnç ters orantılı olmalıdır. O halde herhangi bir şekilde devredeki dirençlerden bazısı azaltılırsa geçen akım artar, çoğaltılırsa geçen akım azalır. Buna göre  $R_1$  direncinin azaltılması devreden geçen akımı artırır. Dolayısıyla lambanın parlaklığı artar.*

B2 kategorisi incelendiğinde lambaların parlaklığı lambanın uçları arasındaki gerileme bağlıdır ifadesini görmekteyiz. Lise öğrencilerinin bu kategoride cevabı bulunmazken, öğretmen adaylarının % 2.5'i ve öğretmenlerin % 25' i bu kategori içinde yer alan açıklamalar yapmış olup bu açıklamalarında çoğunlukla, “iletkenin direnci azalırsa iletkenin payına düşen gerilim azalır. Böylece lambaya düşen pay artar. Bu nedenle lambanın parlaklığı artar” şeklinde olmuştur. Görüşmelerde de yine bu açıklamaya benzer ifadeler kullanılmıştır.

C kategorisinde tablodan da görüldüğü gibi lambanın önündeki direncin azalmasından dolayı lambanın parlaklığının arttığını ifade edenler bulunmaktadır. Bu yanlış literatürde bulunan yanlışlarla birebir örtüşmekte olup lise öğrencilerinin % 38.3'ü, öğretmen adaylarının % 6.7'si ve öğretmenlerin % 2.5'lik kısmı bu kategoride yer almıştır. Bu yanlışta bir devrede lambanın önünde yapılan bir değişikliğin

lambanın parlaklığını etkileyeceği fakat lambadan sonra gelen bir yerde yapılan değişikliğin lambanın parlaklığını etkilemeyeceğinin düşünülmektedir (sequential reasoning) [13, 14, 20, 21, 24, 30]. Tablodan da görüldüğü gibi yanlış lise öğrencilerinden öğretmenlere kadar uzanan süreçte azalmış ancak kaybolmamıştır. Bu sonuçta bölgesel akıl yürütmenin değişime karşı direnç gösterdiğinin bir göstergesidir. Bu yanlışya sahip olan öğrencilerden 203 nolu olanının görüşmeler sırasında da bu yanlışlığı destekleyen açıklamalar yaptığı görülmüştür. Görüşme verileri aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci (203):**  *$R_1$  lambaya gelen yol üzerinde bulunuyor.  $R_1$  in azalması akımı artırır. Bu da lambanın parlaklığını artırır.*

**Görüşmeci:**  *$R_1$  direnci lambadan sonra olsa idi değişim lambanın parlaklığını etkiler miydi?*

**Öğrenci (203):** *Hayır o zaman etkilemezdi. Çünkü akım lambayı geçtikten sonra değişim yapılmıştır.*

Bölgesel akıl yürütme olarak da bilinen yanlışya sahip katılımcılar herhangi bir değişiklik yapıldığında sadece değişiklik yapılan bölgeye odaklanıp devrenin diğer noktalarında olabilecek değişiklikleri önemsememekte ve devreyi değiştirilen elemandan önceki bölüm ve sonraki bölüm olmak üzere iki parça halinde analiz etmektedir [23].

**Sorunun b seçeneğinde,** lambanın arkasında bulunan direncin azaltılması durumunda lambanın parlaklığının nasıl değişeceği sorulmuştur. Buradan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları aşağıda Tablo 3.4’de sunulmaktadır.

Tablo 3.4 Grupların Üçüncü Sorunun b Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzyey | Kategoriler   | Frekanslar n (%) |                   |             |
|--------|---|------------------|-------------------|-------------|
|        |   | Lise Öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| A      | Lambanın parlaklığı gücü ile doğru orantılıdır.   | -                | 6 (5)             | 7 (17.5)    |
| B      | 1.Akım azaldığı için lambanın parlaklığı azalır.  | 10 (16.7)        | 64 (53.3)         | 18 (45)     |
|        | 2.Lambaya düşen potansiyel azaldığı için lambanın parlaklığı azalır.                    | 8 (13.3)         | 12 (10)           | 8 (20)      |
| C      | 1.Direnç artığından lambanın parlaklığı artacağı için artar                             | 9 (15)           | 2 (1.7)           | -           |
|        | 2.Dirençlerin değişimi pilin enerjisini değiştirmedığından lambanın parlaklığı değişmez | 6 (10)           | -                 | -           |
| D      | Bölgesel akıl yürütme   | 14 (23.3)        | 27 (22.5)         | 5 (12.5)    |
| F      | Kodlanamayan  | 7 (11.7)         | 2 (1.7)           | 1 (2.5)     |
| G      | Cevaplanamayan  | 6 (10)           | 7 (5.8)           | 1 (2.5)     |

Tabloda da görüldüğü gibi, tam doğru cevabı verenler, lambalarda parlaklığın güçleri ile doğru orantılı olduğunu belirtmiştir. Lise öğrencilerinden bu kategoride cevap veren olmazken, öğretmen adaylarının % 5'i, öğretmenlerin ise % 17.5'i bu kategoride açıklamalar yapmıştır. Yaptıkları açıklamalar çoğunlukla “*Reş artarsa akım azalır.  $P=I^2R$  formülüne göre  $P$  azalır. Bu nedenle de lambanın parlaklığı azalır.*” şeklindedir.

**Görüşmeci:**  *$R_2$  azaltıldığında lambanın parlaklığı nasıl değişir?*

**Öğretmen (36):** *O zaman da eşdeğer direnç büyük devreden geçen akım azalır. Böylelikle de lambanın parlaklığı buna bağlı olarak azalır.*

**Görüşmeci:** *Şimdi yaptığınız açıklamalarda akımı kullandınız. Lambanın parlaklığı sadece akıma mı bağlıdır. Lambanın parlaklığını etkileyen sadece akım mıdır?*

**Öğretmen (36):** *Hocam burada sorduğunuz soruya karşılık olarak lambada parlaklık güce bağlıdır. Güç kıyaslanırken potansiyel farkı veya akım kullanılır.*

B1 kategorisine bakıldığında lambalarda parlaklığın üzerinden geçen akım ile doğru orantılı olduğunun ifade edildiği görülmektedir. Lise öğrencilerinin % 16.7'si, öğretmen adaylarının % 53.3'ü öğretmenlerin % 45'i bu kategoride açıklamalar yapmış olup yanıtlar şöyledir: “*direnç ile akım ters orantılı olduğundan direnç artıkça akım*



azalır. Dolayısıyla lambanın parlaklığı azalır”. Öğretmen adayı 117 ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler bu kategori içinde yer almaktadır. Görüşmelerde yapılan açıklamalar aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:**  $R_2$  direncini artırdığımızda parlaklık nasıl değişir.

**Öğretmen Adayı (117):** Toplam direnç artacağından dolayı potansiyel fark sabit akım azalır akımın azalacağından dolayı lambanın parlaklığı azalır.

**Görüşmeci:** Peki, neden soruyu çözerken güç kavramını değil de sadece akım kavramını kullanıyorsun. Mesela lambalarda parlaklık güçle doğru orantılıdır demiyorsun da akımla doğru orantılıdır diyorsun. Bunu söylerken kafanda bunu düşünüyor musun yoksa direkt aklına akım mı geliyor?

**Öğretmen Adayı (117):** Bize güçten ziyade akım veya oradaki potansiyel değişimden gitmemizi öğrettiler. Ben de o yüzden böyle düşündüm. Yani güç aklıma gelmedi

B2 kategorisine bakıldığında lise öğrencilerinin% 13.3’ü, öğretmen adaylarının %10’u ve öğretmenlerin %20’ sinin bu kategori içinde yer aldığı görülmektedir. Yapılan açıklamalara bakıldığında açıklamaların şöyle olduğu görülür. “iletkenin direnci artarsa iletkenin payına düşen gerilimde artar. Böylece lambaya düşen pay azalır.” Yapılan görüşmelerde de aynı ifadeler kullanılmıştır.

C1 kategorisine bakıldığında lambalarda parlaklığın dirençle doğru orantılı olduğu ifade edilmektedir. Öğretmenlerde karşılaşılmayan bu kavram yanılışı lise öğrencilerinin % 15’ lik kısmı ile öğretmen adaylarının % 1.7’ lik kısmında görülmüştür. Bu yüzdelerle bakıldığında karşılaşılan kavram yanılışının zamanla yok olduğu söylenebilir. Bulgular Küçüközer’in [20] yaptığı çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Yapılan görüşmelerde bununla ilgili veriler aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** Peki bu cevaba göre  $R_2$  artarsa parlaklık nasıl değişir?

**Öğrenci(209):** Değişir.  $R_2$  yi arttırınca lambanın parlaklığı artar. Yani şunu diyebiliriz, dirençle lambanın parlaklığı doğru orantılıdır. Artınca artar azalınca da azalır.

C2 kategorisi incelendiğinde direncin değişiminin pilin enerjisini değiştirmedeği bu nedenle de lambalarda parlaklığın değişmeyeceğinin ifade edildiği görülmektedir. Pilin enerjisinin değişmeyeceği doğru iken bu nedenle lambanın parlaklığının değişmeyeceğinin ifade edilmesi yanlıştır. Tablodan da görüldüğü gibi bu yanılışı

yalnız lise öğrencilerinin % 10'luk kısmında görülmüş olup ilerleyen yıllarda öğretmen adayı ve öğretmenlerde yok olmuştur.

D1 kategorisine bakıldığında bölgesel akıl yürütme olarak anılan kavram yanılığını görmekteyiz. Sorunun a kısmında bu durum ile ilgili olarak ayrıntılı bilgi verilmiş olup görüşmelerde öğrencilerin bu yanılığa sahip olduklarını gösteren veriler aşağıdadır.

**Görüşmeci:**  $R_2$  artarsa parlaklık nasıl değişir?

**Öğrenci(197):** Aynı kalır. Çünkü  $R_2$  lambadan sonra gelmektedir. O pek lambayı etkilemeyecektir.  $R_2$  lambadan geçen akımla ilgili değildir. Akım  $R_2$  ye gelmeden lamba yandığı için hiç fark etmeyecektir.

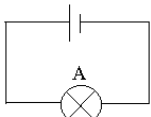
**Öğrenci(203):**  $R_2$  arttırılırsa aynı kalır derim çünkü lambadan enerji geçişi zaten olmuş

**Görüşmeci:** Enerjimi geçti akım mı geçti

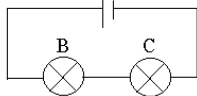
**Öğrenci(203):** Akım geçişi oldu ondan aynı kalır dedim

### 3.1.4 Soru 4

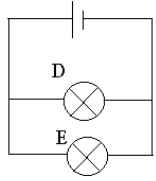
Bu soru, bir lamba ve bir pil, seri iki lamba ve bir pil, paralel iki lamba ve bir pil bağlantısının olduğu üç devreden oluşmaktadır. Bu üç devrede piller ve lambalar özdeşdir. Bu soru aracılığı ile katılımcıların lambaların seri ve paralel bağlanmasının parlaklığı nasıl etkilediği ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

**Yukarıdaki şekillerde lambalar ve piller özdeşdir.**

Lambaların parlaklığı ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X isareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız.

|  |  |  |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> $A > B = C = D = E$ | <input type="checkbox"/> $A = B = C > D = E$ | <input type="checkbox"/> $A > B = C > D = E$ |
| <input type="checkbox"/> $A = D = E > B = C$ | <input type="checkbox"/> $A = B > C > D > E$ | <input type="checkbox"/> .....               |

**Açıklamanız:**

Şekil 3.4 Kavramsal Anlama Testi 4. Soru

Lambaların parlaklık sıralaması ile ilgili doğru cevap  $A=D=E>B=C$ 'dir. Bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek açıklama ise, güç ifadesini kullanarak her bir lamba için akım veya potansiyel farkı değerlerinin bulunarak bu değerler ile lambanın parlaklığı arasında doğru orantılı bir ilişki kurulması gerekmektedir. Bu sorudan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları Tablo 3.5'de verilmektedir.

