



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 4, Article Number: 1C0108

EDUCATION SCIENCES

Received: April 2009
Accepted: September 2009
Series : 1C
ISSN : 1308-7274
© 2009 www.newwsa.com

Işık Saliha Karal
Nedim Alev
Nevzat Yiğit
Karadeniz Technical University
i_sa_kar@hotmail.com
Trabzon-Türkiye

ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİKTE ALAN BİLGİSİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, alan bilgisi eğitimini tamamlamış öğretmen adaylarının akım, direnç, potansiyel kavramları ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek ve kavram yanlışlarını tespit etmektir. Bu çalışma, 2007-2008 öğretim yılında alan bilgisi eğitimini tamamlamış olan Fizik Öğretmenliği programında öğrenimlerine devam eden beşinci sınıftaki 26 öğretmen adayı ile sınırlı olarak yürütülmüş bir özel durum çalışmasıdır. Bu doğrultuda akım, direnç ve potansiyel fark kavramlarını içeren açık uçlu 5 sorudan oluşan bir alan bilgisi testi ile mülakatlar veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu araştırma, öğretmen adaylarının akım, direnç ve potansiyel fark kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarına ve bilgi eksikliğine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının düştüğü yanlışların temelinde bilgi eksikliği, işlemsel öğrenme ve üst düzey bilişsel yetersizliklerin olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu yanlışlara düşmemesi için öğretmen eğitiminin ilk sınıflarından itibaren bu çalışmada sunulanlara benzer irdellemelerin yapılması ve daha üst sınıflardaki özel öğretim yöntemleri derslerinde 'konulara özel yanlışları' giderici etkinliklerin yaptırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Fizik Öğretmen Adayları, Basit Elektrik Devreleri, Alan Bilgisi, Kavram Yanılgısı

STUDENT TEACHERS' CONTENT KNOWLEDGE ON ELECTRICITY

ABSTRACT

The aim of this study is to determine student teachers' subject matter knowledge and misconceptions on electricity. This is a case study, carried out with 26 physics student teachers in 2007-2008 academic year. A subject matter test consisting of 5 open-ended questions on the topics electric potential, current, resistance and interviews are used as data gathering tools. This study indicated that student teachers have a number of misconceptions and lack of substance in electric current, resistance and potential difference topics. It seems that the reasons for their misconceptions are based on lack of substance, operational learning rather than conceptual and their upper cognitive insufficiency. It is recommended that student teachers be taught in accordance with the results of this type of related research and in the courses such as Special Teaching Methods student teachers should be engaged in the activities that help remove misconceptions in all topics.

Keywords: Physics Student Teachers, Electricity, Subject Matter Knowledge, Misconception



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Elektrik konusu tüm seviyedeki fizik ve fen eğitimi programlarında merkezi bir alan olarak görülmektedir. Elektrik kavramının anlaşılması oldukça problemlili bir konu olduğundan, elektrik kavramlarının ilk, orta, lise, üniversite seviyesindeki öğrenciler ile öğretmen adayları ve öğretmenlerce nasıl anlaşıldığı üzerine pek çok araştırma yürütülmüştür (Duit ve Rhöneck, 1997; Chambers ve Andre, 1997; Küçüközer, 2003; Engelhart ve Beichner, 2004; Küçüker, 2004; Ateş ve Polat, 2005; Çıldır ve Şen, 2006; Cheng ve Kwen, 2007). Bu konunun terimlerinin günlük hayatta fazla kullanılmasından dolayı, herhangi bir formal öğrenme olmadan da bireyler bu terimler hakkında anlayış geliştirmektedirler. Geliştirilen bu anlayışlar akım, direnç, güç ve potansiyel gibi fizik terimlerinin bilimsel anlamlarıyla çoğu durumda uyuşmamaktadır. Bilimsel görüşlerin öğrenilmesinden önce dış dünyadaki olaylarla ilgili geliştirilen bu açıklamalar alternatif kavramlar olarak ifade edilmektedir. Bu alternatif kavramlar kelimelerin günlük konuşma dilindeki anlamı ve öznel deneyimlere dayalı olarak öğrenen tarafından oluşturulur (Yip vd, 1998).

Alternatif kavramların yanında, öğrencilerin doğru olmayan tanımlar veya yanlış yorumlar şeklindeki bilimsel kavramların doğru olmayan açıklamaları olan kavram yanlışlıklarına da sahip oldukları görülmektedir. Yip vd, (1998)'ne göre kavram yanlışlıklarının nedenleri aşağıdaki gibidir:

- Önbilgi eksikliğinden dolayı bir kavramın sadece bir bölümünün anlaşılması,
- Önbilgi eksikliğinden bir kuralın temelindeki şartların ve varsayımların ihmal edilmesi,
- Yetersiz kanıtlardan elde edilen prensiplerin aşırı bir genellemesinin yapılması,
- Doğru olmayan bilginin eleştirilmeden kabulü veya yanlış mantıktan yanlış çıkarımlar.

Son yıllarda fen eğitiminde kavram yanlışlıklarının ortaya çıkarılması ve giderilmesine yönelik stratejilerin geliştirilmesi giderek önem kazandığından, fen konuları ile ilgili öğrenme güçlüklerinin belirlenmesi ve anlamlı öğrenmenin sağlanması, fen eğitimde öncelik verilen çalışmalar haline gelmiştir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Kavram yanlışlıkları fen eğitiminde öğrenciler ve öğretmenler için sıkıntı verici bir problem olarak görülmektedir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Özellikle de soyut doğasından dolayı fizik alanında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve hatta deneyimli öğretmenlerin dahi çeşitli konularda kavram yanlışlıklarına sahip oldukları ifade edilmektedir (Mulhall ve diğ., 2001). Yapılan birçok araştırma (Çepni ve Keleş, 2006; Yıldırım vd, 2008), öğrencilerin fizik derslerinde özellikle de elektrik konusunda çok sayıda kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermektedir. Bu çalışmalardan birini yapan Duit ve Rhöneck (1997) elektrik konusunun anahtar kavramlarının öğrenilmesi ve anlaşılması adlı çalışmalarında, öğrencilerin elektrik akımının pilde depo edildiği ve ampul tarafından tüketildiği düşüncesine sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Cheng ve Kwen (2005) öğrencilerin elektrik ve elektrik akımı kavramlarını karıştırdıklarını; Lee ve Law (2001), ortaöğretim öğrencileriyle ilgili yaptıkları çalışmada, öğrencilerin elektrik akımını anlamak için günlük deneyimlere başvurduklarını belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada, öğrencilerin akımın devre elemanları üzerinden geçtikçe azaldığı ve ampul tarafından tüketildiği, pilin akım kaynağı olduğu ve pilden yayılan akımın dış devredeki değişiklikten etkilenmediği fikrine sahip oldukları görülmüştür.



Şen ve Çıldır (2006)'ın lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının kavram haritalarıyla belirlenmesi çalışmalarında akım, direnç, potansiyel fark, elektrik, üreteç/emk kaynağı ve elektrik enerjisi kavramlarına ait kavram yanlışları tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada akımın üreticinin içinde depo edildiği, potansiyel farkı akımın