Tablo 3.5 Grupların Dördüncü Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye | Kategoriler   | Frekanslar n (%) |                   |             |
|-------|---|------------------|-------------------|-------------|
|       |   | Lise Öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| A     | Lambanın parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır.  | -                | 3 (2.5)           | 8 (20)      |
| B     | 1.Lambaların parlaklığı akımın şiddeti ile doğru orantılıdır.                             | 8 (13.3)         | 32 (26.7)         | 13 (32.5)   |
|       | 2.Lambaların parlaklığı uçları arasındaki gerilim ile doğru orantılıdır.                  | 4 (6.7)          | 61 (50.8)         | 7 (17.5)    |
| C     | 1.Sabit akım kaynağı  |                  | 8 (6.7)           | 7 (17.5)    |
|       | 2.Parlaklık lamba sayısından etkilenir  | 20 (33.3)        | -                 | -           |
| D     | 1.Seri bağlamalar paralel bağlamalardan daha parlaktır.                                   | -                | 4 (3.3)           | -           |
|       | 2.Seri bağlamalar paralel bağlamalardan daha parlak olup,lamba sayısı parlaklığı etkiler. | 11 (18.3)        | 5 (4.2)           | -           |
|       | 3.Güç(enerji) kavramını akım ile karıştıranlar  | 6 (10)           | 4 (3.3)           | -           |
|       | 4.Lambaların üretece olan uzaklık yakınlığı parlaklığı etkiler                            | 7 (11.7)         | -                 | -           |
| F     | Kodlanamayan  | 1 (1.7)          | -                 | 2 (5)       |
| G     | Cevaplanamayan  | 3 (5)            | 3 (2.5)           | 3 (7.5)     |

Tablo 3.5 incelendiğinde lambalarda parlaklığı öğretmen adaylarının %2.5'i ile öğretmenlerin %20'lik kısmı güç ifadesini kullanarak açıklarken lise öğrencileri bu ifadeyi kullanmamışlardır. Yapılan açıklamalara bakıldığında çoğunlukla “*Lambanın parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır. ( $V^2/R$ ) Buna göre özdeş üreteçlerin gerilimine  $V$  dersek paralel bağlı lambaların potansiyeli üreticinkine eşit olup  $V$ ' dir. Seri bağlı lambaların potansiyelleri ise  $V/2$ ' dir. Parlaklık  $V$  ile doğru orantılıdır.*” şeklinde ifadelerin olduğu görülmektedir.

B1 kategorisi incelendiğinde öğrencilerin %13.3'ü, öğretmen adaylarının %26.7'si ve öğretmenlerin %32.5'lik kısmı lambaların parlaklığı akımın şiddeti ile doğru orantılıdır şeklinde açıklamışlardır. Yapılan açıklamalar çoğunlukla “Şekil -1 den I, Şekil-2 den I/2 ve Şekil -3den 2I akımı geçmektedir. Lambalar paralel olduğundan akım iki kola ayrılarak her bir lambadan geçen akım I olur. Lamba üzerinden geçen akımın şiddeti ile lambanın parlaklığı doğru orantılıdır” şeklinde olduğu görülmektedir. Aşağıda bu türden kısmen doğru görüşlere sahip öğretmen ve öğretmen adayının görüşlerine yer verilmektedir.

**Öğretmen (36):** Burada da ohm kanununa göre şekil 1 den I, şekil 2 den I/2 ve şekil 3 den 2I akım geçmektedir gördüğümüz gibi. Lambalar paralel olduğundan akım iki kola ayrılarak her akımdan geçen her koldan geçen akım I olur. Bundan dolayı da lamba üzerinden geçen akımın şiddeti ile lambanın parlaklığı doğru orantılı olduğundan parlaklık sıralaması  $A=D=E>B=C$  olur

**Öğretmen Adayı (104):** Bu durumda da baktığınızda A lambasının bulunduğu devreye tek üreteç bağlı ve dolayısıyla I akımı geçtiğini düşünebiliriz. B ve C lambalarının bulunduğu ise tek üreteç ve iki lamba birbirlerine seri bağlı olduklarından dolayı eşdeğer direncimiz büyüyecek ve dolayısıyla akımımız yarıya düşecektir. D ve E lambalarının bulunduğu devrede ise tek üreteç var ve birbirlerine paralel bağlı olan iki lambamız var, dolayısıyla üzerlerinden geçen akım birbirlerine eşit olacaktır ve diğerlerininkinden daha büyük bir akım ana koldan geçmiş olacaktır. Ve neticede A, D ve E lambalarından aynı şiddette akım geçtiğinden dolayı aynı parlaklıkta yanar ve bunlar büyüktür. B ve C'de birbirlerine seri olduğundan dolayı ve üzerlerinden aynı akım geçtiğinden birbirlerine eşit olarak, eşit parlaklıkta yanarlar.

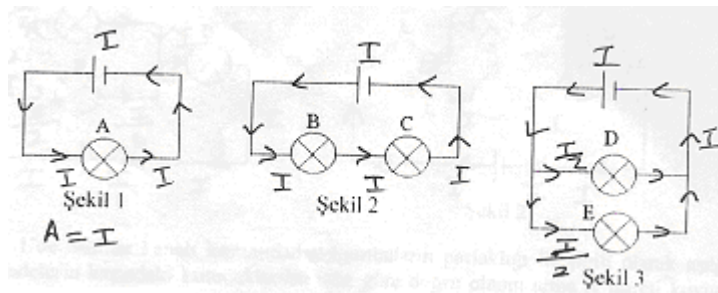
B2 kategorisine bakıldığında verilen cevaplardan lise öğrencilerinin % 6.7'si, öğretmen adaylarının % 50.8'i ve öğretmenlerin % 17.5'lik kısmı bu kategori içinde yer almıştır. Bunlar, lambalarda parlaklığı güç ifadesini kullanmadan lambanın uçları arasındaki potansiyel farkına bakarak ifade etmişlerdir. Açıklamalara bakıldığında “paralel bağlı devrelerde devredeki toplam gerilim ile her bir lambanın gerilimi eşittir. Seri bağlı devrelerde lambaların parlaklıkları eşit fakat diğerlerine göre sönüktür” veya “paralel bağlı lambaların gerilimi üretcin gerilimine eşittir. Bu nedenle parlaklıkları aynıdır. Seri bağlı lambaların gerilimi dirençleri ile doğru orantılı olarak paylaşılır.” şeklinde ifadelerin kullanıldığı görülmektedir. Öğretmen adayı 83 ve

öğretmen 4 ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler bu kısmen doğru ifadeyi destekler niteliğindedir.

**Öğretmen Adayı (83):** *Lambaların uçları arasındaki potansiyel farklılıklarına bakarım. Oradan A D ve E nin potansiyel farkları aynı olduğundan dolayı aynı parlaklıkta yanar. B ve C nin ki onlardan az olduğu için böylece onlardan az parlaklıkta yanar.*

**Öğretmen (4):** *Gösterilen üç devrede de voltlar eşit. Lambaların parlaklığı üzerinden geçen akıma bağlı. Voltlar eşitken geçen akım ise dirence bağlıdır. Bu duruma göre I. ve II. devreleri karşılaştırırsak; I. Devrede direnç R ise ikinci devrede 2R Dolayısıyla I. devreden geçen akım II. devreden geçen akımın iki katı olur. III. ile karşılaştırırsak III. devrede D ve E lambaları paralel bağlıdır. Paralel bağlı olunca uygulanan voltlar da aynıdır. Dolayısıyla A,D ve E'nin uçlarına uygulanan voltlar birbirine eşittir. Voltlar birbirine eşit olduğu için parlaklıkları da birbirine eşit olur. Fakat B ve C de üreticinin potansiyel farkına V dersek B ve C nin potansiyel farkları V/2 V/2 olur. Dolayısıyla A,D,E lambaları aynı parlaklıkta yanarken B ve C lambaları da onlardan küçük ve eşit parlaklıkta yanarlar.*

C1 kategorisi incelendiğinde sabit akım kaynağı kavram yanılması araştırma sonucunda lise öğrencilerinde görülmezken öğretmen adaylarının % 6.7'si ve öğretmenlerin % 17.5'lik kısmında ortaya çıkmıştır. Bu kavram yanılışına sahip olanlar basit bir elektrik devresinde yapılan bir değişikliğe rağmen pilin yine aynı akımı vereceğini düşünmektedir[13,14, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 26]. Bu kategoride yer alanlardan bazılarının şekil üzerinde yaptıkları işlemler gösteriyor ki gerçekte bu kişiler devrenin şekli nasıl olursa olsun pilin devreye hep aynı akımı verdiğini düşünmektedir. Aşağıda öğretmen adayları 65' den alınan şekil verilmektedir.



Bu kategoriye örnek olarak, yapılan görüşmelerde öğretmen adaylarının görüşleri sabit akım kaynağı yanılığını destekler niteliktedir. Görüşmelerden elde edilen veriler aşağıdadır.

**Öğretmen Adayı (62):** Birinci şekilde A lambası pile paralel olarak bağlanmıştır. İkinci şekilde B ve C lambası birbirlerine seri fakat pil bunlara paralel olarak bağlanmıştır. Üçüncü şeklimizde pilde D lambası da E lambası da üçü de birbirlerine paralel olarak bağlanmıştır. Bunun için A lambasının parlaklığı B lambasına eşittir. C lambası da B lambasına eşittir, birinci ve ikinci şekildeki lambaların parlaklıkları birbirlerine eşitken üçüncü şekildeki D ve E lambalarının parlaklıkları da birbirlerine eşittir. Bunun için A lambası B lambasına eşit, B lambası da C lambasına eşit bunların üçü de D ve E lambalarının parlaklığından büyüktür.

**Görüşmeci:** Peki burada A, B, C lambalarının parlaklıkları birbirlerine eşit dedik. Peki lamba sayısının artması parlaklığı etkilemez mi? Şimdi birinci şekilde bir lamba var. İkinci şekilde iki tane lamba var. İkisinde de birer tane pil var. Lambaların parlaklıkları aynı kalır. Değişen bir şey olmaz mı?

**Öğretmen Adayı (62):** Şöyle bir şey var. Eğer pilden çıkan akımın yolu bölünmüyorsa bunlar ikinci şekilde B lambası ve C lambası birbirlerine seri bağlandığı için pilden çıkan akımın yönü bölünmediği için seri bağlılarda lamba sayısının değişmesi parlaklığı değiştirmez.

**Öğretmen Adayı (158):** A lambasının olduğu devrede bir tane lamba ve bir tane pilimiz var ve pil lambaya seri bir şekilde bağlanmış. B ve C lambaları da pile seri şekilde bağlanmış ve eğer pilden çıkan akımı I olarak düşünürsem seri bağlılarda I akımı değişmeyeceği için B ve C den geçen akımlar eşit olacaktır. Bu yüzden lamba parlaklıkları aynı olacaktır. A lambasına bağlı olduğu pilden de I akımının geçtiğini düşünürsem yine A'danda I akımı geçecek A, B ve C lambalarının parlaklıkları birbirine eşit olacaktır. Fakat üçüncü şekle baktığımız zaman pilden çıkan akımın I olduğunu varsayarsak D ve E lambaları birbirine paralel olduğundan buradan geçen akımlar I/2 olarak paylaşacaklardır ve devreyi tamamlayacaklardır. Bu yüzden A,B ve C lambalarına parlaklıkları eşit D ve E'ninkilerde birbirine eşittir. Fakat A, B, C birbirine eşit ve büyüktür D ve E den.

C2 kategorisine bakıldığında, bu kategori içerisinde yer alan ifadelerin sadece lise öğrencilerinde % 33.3' ünde görüldüğü göze çarpmaktadır. Buradaki öğrenciler lambalarda parlaklığın bağlantı şekli önemsenmeden lamba sayısı ile ilgili olduğunu düşünmekte olup öğretmen adayları ve öğretmenler bu fikre katılmamaktadır. Lise öğrencilerinin yaptıkları açıklamalarda genellikle şu ifadeler göze çarpmaktadır:

*“Lamba sayısının az olduğu devrelerde lambalar daha parlak, lamba sayısının çok olduğu devrelerde lambalar daha az parlaktır” veya “A’ da bir lamba olduğu için daha parlak olup diğerlerinde iki lamba olduğu için bu lambaların parlaklıkları birbirine eşittir.”* Bu kavram yanılışı literatürde Küçüközer’in [20] yaptığı çalışma sonuçları ile birebir örtüşmüş olup yapılan görüşmelerde ise karşılaşılmamıştır

D1 kategorisi incelendiğinde seri bağlı devrelerin paralel bağlı devrelerden daha parlak olduğu görüşünün hakim olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılışı lise öğrencileri ve öğretmenlerde gözlenmezken öğretmen adaylarının % 3.3’lük kısmında ortaya çıkmıştır. Yapılan açıklamalar ise çoğunlukla, *“B ve C seri bağlı olduğundan iki lambadan geçen akım eşittir. D ve E lambalarından geçen akımda eşittir. Ancak bu lambalar paralel bağlı olduğu için geçen akım daha azdır. A dan geçen akım B ve C den geçen akıma eşit olduğundan  $A=B=C>D=E$ ”* şeklindedir. Ulaşılabilen literatür incelendiğinde Pardahan ve Bano [14] seri ve paralel bağlamayı tek tek incelemiş ve buna bağlı yanılışları kendi içlerinde kıyaslama yaparak yorumlamıştır. Küçüközer [20] ise yaptığı çalışmada bu araştırmadaki sorunun aynısını kullanmış ve elde edilen bulgular bu çalışmada elde edilenle birebir örtüşmüştür.

D2 kategorisine bakıldığında seri bağlı devrelerin paralel bağlı devrelerden daha parlak olduğu görüşünün yanında var olan lamba sayısının da parlaklığı etkilediği düşünülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi bu ifade literatürdeki farklı iki yanılışı beraber içermekte olup lise öğrencilerinin % 18.3’ü ve öğretmen adaylarının % 4.2’inde görülürken öğretmenlerde ortaya çıkmamıştır. Bu sonuçtan da anlaşılacağı gibi yanılışı zamanla kaybolmuştur. Yanılışın görüldüğü kişilerin yaptıkları açıklamalar incelendiğinde çoğunlukla *“Seri bağlı devrelerde pil sayısı sabitken lamba sayısının artması parlaklığı değiştirmez. Bu nedenle  $A=B=C$  olur. Paralel bağlı devrede pil sayısı sabitken lamba sayısı arttıkça akım paylaşımı olacağından parlaklık azalır”* veya *“A da tek lamba seri olduğu için en parlak, B ve C seri ama tek pil olduğu için A’ dan daha az parlaktır. D ve E’de paralel fakat tek pil olduğu için en sönüktür”* olduğu görülmektedir. Öğrenci (209) ile yapılan görüşmeden elde edilen veriler de bu kavram yanılışını desteklemektedir. Görüşmeden elde edilen veri aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci (209):** *Şimdi zaten 2 tanesi seri bağlanmış diğeri paralel bağlanmış şekil 3 deki parlaklık diğer 2 sine göre az olacaktır. Çünkü paralel bağlanma var diğerinde ise 2 tane*

*lamba var birinde1 tane var. 1 tane olanda daha fazla parlak olur. Çünkü enerji sade ona gider diğerinde 2 tane olduğu için diğerinde daha az olur yani şekil 1>Şekil 2>Şekil 3*

**Görüşmeci:** *Paralel bağluları nasıl açıklarız?*

**Öğrenci (209):** *Şimdi paraleldekinde pilden tasarruf olduğu için fazla kullanmak istemez. Oradaki parlaklık daha az olur seri bağlanmaya göre Bu nedenle  $A>B=C>D=E$  olur .*

**Öğrenci (189):** *A yı büyük olarak görüyorum. Çünkü A da tek pil var ve tek lamba var daha çok yanacağını düşünüyorum B de ise2 lamba ve tek pil var tek pil 2 lambaya bölüldüğü için ışığın parlaklığı azalacağını düşünüyorum. D ve E de ise yine iletkenler farkı fazladır burada pil tek olduğu için iletkenler aracılığıyla da gideceğinden parlaklık onda daha çok düşmüş olacak yani  $A>B=C>D=E$*

D3 kategorisine bakıldığında akım kavramının gerilim, enerji ve güç kavramları ile karıştırıldığı görülmektedir. Bu inanış öğretmen adaylarının %3.3'lük kısmında ve lise öğrencilerinin %10'nun da ortaya çıkmış olup öğretmenlerde gözlenmemiştir. Enerji, gerilim ve akım kavramlarının birbirine karıştırıldığı bu yanlış literatürdeki hemen hemen her çalışmada karşımıza çıkmıştır[11, 13, 14, 16, 20, 21, 28]. Yapılan açıklamalara bakıldığında çoğunlukla “A’da tek ampul olduğu için sadece enerji bunun üzerinden geçecektir. D ve E’de iki ampul olduğu için akım ikisinde de yarı miktarda olacaktır. B ve C’de iki direnç olarak düşündüğümüzde akım  $V=IR$  formülüne göre azalacaktır.” veya “A,D,E lambalarına aynı güçle enerji akar ve aynı miktarda aydınlanır. B ve C lambaları ise diğer lambalara göre daha az aydınlanır. Çünkü gelen güç hem B’de hem de C’de dirençle karşılaşır ve gücü 2’ye bölünür” şeklinde görüşlerin olduğu görülmektedir. Yapılan görüşmelerde her üç örneklem grubunda da bu ifadeler rastlanmamıştır.

D4 kategorisi incelendiğinde literatürde bataryaya uzak olan lambalar daha az parlaklıkta yanar [20, 26] şeklinde anılan kavram yanlışını görmekteyiz. Bu yanlışya göre lambalarda parlaklık üretece olan uzaklık yakınlıktan etkilenmektedir. Lise öğrencilerinin % 11.7’ lik kısmında görülen bu yanlış öğretmen adayı ve öğrencilerde gözlenmemiştir. Yapılan çalışma göstermiştir ki söz konusu yanlış zamanla kaybolmakta ve değişime direnç göstermemektedir. Görüşme yaptığımız katılımcılardan hiçbirinin bu türden yanlışlara sahip olmadıkları görülmüştür.



### 3.1.5 Soru 5

Bu soru seri ve paralel bağlantıların olduğu bir devrede lambaların parlaklık sıralamasının ne olacağı ve anahtarın açık ve kapalı olmasının parlaklığı nasıl etkileyeceği ile ilgili olarak öğrencilerin görüşlerini belirlemek amacıyla sorulmuştur.

Aşağıdaki devrede bütün lambalar özdeşdir. Buna göre:

Şekil 1

Şekil 2

**a)** Şekil 1'de anahtar kapalı konumdadır. Lambaların parlaklığı ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X isareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız.

$A=D>B=C$       $A>B=C>D$       $C>A=D>B$       $A=B=C=D$

Anahtar kapalıyken hiçbir lamba yanmaz     .....

**Açıklamanız:**

**b)** Şekil 2'de anahtar açık konumdadır. Lambaların parlaklığı ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X isareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız

$A>B=C>D$       $A>B=D$ , C yanmaz      $A=D>B=C$       $A=B=C=D$

$A>B>D$ , C yanmaz     Anahtar açıkken hiçbir lamba yanmaz     .....

**Açıklamanız:**

Şekil 3.5 Kavramsal Anlama Testi 5. Soru

Sorunun a şıkında doğru cevap  $A=D>B=C$  seçeneğidir. a şıkkı için yapılabilecek doğru açıklama ise, akım veya potansiyel farkı kavramlarını kullanarak yapılabilecek türden olmak üzere iki çeşittir. Akım kavramı kullanılarak yapılabilecek açıklama için doğru cevap aşağıda sunulmuştur:

- Lambaların parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır. Güç ise akım ile doğru orantılıdır.

- Devreden geçen ana kol akım değerini I kabul edersek bu akım A ve D lambalarından geçen akım değeridir. B ve C lambaları birbirine paralel bağlı olduğu için B ve C lambaları üzerinden I/2 akım geçer. Bu yüzden de lambaların parlaklık sıralaması  $A=D>B=C$  dir.

Aşağıda Tablo 3.6 her üç örneklem grubunun yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları verilmektedir.

Tablo 3.6 Grupların Beşinci Sorunun a Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye | Kategoriler  | Frekanslar n (%) |                   |             |
|-------|--|------------------|-------------------|-------------|
|       |  | Lise öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| A     | Lambanın parlaklığı güçleri ile doğru orantılıdır.                       | -                | 1 (0.8)           | 3 (7.5)     |
| B     | 1.Lambaların parlaklığı akımın şiddeti ile doğru orantılıdır.            | 25 (41.7)        | 93 (77.5)         | 24 (60)     |
|       | 2.Lambaların parlaklığı uçları arasındaki gerilim ile doğru orantılıdır. | -                | 15 (12.5)         | 11 (27.5)   |
| C     | Akım, güç ve gerilim kavramlarını birbirinin yerine kullanılması.        | 8 (13.3)         | 7 (5.8)           | -           |
| D     | Anahtar kapalı iken hiçbir lamba yanmaz.                                 | 20 (33.3)        | -                 | -           |
| F     | Kodlanamayan   | 4 (6.7)          | -                 | -           |
| G     | Cevaplanamayan   | 3 (5)-           | 4 (3.3)           | 2 (5)       |

Tablo incelendiğinde bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek açıklamayı öğretmenlerden %7.5'i ve öğretmen adaylarından % 0.8'inin yaptığı görülmektedir. Lise öğrencilerinin hiç biri bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamayı yapamamıştır. Yapılan görüşmelerde görüşmecilerin hiçbiri lambalarda parlaklığı, güç kavramını kullanarak açıklamamıştır.

B1 kategorisine baktığımızda öğretmen adayları ve öğretmenlerin verdiği cevapların çoğunluğu bilimsel olarak kısmen doğru kabul edilebilen kategori içinde yer almaktadır. Öğrencilerin % 41.7'si, öğretmen adaylarının % 77.5'i, öğretmenlerin % 60'ı bu kategori içerisinde cevaplar vermiştir. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde

çoğunlukla akım kavramı kullanılarak lambalarda parlaklığa açıklık getirilmiştir. Bunun en güzel örneği aşağıda verilen 21 nolu öğretmenin yaptığı açıklamadır.

**Öğretmen (21):** *Lambaların parlaklığı üzerinden geçen akım şiddetine bağlıdır. Birinci devrede B ve C paralel bağlı. Dolayısıyla A'dan gelen I akımı B ve C den  $I/2$ ,  $I/2$  olarak gider. Gene D den de I olarak geçer. Dolayısıyla C ve D nin parlaklıkları eşit, A ve D nin de eşit ama C ve D nin parlaklıkları diğerlerinden az olur.*

B2 kategorisi incelendiğinde lambaların parlaklığı güç ifadesi kullanılmadan gerilim ile açıklanmıştır. Gerilim kavramını lise öğrencileri kullanmazken öğretmen adaylarının % 12,5'lik kısmı ile öğretmenlerin % 27.5'lik kısmı açıklamalarında gerilim kavramına yer vermiştir. Yapılan görüşmelerde görüşmeye katılanlar parlaklık kavramını potansiyel fark kavramından giderek açıklamıştır.

C kategorisi incelendiğinde lise öğrencilerinin % 13.3'ü ve öğretmen adaylarının % 5.8'lik kısmının akım, gerilim ve enerji kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını görmekteyiz. Yapılan açıklamalar incelendiğinde “A ve D eşit miktarda iletken telle enerji iletir. C ve B ise aynı iletkenin ikiye ayrılması sonucu enerjinin yarısını alırlar. Bu nedenle A ve D birbirine eşit yanarken B ve C de kendi aralarında birbirine eşittir” ifadesi ile karşılaşılır. Ancak yapılan görüşmelerde katılımcılar böyle bir karmaşanın içine girmemişlerdir. Literatürde potansiyel farkı, akım, enerji ve güç kavramının birbiri yerine kullanılması [13, 16, 20, 21, 25] olarak ifade edilen yanlış bu araştırmadaki sonuçlarla örtüşmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi bu kavram yanlışlığı öğretmenlere gelinceye kadar kaybolmuştur.

D kategorisi incelendiğinde lise öğrencilerinin % 33.3' lük kısmı günlük dilin kullanımından kaynaklanan kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Günlük dilde, yanan bir lambayı söndürmek için “anahtarı kapat” ve lambayı yakmak için “anahtarı aç” şeklinde ifadeler kullanılmaktadır. Bu yüzden öğrencilerin anahtar kapatılınca bütün lambalar söner şeklindeki görüşleri günlük dilden kaynaklanan Türk öğrencilere özgü bir alternatif fikir olarak görülebilir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında Küçüközer'in [20] yaptığı çalışmalar bulunan sonuçları destekler niteliktedir. Öğrenciler lambaların tümünün yanabilmesi için anahtarın açılması

gerektiğine inanmakta olup bu yanılgıya öğretmen adayı ve öğretmenlerde rastlanmamıştır Ancak katılımcılar görüşmelerinde bu kavramı kullanmamıştır.

Aşağıda Tablo 3.7’ de her üç örneklem grubunun beşinci sorunun b kısmı için yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategorileri verilmektedir.

Tablo 3.7 Grupların Beşinci Sorunun b Seçeneğine Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye | Kategoriler  | Frekans n%       |                   |             |
|-------|--|------------------|-------------------|-------------|
|       |  | Lise öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| A     | Lambanın parlaklığı gücü ile doğru orantılıdır.          | -                | 3(2.5)            | 3(7.5)      |
| B     | 1.Lambalar üzerinden geçen akım aynıdır. C yanmaz        | 25(41.7)         | 82 (68.3)         | 24 (60)     |
|       | 2.Lambaların uçları arasındaki gerilim aynıdır. C yanmaz | -                | 7 (5.8)           | 10(25)      |
| C     | Akım azalır  | 20(33.3)         | 11 (9.2)          | -           |
| D     | 1.Anahtar açıkken hiçbir lamba ışık vermez               | 8(13.3)          | 8 (6.7)           | 1(2.5)      |
|       | 2.Akım açık anahtar üzerinden kaybolur                   | 7(11.7)          | 5 (4.2)           | 2(5)        |
| F     | Kodlanamayan   | -                | 2 (1.7)           | -           |
| G     | Cevaplanmayan  | -                | 2 (1.7)           | -           |

Tablo incelendiğinde bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek açıklama öğretmen adayı ve öğretmenler tarafından yapılmıştır. Lise öğrencileri soruyu açıklarken bilimsel olarak doğru kabul edilen açıklamayı yapamamıştır. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalar incelendiğinde genel olarak “*Seri devrede geçen akım aynı olduğundan A,B,D’nin potansiyeli aynı olup,  $P=I^2R$  veya  $P=V^2/R$  olduğundan üçünün de parlaklığı aynıdır. Anahtar açık olduğundan C lambasından akım geçmez. Bu nedenle C lambası yanmaz.*” şeklinde olduğu görülmektedir. Yapılan görüşmelerde soruyu doğru cevaplayan katılımcılar yine bu ifadeye benzer açıklamalar yapmışlardır.

B1 kategorisine bakıldığında örneklem grubunun lambaların parlaklığını üzerlerinden geçen akım ile ilişkilendirdiklerini görmekteyiz. Lise öğrencileri %41.7’si, öğretmen adaylarının % 68.3’ü ve öğretmenlerin %60’ının verdiği cevapların büyük bir

çoğunlu bu kategoride yer almıştır. Bir öğretmen adayının (62) görüşmelerde yaptığı açıklama bu kategori için güzel bir örnektir. Yapılan görüşme ve açıklamalar şöyledir:

**Öğretmen Adayı (62):** *B ve C lambaları birbirlerine paralel, A lambaları onlara seri ve D lambaları da B ve C lambalarına seri şekilde bağlanmışlardır. C lambasından sonra geçen telde anahtar bulunduğu için oradan geçen akım yolunu tamamlayamaz. Bunun için C lambası yanmaz. Fakat A lambasından geçen akım I ise akım C lambasından geçip de devreyi tamamlayamadığı için direk B lambasından geçer. A daki akım I ise bunun için B deki akım I olur ve devreyi tamamlamak için D lambasındaki akımda I olur. Böylelikle şekil tamamlanmış olur. Yani A lambasının parlaklığı B lambasına eşittir. B lambasının parlaklığı D lambasına eşittir. C lambası da yanmaz*

B2 kategorisine bakıldığında lambaların parlaklığı potansiyel farkı ile doğru orantılıdır şeklindeki açıklamaların yapıldığı görülür. Bu açıklama öğretmen adaylarının % 5.8'lik kısmı ile öğretmenlerin % 25'lik kısmı tarafından yapılmıştır. Yaptıkları açıklamalarda “*anahtar açılınca devre seri duruma gelir. A, D ve B lambaları üzerindeki potansiyeller birbirlerine eşit olur. Bu nedenle de parlaklıkları eşit olur. C yanmaz*” ifadelerine yer vermişlerdir. Lise öğrencileri açıklamalarında bu cevabı belirtmemiştir.

C kategorisine bakıldığında literatürde akımın azalması olarak ifade edilen kavram yanılıgısı ile karşılaşmaktayız. Tablo incelendiğinde akımın azalması fikrinin lise öğrencilerinden öğretmenlere kadar uzanan süreçte azaldığı görülür. Çalışmada bulunan sonuçlar Shipstone ve ark. [10], Karrqvist [25], McDermott ve Shafer [27], Shafer ve McDermott [28], Lee ve ark. [26], Dilberve ark. [24] ve Küçüközer [20,21] tarafından yapılan çalışmalarla birebir örtüşmüştür. Tablodan da görüldüğü gibi çalışmada yanılıgı yalnız lise öğrencileri ve öğretmen adaylarında tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından %9.2'lik lise öğrencilerinin ise % 33.3'lük kısmının akım devrede hareket ederken azaldığı fikrine sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan açıklamalarda çoğunlukla “*seri bağlı devrelerde parlaklık hepsinde aynı olmaz. Azalarak akım dolaşmış olur*” ifadesi göze çarpmaktadır.

Literatürde Küçüközer [20] ve Pardhan [14] yaptığı çalışmalarda akımın azaldığı fikri öğretmenlerde de gözlemlenmiş ancak yapılan bu çalışmada beşinci soru için

öğretmenlerin verdiği cevaplarda bu fikri destekler nitelikte açıklamalara rastlanmamıştır. Yapılan görüşmelerde görüşmeciler bu yanılığı içeren ifadeler kullanmamıştır.

D1 kategorisine bakıldığında yabancı literatürde olmayan “anahtar açık iken hiçbir lamba yanmaz” inancı ile karşılaşılmaktadır. Ülkemizde Türkçenin kullanımından kaynaklanan bu yanılı Küçüközer [20] tarafından yapılan çalışmada da yer almış olup bu çalışmadaki sonuçlarla birebir örtüşmektedir. Yanılı a seçeneğinin aksine örnekleme katılan her üç grupta da görülmüştür. Öğrenci (197) ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler bu yanılığı destekler niteliktedir.

**Görüşmeci:** *B seçeneğinde anahtar açılınca*

**Öğrenci(197):** *Anahtarlar açıkken hiçbir lamba yanmaz dedim.*

**Görüşmeci:** *Neden ?*

**Öğrenci (197):** *Çünkü anahtar açıkken hiçbir lamba yanmıyor akım geçmiyor. Hepsi birbirine paralel olduğu için zaten hiçbirinden akım geçmiyor.*

D2 kategorisinde verilen cevaplar incelendiğinde anahtar açıkken C lambasının üzerinden akımın geçtiği burada anahtar açık olduğundan akımın bu noktada kayıp olduğu düşünülmektedir. Bölgesel düşünme şeklinde [20, 21, 25, 26, 30] algılanabilecek buradaki durumda, akımın C ye kadar geldiği ve geçtiği, lambanın yandığı fakat anahtara gelince akımın bu noktada kaybolduğu belirtilmektedir. Yani lambadan sonraki bir durumun lambanın parlaklığını etkilemeyeceği düşünülmektedir. Bu fikre sahip olan öğrencilerden 201 nolu öğrencinin yaptığı açıklama buna en güzel örnektir. “*Toplam A lambasının üzerinden geçip iki kola ayrılır. Bu yüzden A lambasının parlaklığı B’den büyük, B ve D’nin akımları eşit olduğundan aynıdır. C lambasında da akım onun üzerinden geçer, anahtarda açık olduğundan akım bu noktada kaybolur*”. 209 nolu öğrencinin görüşmelerde yaptığı açıklama bu ifadelerle benzeşmektedir.

**Öğrenci(209):** *Anahtar açık olduğundan akım geçmiyor orada anahtar açık nede olsa*

**Görüşmeci:** *Lambaların parlaklığı nasıl olur?*

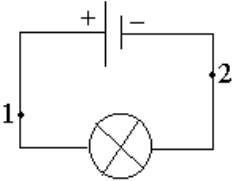
**Öğrenci (209):** *Ana koldaki akım B ve C’ nini bulunduğu kollara gelir. Burada ikiye ayrılır. C den akım geçer ancak devre tamamlanmadığından lamba yanmaz. Akım açık*

anahtar üzerinden kayıp olur. B den geçen akım aynı zamanda D üzerinden de geçecek ama bu akım A dan geçenden daha küçük olacaktır.

### 3.1.6 Soru 6

Bu soruda, tek lamba ve pilden oluşan basit bir devrede lambanın her iki yanındaki noktalarda akım değerleri ile ilgili olarak öğrencilerin görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için öğrencilerden 1 ve 2 noktalarındaki akım şiddetleri ile ilgili verilen seçeneklerden birini tercih etmeleri ve bununla ilgili olarak açıklama yapmaları istenilmiştir

Aşağıdaki devrede 1 ve 2 noktalarındaki akım şiddetleri ile ilgili olarak verilen yanıtın başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X işareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız.



$1 > 2$   
  $1 = 2$   
  $1 < 2$

**Açıklamanız:**

Şekil 3.6 Kavramsal Anlama Testi 6. Soru

Akım değerlerinin büyüklüğü için doğru seçenek “ $1=2$ ” dir. Bunun için yapılabilecek doğru açıklama “Devrede dolanan akım her noktada aynıdır. Akım lambayı geçince azalmaz bu yüzden devrede akım her yerde eşittir” şeklindedir.

Aşağıda Tablo 3.8’ de her üç örneklem grubunun altıncı soru için yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları verilmektedir.

Tablo 3.8 Grupların Altıncı Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzy | Kategoriler  | Frekans n%           |                      |             |
|------|--|----------------------|----------------------|-------------|
|      |  | Lise öğrencileri     | Öğretmen Adayları    | Öğretmenler |
| A    | Elektrik akımı devrenin her yerinde aynı değerdedir (korunumlu). | 12 (20)              | 82 (68.3)            | 33 (82.5)   |
| D    | 1.Akımın azalması<br>2.Pile (yada lambaya) uzaklık yakınlık.     | 36 (60)<br>10 (16.7) | 27 (22.5)<br>8 (6.7) | 4 (10)<br>- |
| F    | Kodlanamayan   |                      | 1 (0.8)              |             |
| G    | Cevaplanamayan   | 2 (3.3)              | 2 (1.7)              | 3 (7.5)     |

Tablodan görüldüğü gibi elektrik akımı devrenin her yerinde aynı değerdedir. şeklinde olan açıklama yani A kategorisinde öğrencilerin %20'si, öğretmen adaylarının % 68.3'ü ve öğretmenlerin % 82.5' lik kısmı bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek açıklamayı yapmıştır. Yapılan açıklamalara bakıldığında lise öğrencilerinin 1=2 diyenlerin büyük bir çoğunluğu “*seri devrede her noktada akım aynıdır*” şeklinde açıklama yapmıştır. Buna benzer açıklamayı öğretmen ve öğretmen adayları da yapmış olmakla beraber, öğrencilere ek olarak akımın her yerde aynı olduğunu, diğer şıklarda verilen seçeneklerin doğru olamayacağını çünkü akımın azalmadığını belirterek burada elektrik enerjisi ışık enerjisine dönüşeceğini belirtmişlerdir. Görüşmeler sırasında da yine buna benzer ifadeler kullanılmıştır.

D1 kategorisine bakıldığında lise öğrencilerinin % 60'ı, öğretmen adaylarının % 22.5'i ve öğretmenlerin % 10'luk kısmının “akım lambayı geçince azalır” fikrine sahip oldukları görülmüştür. Tabloda da görüldüğü gibi bu yanılığın yüzdesi lise öğrencilerinden öğretmenlere uzanan süreçte azalmış olmakla birlikte az da olsa yinede görülmektedir. Bu kavram yanılığı literatürde “*akımın harcandığı model (current consumption model)*” yani lamba tarafından akımın kullanıldığı fikri olarak geçmektedir [4, 13, 14, 16, 20, 21,23, 24, 25, 26]. Bu yanılığın en güzel 178 nolu öğrencinin yapmış olduğu açıklamada görülmektedir. Öğrencinin yaptığı açıklamada “*Akımın yönü (+) dan (-) ye doğru gelir. Akımın hepsi 1 üzerinden geçer. Bir kısmı lambada harcanır. Daha az bir akım 2 üzerinden geçer*” olup yanılığı açıkça ortaya koymaktadır. Yapılan görüşmelerde bu yanılığın şöyle ortaya çıkmıştır.



**Görüşmeci:** Lambanın iki farklı tarafında verilen noktalardaki akımların büyüklük ilişkisi nasıldır?

**Öğrenci (197):** Ben 1 büyük 2 dedim. Çünkü (+) dan (-) ye doğru gittiği için önce akım 1 den geçecek sonra 2 den geçecek

**Görüşmeci:** Akım neden azaldı?

**Öğrenci(197):** Çünkü lamba üzerinden geçti

**Görüşmeci:** Peki akım lamba üzerinden geçerken neden azaldı.

**Öğrenci(197):** Lamba ısınır. Isındıkça da akım kaybolur.

**Öğretmen Adayı (83):** Akım pilin (+) kutbundan (-) kutbuna doğru gideceği için iletken teller üzerinden enerji kayıp olacak ve 1 noktasındaki akım şiddeti 2 noktasındaki akım şiddetinden daha büyük olacaktır.

**Görüşmeci:** Enerjide nasıl kayıp nasıl olacak

**Öğretmen Adayı (83):** Telin bir direnci olduğuna göre tel üzerinden ısıya dönüşür.

**Öğretmen Adayı (113):** Soruda bir tane lambamız var. Lambadan önceki ve lambadan sonraki bakır tellerdeki – neyi soruyor – burada akım şiddetini soruyor. Şimdi dirençten dolayı burada biraz kaybımız olacaktır ısıdan dolayı. Lambamızın iç direncinden kaynaklanan kayıptan dolayı 1 2den büyük olacaktır.

**Öğretmen (4):** Şimdi burada şöyle bir durum var. Biz fizikçiler olarak genellikle ideal durumları düşünüyoruz. Yalnız bu devrede benim kafamda şöyle bir soru işareti oluştu. Acaba iletken teller ideal mi değil mi? Ben de yorumumu yaparken tellerin ideal olmadığını düşünerek yaptım. Yani tellerin ideal olup olmaması onların bir direnci olduğu anlamına gelir. Bu da devrede ister istemez akım üzerinde hareket ederken bir miktar ısı enerjisinin açığa çıkması ve akımın zamanla azalmasına neden olur. Böyle düşünersek 1 noktasına gelinceye kadar akımın karşılaştığı direnç 2 noktasına kadar gelinceye kadar karşılaştığı dirençten küçük olacak böylece akımın zamanla zayıflaması 1 de daha az 2 de daha fazla olmuş olacak

Bu kavram yanılgısı bu çalışmadaki üç grupta çıkmış ve Shipstone ve ark. [10], Cohen ve ark. [29], Karrqvist [25], McDermott ve Shafer [27], Shafer ve McDermott [28], Borges ve ark. [30], Lee ve ark. [26], Dilber ve ark. [24] ve Küçüközer [20,21] tarafından yapılan çalışmalarla birebir örtüşmüştür.

D2 kategorisine bakıldığında ise lise öğrencileri % 16.7'si ile öğretmen adaylarının % 6.7'si verilen noktanın pil veya lambaya olan uzaklığına bağlı olarak akım

şiddetinin değişeceğini ifade etmiştir. Katılımcıların yaptıkları açıklamalar incelendiğinde verdikleri cevapları şöyle kategorilere ayırabiliriz. ( $1 > 2$  ve  $2 > 1$ )

- *1 noktası ampule veya güç kaynağına daha yakın olduğu için önce elektrik akımını alır.*
- *2 noktası ampule veya güç kaynağına daha yakın olduğu için önce elektrik akımını alır.*

Verilen nokta akımının lamba ve üretece olan uzaklığından etkilenildiğinin göstergesi olan bu kavram yanılışı tablodan da görüldüğü gibi öğrencilerde ve öğretmen adaylarında görülmekte olup öğretmenlerde devam etmemektedir. Lise öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan görüşmelerde ise bu yanılışı ile ilgili ifadeler rastlanmamıştır. Akımın lamba ve üretece olan uzaklığından etkilenmesi literatürde deneysel kural olarak adlandırılmakta olup bulgular literatürde [20, 21, 26] yer alan sonuçları destekler niteliktedir.

### **3.1.7 Soru 7**

Ölçü aletlerinin (ampermetre ve voltmetre) devreye bağlanma şekli ile ilgili olan bu soruda, ölçü aletlerinin devreye nasıl bağlanması gerektiği ve yanlış bağlanılmaları durumunda devrede ne olabileceğiyle ilgili katılımcıların görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Katılımcılardan yukarıdaki şekilde sunulan beş farklı devredeki lambaların parlaklıkları ile ilgili bir tahminde bulunmaları ve bu tahminlerini açıklamaları istenilmiştir.

Aşağıdaki şekillerde,

(A) → Ampermetre (V) → Voltmetre yi göstermektedir

**I**

**II**

**III**

**IV**

**V**

Yukarıdaki beş devrede de dirençler, lambalar ve piller özdeş olup ölçü aletleri idealdir. Buna göre her bir devredeki lambaların parlaklıkları ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerin başındaki kutucuklardan size göre doğru olanın içine X işareti koyunuz. Verdiğiniz cevabı kısaca açıklayınız

I=II=V>III=IV                       I=II=V>III=IV                       V>I=II>III=IV

I=IV=V, II ve III yanmaz               I=II=III=IV=V                       .....

**Açıklamanız:**

Şekil 3.7 Kavramsal Anlama Testi 7. Soru

Sorunun doğru cevabı “I=IV=V, II ve III yanmaz” dır ve yapılabilecek açıklama için doğru cevap aşağıda sunulmaktadır;

- Ölçü aletleri ideal olduğundan ampermetrenin iç direnci sıfır, voltmetrenin iç direnci sonsuz kabul edilir.
- Voltmetre devreye paralel ampermetre ise seri bağlanır, II de voltmetre ve III’te de ampermetre yanlış bağlandığından bu devredeki lambalar yanmaz. I ve IV devresinde ölçü aletleri doğru bağlanmıştır ve ölçü aletlerinin lambanın parlaklığına bir etkisi yoktur.
- Lambaların parlalığı güçleri ile doğru orantılıdır.
- Direnç sabit kalmak şartı ile güçte akım/potansiyel farkı ile doğru orantılıdır.
- Bu yüzden de I, IV, V devrelerindeki lambaların parlaklığı eşittir.

Aşağıda Tablo 3.9’ da her üç örneklem grubunun yedinci soru için yaptığı açıklamalardan elde edilen verilerin düzey ve kategori yüzde frekansları verilmektedir.

Tablo 3.9 Grupların Yedinci Soruya Verdiği Cevapların Kategorileri ve Frekansları

| Düzye    | Kategoriler   | Frekans n(%)     |                   |             |
|----------|---|------------------|-------------------|-------------|
|          |   | Lise öğrencileri | Öğretmen Adayları | Öğretmenler |
| <b>B</b> | Ampermetre devreye seri, voltmetre devreye paralel bağlanır. Bu nedenle II ve III yanmaz. Diğerleri eşit parlaklıkta yanar. | 3 (5)            | 68 (56.7)         | 29 (72.5)   |
| <b>D</b> | 1. Seri bağlı devreler paralel bağlı devrelerden daha parlaktır.  | 25 (41.7)        | 14 (11.7)         | 3 (7.5)     |
|          | 2. Devre bağlantılarının seri ve paralel olması önemli değil. Tüm lambalar eşit parlaklıkta yanar                           | 5 (8.3)          | 10 (8.3)          | 2 (5)       |
|          | 3. Seri bağlı devreler paralel bağlı devrelerden daha parlaktır. Aynı zamanda devre eleman sayısı da parlaklığı etkiler.    | 13 (21.7)        | 8 (6.7)           | -           |
|          | 4. Voltmetrenin iç direnci sıfırdır, seri bağlanır. Ampermetrenin direnci vardır. Akımın bir kısmı kaybolur                 | -                | 6 (5)             | -           |
|          | 5. Lambanın üretece yakınlık uzaklığı önemlidir   | 6 (10)           | -                 | -           |
| <b>F</b> | Kodlanamayan  | 2 (3.3)          | 10 (8.3)          | 2 (5)       |
| <b>G</b> | Cevaplanmayan   | 6 (10)           | 4 (3.3)           | 4 (10)      |

Tablo incelendiğinde bilimsel olarak tam doğru kabul edilebilecek bir açıklamanın her üç grup tarafından da yapılmadığı görülmektedir.

B kategorisinde lambaların parlaklıkları sıralanırken tablodan da görüldüğü gibi lise öğrencilerinin % 5'i, öğretmen adaylarının % 56.7'si ve öğretmenlerin % 72.5' lik kısmı sadece ölçü aletlerinin doğru bağlanıp bağlanmadığını göz önünde bulundurmuştur. Her üç grupta sorunun sorulum amacına uygun olarak ampermetrenin devreye seri, voltmetrenin devreye paralel bağlandığını ifade etmiş, yanlış bağlamalardan dolayı II ve III nolu lambalarının yanmayacağını belirtmiştir. Ancak katılımcılar tarafından diğer lambaların eşit parlaklıkta yanma sebepleri açıklanmamıştır. Tablodan lise öğrencilerine bakıldığında öğrencilerin çok az bir kısmının ampermetre ve voltmetrenin bağlanma şeklini doğru açıkladığı görülmektedir. Bu kategoriye ilişkin görüşmelerden elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

**Öğretmen Adayı (62):** Şimdi hocam sorunuza karşılık olarak burada voltmetrenin iç direnci çok büyüktür. Bu yüzden paralel bağlanır. Buna bağlı olarak da seri bağlanınca direnç çok büyük olduğundan iki numaralı bağlantıdaki lamba yanmaz. Ampermetrenin de iç direnci 0 kabul edilir. Bu yüzden de seri bağlanır. Paralel bağlandığında üçüncü lamba da yanmaz.

**Öğretmen (1):** Yedinci soruda çeşitli devrelere voltmetre ve ampermetreler seri ve paralel bağlanmış. Bu soruyu her halde voltmetre ve ampermetrenin aynı ölçü aleti olduğu halde niye voltmetre ;niye ampermetre olarak adlandırıldığına anlaşılmaması için sorulmuş. Ampermetre devreden geçen akımı ölçmek için hazırlanmıştır, devreye seri bağlanmalıdır. Devreden geçen akımı bozmaması için, iç direncinin çok küçük olmalıdır. Voltmetre ise devreye paralel bağlanmalıdır. Paralel bağlandığı devrede kendi üzerinden geçen akımın yeterince küçük olması için iç direnci yeterince büyük olmalıdır. Soruda ideal olduğu verildiği buna göre düşündüm.. Ampermetrenin direnci sıfır, voltmetrenin direnci sonsuz sayılırsa, bu durumda birinci devrede bir üreteç, lamba ve direnç var. IV devrede de voltmetrenin direnci sonsuz olduğu için I. ve IV devre birbirinin aynısı olur. İkinci devrede ise voltmetrenin direncini sonsuz sayarsak geçen akım şiddeti sıfır olur. Üçüncü devrede ampermetre lambaya paralel bağlanmıştır. Paralel bağlanınca gelen akım dirençlerle orantılı olarak paylaşılır. Ampermetrenin direncini sıfır sayarsak üreteçten gelen akım hiç lambadan geçmeyecek tümü ampermetreden geçecektir. Bu durumda üçüncü şekildeki lamba ışık vermeyecektir. Bu durumda I., IV.ve V devreler aynı olacak;II ve III deki lambalar ise yanmayacaktır.

D1 kategorisine baktığımızda katılımcılar ölçü aleti ne olursa olsun devreye seri bağlandığında lambanın daha parlak yanacağını, paralel bağlandığında ise seri bağlamaya göre parlaklığın azalacağını ifade etmişlerdir. Yapılan açıklamalar incelendiğinde çoğunlukla “I, II, V’de seri oldukları için akımlar aynıdır, bu yüzden parlaklıkları eşittir. III ve IV akımları aynı ama paralel olduklarından akım ikiye ayrılır ve parlaklığı diğerlerine göre daha azdır” şeklinde olduğu görülmektedir. Lise öğrencilerinde % 41.7 oranında görülen bu yanlışlığı öğretmenlere kadar uzanmıştır. Bununla ilgili olarak görüşmelerden elde edilen veriler aşağıda sunulmaktadır.

**Öğrenci(203):** Bence I, II ve V devrelerindeki birbirlere ile aynıdır diye düşünüyorum.

**Görüşmeci:** Neden?

**Öğrenci(203):** Şekil olarak birbirlerine benziyorlar

**Görüşmeci:** Peki ampermetrenin ve voltmetrenin bağlanma şekilleri hakkında bilgin varmı?

**Öğrenci(203):** Voltmetre enerjiyi yani voltu ölçer.

**Görüşmeci:** Volt nedir

**Öğrenci(203):** Enerji

**Görüşmeci:** Peki akım nedir

**Öğrenci(203):** İşte bir enerji çeşidi

**Görüşmeci:** Akımı ne ölçer?

**Öğrenci (203):** Ampermetre akımı ölçüyor

**Görüşmeci:** Peki devreye nasıl bağlanır onu biliyor musun?

**Öğrenci (203):** Hayır

**Görüşmeci:** O zaman bu soruya nasıl cevap vereceksin

**Öğrenci (203):** Yanı işte paralel ve seri bağlamalara baktım. Buna göre I;IV;V birbirlerine eşit II ve III yanmaz diyorum

**Görüşmeci:** Peki bağlama şekillerine bakınca bunların bağlama şekilleri pek birbirlerine benzemedi.

**Öğrenci (203):** Hocam tamam ben şunların 2 sine yanmaz diyorum IVve III' e I, II ve V yanar diyorum. Eşit yanarlar.

D2 kategorisi incelendiğinde katılımcıların, ölçü aletlerinin bağlantı şeklinin lambalarda parlaklığı etkilemediğini ifade ettikleri görülmektedir. Yapılan açıklamalar çoğunlukla “tüm piller özdeş oldukları için enerjileri aynıdır. Bu yüzden lambaların parlaklığı aynıdır” şeklindedir. Küçüközer’in [20] yaptığı çalışma bu araştırmadaki sonuçlar birbiri ile örtüşmektedir. Bu kategorideki fikre ilişkin görüşmelerden elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

**Öğretmen Adayı (113):** Birinci şekilde ampermetre lambaya seri bağlanmıştır, ikinci şekilde de voltmetre ampule seri bağlanmıştır, üçüncü şekilde ampule ampermetre paralel bağlanmıştır, dördüncü şekilde voltmetre lambaya paralel bağlanmıştır ve beşinci şekilde de seri bağlanmıştır. Ampermetreler ve voltmetreler akımı kullanmaz bunun için lambaların parlaklıklarının hepsi birbirlerine eşittir.

**Görüşmeci:** Voltmetre ve ampermetre aynı görevi mi yapar?

**Öğretmen aday ı(113):** Yapıyorlar. Yaptıkları için akımlar birbirlerine eşit olarak kabul ediyoruz.

**Öğretmen aday ı(104):** Şekillerde bir R direnci ve bir lambamız mevcut. Dolayısıyla da eğer ampermetre ve voltmetrenin iç direncini önemsemesek her bir devrede bulunan V

*potansiyeli dirençleri de eşit hepsine I akımı sağlayacaktır. Dolayısıyla tüm lambaların parlaklıkları birbirine eşittir.*

D3 kategorisine bakıldığında bu yanılığın öğrencilerin % 21.7'si, öğretmen adaylarının % 6.7'sinde görülürken öğretmenlerde gözlenmemiştir. Bu kategoride bulunanlar seri bağlı devrelerin paralel bağlı devrelerden daha parlak olduğunu aynı zamanda devre eleman sayısının da parlaklığı etkilediğini ifade etmiştir. Lise öğrencileri ile yapılan görüşmelerde 197 nolu öğrenci ampermetre ve voltmetreyi de bir direnç gibi kabul etmiş, bu nedenle devre eleman sayısının az olması durumunda lambaların daha parlak yanacağını ifade etmiştir. Bu yanılığa bir diğer örnek 203 nolu öğrencinin açıklamaları olup aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci(203):***Şimdi zaten şekil I ve II deki aynı sadece birinde ampermetre var birinde de voltmetre var. İkisini biz birbirine eşit alırsak III ile IV'üde birbirine eşit alırız. III ve de IV de o zaman birbirine eşit olur. O zaman V e biz en büyük deriz. Çünkü V e baktığımız zaman Vde voltmetre de yok ampermetre de yok sadece bir tane bağ var ve burada bir tane lamba var. O yüzden V en büyüktür. Ondan sonra biz I , III ve IV içinde birbirine eşit deriz. O zaman I ve II seri bağlıdır . III ve IV paralel bağlı olduğundan dolayı onlarda I ve II'den küçüktür. Yani  $V > I = II > III = IV$  şeklindedir.*

**Görüşmeci:** *Yani voltmetre veya ampermetre olup olmaması önemli değil mi?*

**Öğrenci(203):** *Önemli değil*

Bu kategoride verilen yanıtlar tabloda da görüldüğü gibi lise öğrencilerinden öğretmenlere gidilirken azalmıştır.

D4 kategorisine bakıldığında katılımcıların. “*voltmetrenin iç direnci sıfır olup, seri bağlanır. Ampermetrenin ise iç direnci vardır. Akımın bir kısmı kaybolur*” şeklinde açıklamalar getirdikleri görülür. Bu yanılığın yalnız öğretmen adaylarında yer almış lise öğrencileri ve öğretmenlerde gözlenmemiştir. Yapılan görüşmelerde bu yanılığa rastlanmamıştır.

D5 kategorisine bakıldığında katılımcılar lambalarda parlaklığı pile yakınlık uzaklık ile ilişkilendirmiştir. Yanılığın tablodan da görüldüğü gibi yalnız lise öğrencilerinde görülmüştür. Yapılan görüşmelerde ise bu ifade yer almamıştır.

Öğrenciler, yapılan görüşmeler esnasında ayrıca ampermetre ve voltmetrenin ne olduğu ve kullanım alanları hakkında bir şey hatırlamadıklarını ifade etmiştir. Buna en güzel örnek 189 nolu öğrenci ile yapılan görüşmedir.

**Öğrenci (189):** *Bu konu hakkında hiçbir bilgiye sahip değilim ondan cevap veremeyeceğim*

**Görüşmeci:** *Beraber hatırlamaya çalışalım. Ampermetre ne iş yarar neyi ölçer?*

**Öğrenci (189):** *Akım şiddetimiydi hatırlamıyorum*

**Görüşmeci:** *Voltmetreyi hatırlıyor musun?*

**Öğrenci (189):** *İsim olarak biliyorum ama ne işe yaradıklarını bilmiyorum*

**Görüşmeci:** *Devreye nasıl bağlandıklarını hatırlıyor musun?*

**Öğrenci (189):** *Hatırlamıyorum,*

### 3.2 Elektrik Devreleri Kavramsal Anlama Testinin Gruplara Göre Nicel Değerlendirilmesi

Araştırmamızın üçüncü alt sorusuna yanıt aramak için yapılan istatistiksel analizler bu kısımda sunulmuştur. Grupların kavramsal anlama test puanlarının yüzde ortalamalarına ait ANOVA sonuç tablosu Tablo 3.10' da verilmiştir.

Tablo 3.10 Grupların Kavramsal Anlama Test Puanlarının Yüzde Ortalamalarına Ait ANOVA Sonuçları Tablosu

|               | Kareler<br>Toplamı | Serbestlik<br>Derecesi(df) | Ortalamanın<br>Karesi | F        | p     |
|---------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|----------|-------|
| Kesim Noktası | 880979,462         | 1                          | 880979,462            | 6902,515 | ,000  |
| Grup          | 17225,724          | 2                          | 8612,862              | 67,482   | ,000  |
| Hata          | 27696,072          | 217                        | 127,632               |          | ,000* |
| Toplam        | 1136380,208        | 220                        |                       |          |       |

\* p < 0.05

Tablo 3.10' da görüldüğü gibi grupların elektrik devreleri kavramsal anlama test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç vardır ( $F_{2,217}=67,482;p<0.05$ ). Hangi gruplar arasında anlamlı fark olduğunu belirlemek için “Tukey Post Hoc” test sonuçlarına bakılmıştır. Bununla ilgili veriler ise aşağıda Tablo 3.11' de verilmektedir.



Tablo 3.11 “Tukey Post Hoc” Test Sonuçları Tablosu

| Grup1           | Grup2             | Ortalama farkı | Standart hata | p    |
|-----------------|-------------------|----------------|---------------|------|
| Lise Öğrenciler | Öğretmen Adayları | 18,49*         | 1,786         | ,000 |
|                 | Öğretmen          | 22,74*         | 2,306         | ,000 |
| Öğretmen Adayı  | Lise Öğrenciler   | 18,49*         | 1,786         | ,000 |
|                 | Öğretmen          | 4,25           | 2,063         | ,100 |
| Öğretmen        | Lise Öğrenciler   | 22,74*         | 2,306         | ,000 |
|                 | Öğretmen Adayı    | 4,25           | 2,063         | ,100 |

\* p &lt; 0.05

Tablo 3.11’ de görüldüğü üzere, elektrik devreleri kavramsal anlama testinden lise öğrencilerinin aldıkları puanlar ile öğretmen adayları ve öğretmenlerin puanları arasında öğretmen ve öğretmen adayları lehine anlamlı fark olduğu görülmektedir. Her ne kadar öğretmenlerle öğretmen adayları arasında kavramsal anlama testi ortalama yüzde puanları arasında fark olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Bu verilere dayanarak, yaş ve eğitim seviyesi yükseldikçe katılımcıların kavramsal anlama testine verdikleri doğru cevap yüzdesinin arttığı söylenebilir. Ayrıca bu durum kavram yanlışlarının da azaldığı şeklinde yorumlanabilir.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 4.1 Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı; fizik ve fen bilgisi öğretmenlerinin, fizik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının, lise öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve bu yanlışlar içerisinde literatürde var olan kavram yanlışları ile benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak olup bu çalışmada da katılımcıların fikirlerini belirlemek amacıyla yapılan testten ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler, farklı çalışmaların ulaştıkları sonuçlara çoğunlukla benzerlik göstermektedir. Bunun yanında Shipstone [3] ve Osborne [4] yaptığı çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da katılımcılarda kavram yanlışları yaş ve eğitim seviyesi ilerledikçe azalmıştır.

Çalışma sonrasında katılımcılardan her üç grupta da yer alan kavram yanlışları aşağıda verilmiştir. İfadenin sonunda bu fikrin hangi soruda belirlendiği ve literatürde hangi çalışmalarda da geçtiği verilmektedir.

- Enerji, akım ve elektrik kavramlarının birbiri yerine kullanılması (1, 4, 5, 6. soru - [16, 20, 21])
- (Bağlantı şeklinin önemsenmeden) pil sayısı fazla olan devrede lambalar daha parlak yanar (2.soru - [20,21, 26]).
- Piller paralel bağlandığında (serilere göre) lamba daha fazla ışık verir (2. soru - [20,21, 26]).
- “Seri bir devrede lambanın önünde yapılan bir değişiklik lambanın parlaklığını etkiler, fakat lambadan sonra gelen bir yerde yapılan değişiklik lambanın parlaklığını etkilemez” (sequential reasoning ) (3 ve 4. soru - [11, 16 20, 21,25, 26, 30]).
- Piller sabit akım kaynağıdır (4.soru - [ 13, 14, 16, 20, 21, 25, 26, 28, 30]).
- Parlaklık lamba sayısı ile doğru orantılıdır (4. soru - [11, 13, 14, 20, 25, 26]).
- Paralel bağlı lambalar daha parlaktır veya seri bağlı lambalar daha parlaktır (4 ve 5. soru - [20]).

- Dirençlerin değişimi pilin enerjisini değiştirmedüğinden lambanın parlaklığı değişmez (3. soru)
- Üretece olan uzaklık yakınlık lambaların parlaklığını etkiler (2, 4 ve 6. soru - [14, 20, 21, 25]).
- Anahtar kapalıyken veya açıkken hiçbir lamba yanmaz (5. soru [20, 21]).
- “Akım lambayı geçince azalır” ve “pilin pozitif tarafındaki akım negatif tarafındaki akımdan daha büyüktür” (3, 5 ve 6. soru - [4, 11, 13, 14, 20, 23, 24, 25, 26]).
- Ampermetre ve voltmetre aynı görevi görür (7. soru)
- Akımın bir kısmı açık olan koldan kaybolur (5. soru - [14, 20, 21, 23, 24]).
- Devrede bulunan elemen sayısı parlaklığı etkiler (7. soru)

Birinci soruda lambanın yanması için doğru bağlantı şekli öğrenciler tarafından çizilememiştir. Lambanın yanması için kabloların lambanın altına ve yan taraflarına dokundurulması gerektiğini düşünenlerin çizdikleri incelendiğinde literatürde de yer aldığı gibi elektrik akımı ile enerji, potansiyel fark ve güç kavramlarının birbirine karıştırdıkları görülmüştür. Tek kutuplu model ise yalnız lise öğrencilerinde belirlenmiştir.

Lambalarda parlaklık açıklanırken lise öğrencileri elektriksel güç kavramını hiç kullanmamış olup çok az da olsa öğretmen adayı ve öğretmenler lambalarda parlaklığın güç ile doğru orantılı olduğunu ifade etmiştir. Tüm sorular için yapılan açıklamalar incelendiğinde katılımcıların lambalarda parlaklığın akım ya da potansiyel fark ile doğru orantılı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir.

Yapılan çalışma sonrasında literatürde yer alan güç çeken modeline ve çarpışan akımlar modeline uygun kavram yanılığına ve kısa devre önyargısına sahip olan katılımcı ile karşılaşmamıştır.

Bölgesel akıl yürütme genelde lise öğrencileri ile öğretmen adaylarında gözlenmiş öğretmen adaylarında ise hemen hemen hiç karşılaşmamıştır. Bu sonuçta gösteriyor ki bölgesel akıl yürütme değişime direnç gösteren bir yanılığ değildir. Yine bölgesel akıl yürütme olarak adlandırılan ve lise öğrencilerinde gözlenen “açık olan anahtarın

bulunduğu kısma gelen akımın burada yok olduğu” inancı bu araştırmada açıkça ortaya çıkmıştır. Bu çalışmaya özgü olarak, “paralel kollara gelen akımının ikiye ayrıldığını ve C lambası üzerinden geçen akımın açık anahtar üzerinden kaybolduğu” şeklindeki kavram yanılması ortaya çıkarılmıştır.

Lise öğrencilerinde, çok azda olsa öğretmen adaylarında gözlenen lambanın üretece olan uzaklığına bağlı olarak parlaklığının azalması fikri de değişime direnç göstermeyen bir yanılıdır. Paralel bağlı devreler seri bağlı devrelerden daha parlaktır ifadesi lise öğrencileri ve öğretmen adayları tarafından kullanılmıştır. Ancak akımın azalması, sabit akım kaynağı yanılıları eğitim seviyesi ne olursa olsun ortaya çıkan değişime direnç gösteren bir kavram yanılması olarak bu çalışmada da kendini göstermektedir. Lise öğrencileri direncin değişiminin pilin enerjisini değiştirmedikten lambaların parlaklığını da değiştirmeyeceğine ve parlaklığın lamba sayısından etkilendiğine inandıkları gözlenmiştir.

Literatürde sadece bizim ülkemize yönelik bir yanılı olarak görülen anahtar kapalı iken lamba yanmaz fikri bu çalışmada da lise öğrencilerinde gözlenmiş ancak öğretmen adayı ve öğretmenlerde gözlenmemiştir. Ancak anahtar açık iken hiçbir lamba yanmaz fikri örnekleme katılan her üç grupta da gözlenmiştir.

Yedinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde katılımcıların ampermetre ve voltmetrenin bağlantı şeklinin önemli olmadığı ve varlığının lambalarda parlaklığı etkilemediğine inandıkları belirlenmiştir. Katılımcılardan her üç grup üyeleri de seri bağlı devrelerin paralel bağlı devrelerden daha parlak yanacağını ifade etmiştir. Buna ek olarak lise öğrencileri ve öğretmen adaylarının lambalarda parlaklığı devrede bulunan eleman sayısından etkilediğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Aşağıda Tablo 4.1’de çalışmada belirlenen kavram yanılılarının gruplara göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.1 Çalışmada Belirlenen Kavram Yanılgılarının Gruplara Göre Dağılımı

| Kavram Yanılgıları  | Lise Öğrencileri | Öğretmen Ad. | Öğretmenler |
|---|------------------|--------------|-------------|
| Sabit Akım Kaynağı  | √                | √            | √           |
| Enerji, akım, ve elektrik kavramlarının birbiri yerine kullanılması   | √                | √            | √           |
| Bağlantı şeklinin önemsenmeden pil sayısı fazla olan devrede lambaların daha parlak yanacağı  | √                | √            |             |
| Piller paralel bağlandığında (serilere göre) lamba daha fazla ışık verir  | √                |              |             |
| Piller seri bağlandığında lamba daha fazla ışık verir   | √                | √            |             |
| Seri bir devrede lambanın önünde yapılan bir değişiklik lambanın parlaklığını etkiler, fakat lambadan sonra gelen bir yerde yapılan değişiklik lambanın parlaklığını etkilemez” | √                | √            | √           |
| Parlaklık lamba sayısı ile doğru orantılıdır  | √                |              |             |
| Paralel bağlı lambalar daha parlaktır   | √                |              |             |
| Seri bağlı lambalar daha parlaktır  |                  | √            |             |
| Seri bağlı lambalar daha parlaktır ve parlaklık lamba sayısından etkilenir.   | √                | √            |             |
| Dirençlerin değişimi pilin enerjisini değiştirmedikinden lambanın parlaklığı değişmez   | √                | √            |             |
| Üretece olan uzaklık yakınlık lambaların parlaklığını etkiler   | √                | √            | √           |
| Anahtar kapalıyken hiçbir lamba yanmaz  | √                |              |             |
| Anahtar açıkken hiçbir lamba yanmaz   | √                | √            | √           |
| Akım lambayı geçince açık anahtar üzerinden kaybolur.   | √                | √            | √           |
| Ampermetre ve voltmetre aynı görevi görür   | √                | √            | √           |
| Devrede bulunan elemen sayısı parlaklığı etkiler  | √                | √            |             |

Yukarıdaki tablodan da görüldüğü gibi bazı kavram yanılgılarının değişime direnç gösterdiği söylenebilir. Literatürde geçen, “tek kutuplu model”, “çarpışan akım modeli”, “akımın azalması”, “sabit akım kaynağı”, “ölçü aletlerinin karıştırılması”, “akım, gerilim, potansiyel fark kavramlarının birbiri yerine kullanılması”, “bölgesel akıl yürütme”, “üretece olan yakınlık uzaklık” şeklinde ifade edilen kavram yanılgıları her üç örneklem grubunda da gözlenmiştir.

## 4.2 Öneriler

Bu kısımda araştırmanın amacına ve çıkan sonuçlarına yönelik iki türden önerilere yer verilmektedir. Amaca yönelik öneriler aşağıdaki gibidir.

1. Bu çalışmada fizik ve fen bilgisi öğretmen sayısı az olduğundan bu iki grubun sahip oldukları kavram yanlışları bakımından farklı olup olmadıklarının karşılaştırılması yapılamamıştır. Ancak benzer bir çalışmada iki öğretmen grubunun basit elektrik devreleri hakkında sahip oldukları kavram yanlışları bakımından anlamlı bir fark olup olmadığının karşılaştırılması daha iyi sonuçlar verebilir.

2. Fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışları birbiri ile karşılaştırılabilir.

3. Örneklem grubunu tümü için kavram yanlışlarına cinsiyet faktörünün etkisi incelenebilir.

4. Çalışmada ortaya çıkan kavram yanlışlarının giderilmesi için hangi yaklaşımların izlenebileceği hakkında önerilerde bulunabilir.

5. Bulunulan bu öneriler doğrultusunda konunun işlenilişine yönelik ders planı hazırlanabilir.

Bununla beraber çalışma esnasında çıkan sonuçlara göre öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Sadece bu çalışmanın konusunu oluşturan basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışları değil fizik veya daha genel anlamda fen derslerinde geçen kavramlarla ilgili her eğitim seviyesinde dikkate alınabilir ve öğretimde bu kavram yanlışlarının değişimi üzerine özel etkinliklere yer verilmeli.

2. Fizik veya Fen eğitimi alanında yapılan araştırmalar gösteriyor ki öğretmen adayı ve öğretmenlerde var olan kavram yanlışları öğrencilerdekilerle benzerlik göstermektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarına da eğitim fakültelerinde verilen derslerde bu nokta göz önünde bulundurulmalı.

3. Öğretmenler belli dönemlerde hizmetiçi eğitimden geçirilebilir, kendilerinde de var olan kavram yanlışlarını görmeleri sağlanmalı.

4. Eğitim fakültelerinde öğretim elemanları öğretim sırasında kavram yanlışlarını dikkate almalı.

5. Sınıf ortamı içerisinde birkaç kritik soru ile öğrencilerin öğretim öncesi fikirlerini belirleme ve bu fikirlerin değişimine yönelik etkinlikleri nasıl ve ne biçimde kullanabilecekleri konusunda öğretmenlere araştırmacılar tarafından yılın belli zamanlarında eğitim verilmeli.

6. Kavramlar belli bir sıra içerisinde aşamalı olarak sunulmalıdır. Kavramlar öğrenciler tarafından iyice anlaşılacak şekilde birçok etkinlik örnekleriyle desteklenmeli ve bir kavramın sunumu bitmeden diğeri bir kavrama geçilmemelidir.

## 5. KAYNAKÇA

- [1] Şahin, Ç., “İlköğretim Okullarında Görev Yapan Öğretmenlerin Kullandıkları Öğretim Stratejileri” *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* ,5, 8, (2004).
- [2] Jung, W., “Alltagsvorstellungen und das Lernen von Physik und Chemie, Naturwissenschaften im Unterricht”, **34**, (1986), 100-107.
- [3] Shipstone, D. M., “On Childrens’ Use of Conceptual Models in Reasoning about Current Electricity”, in: R. Duit, W. Jung, C. von Rhöneck (Eds), *Aspect of Understanding Electricity*, (1985), 73-83.
- [4] Osborne, R., “Towards Modifying Children’s Ideas about Electric Current”. *Research in Science and Technological Education*, **1**, 1 (1983), 73-83.
- [5] Coştu, B., Ayas, A.ve Ünal S. “Kavram Yanılgıları Ve Olası Nedenleri:Kaynama Kavramı” *Kastamonu Eğitim Dergisi* **15**,1, (2007), 123-136
- [6] Çepni, S., Akdeniz, A.R.,Ayas, A.,Özmen, H.,Yiğit, N. ve Ayvacı, H.Ş. Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi. *Pagema Yayıncılık* (2005). 66-91
- [7] Webb, P., “Primary Science Teachers’ Understanding of Electric current”. *International Journal of Science Education*, **14**, 4, (1992), 423-429.
- [8] Güneş, B., “Fizikte kavram yanılgıları”. <http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/> (02.07.2007 tarihinde ziyaret edildi).
- [9] Driver, R., “Students’ conceptions and the learning of science”. *International Journal of Science Education*, **11**, Special Issue. (1989), 481-490.
- [10] Driver, R. and Erickson, G., “Theories-in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students’ conceptual frameworks in science”. *Studies in Science Education*, **10**, (1983), 37-60.
- [11] Mutimucuo, I.V., Ph. D. Thesis, Improving Students’ Understanding of Energy Druk: VU Huisdrukkerij, Amsterdam, Lay out: René Almekinders (1998).
- [12] Marin, N., Benarroch, A., Jiménez, E.G., “What is the relationship between social constructivism and Piagetian constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories”. *International Journal of Science Education*,:22, 3, (2000), 225-238
- [13] Shipstone, D., M., Rhöneck, C.v., Kärrqvist, C., Dupin, J., Johsua, S., Licht, P. “A Study of Student’ Understanding of Electricity in Five European Cuntries”. *International Journal of Science Education*, **10**, 3, (1988), 303-316



- [14] Pardhan, H., Bano, Y., "Science Teachers' Alternate Conceptions about Direct-Currents". *International Journal of Science Education*, **23**, 3, (2001). 301-318
- [15] Duit, R. and Treagust, D. Learning in Science - From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In International Handbook of Science Education Edited by B. J. Fraser & K. G. Tobin, Kluwer Academic Publishers (1998).
- [16] Küçüközer, H. and Kocakulah, S., "Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits". *Journal of Turkish Science Education*, **4**, 1, (2007), 101-115.
- [17] Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, "W.A. Accommodation of a scientific conception: Towarda theory of conceptual change". *Science Education*, **66**, (1982), 211-227
- [18] Scott, P. H., Asoko, H. M., Driver, R., "Teaching for conceptual change: A review of strategies". Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. R. Duit, Goldberg, F., Niedderer, H. Kiel, (1992), 310-329
- [19] White, R., Gunstone, R., Probing understanding. London, UK, The Falmer Press (1992).
- [20] Küçüközer, H., "Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Olarak Geliştirilen Öğretim Modelinin Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devrelerine İlişkin Kavramsal Anlamalarına Etkisi", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2004).
- [21] Küçüközer, H. and Demirci, N., High School Physics Teachers' Forms of Thought about Simple Electric Circuits. *23th International Physics Congress*, Mugla University (2005).
- [22] Çepni, S., Keleş, E., "Turkish Students' Conceptions about the Simple Electric Circuits". *International Journal of Science and Mathematics Education*, **4**, 2, (2006), 269-291.
- [23] Sencar, S., Yılmaz, E. E. and Eryılmaz, A., "High school students' misconceptions about simple electric circuits". *Hacettepe üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **21**, (2001), 113-120
- [24] Dilber, R., ve Düzgün, B., "Lise öğrencilerinin basit elektrik devreleri hakkındaki kavram yanılgıları üzerine bir çalışma". *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15**, 3, (2003), 349-358
- [25] Kärrqvist, C., "The Development of Concepts by Means of Dialogues Centred on Experiments". in: R. Duit, W. Jung, C. von Rhöneck (Eds), Aspect of Understanding Electricity, (1985), 73-83

- [26] Lee, Y., and Law, N., “Explorations in Promoting Conceptual Change in Electrical Concepts via Ontological Category Shift”. *International Journal of Science Education*, **23**, 2 (2001), 111-149.
- [27] McDermott, L. C. & Shaffer, P.S “Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, Part I: Investigation of student understanding”. *American Journal of Physics*, **60**, (1992), 1003-1013.
- [28] Shafer, P. S. and McDermott, L. C., “Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity. Part II: Design of Instructional Strategies”. *American Journal of Physics*, **60**, 11, (1992), 1003-1013
- [29] Cohen, R., Eylon, B., and Ganiel, U. “Potential Difference and Current in Simple Electric Circuits: A Study of Students’s Concepts”. *American Journal of Physics*, **51**, 5, (1983).
- [30] Borges, A. T., Gilbert, J.K., “Mental Models of Electricity”. *International Journal of Science Education*, **21**, 1, (1999), 95-117.
- [31] Carey, S., “An Experiment is When You Try It and See If It Works: A Study of Grade 7 Students’ Understanding of the Construction of Scientific Knowledge, *International Journal of Science Education*, **11**, (1989), 514-529.
- [32] Baki, A., Cebirle İlgili İşlem Yanılgılarının Değerlendirilmesi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. 23-25 Eylül 1998. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon M.E.B. ÖYGM. (1999), 46-55.
- [33] Çakır, S. Ö., ve Yürük, N., “Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Kavram Yanılgıları Teşhis Testinin Geliştirilmesi ve Uygulanması”. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. 23-25 Eylül 1998. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon. M.E.B. ÖYGM. (1999), 193-198.
- [34] Stepan, J., “Targeting Students’ Science Misconceptions: Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model”, Riverview, Fla.: Idea Factory (1996).
- [35] Kabapınar, F., Ph. D., Teaching for conceptual understanding: developing and evaluating Turkish students’ understanding of the solubility concept through a specific teaching intervention. The University of Leeds, School of Education, (1998).
- [36] Kabapınar, F., “Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılacak bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları”. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, **35**, (2003), 398-417.
- [37] Kocakulah, M. S., “An investigation of first year university students’ understanding of magnetic force relations between two current carrying conductors. A case study: Balıkesir University, faculty of Education”, *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, **23**, (2002), 155-166.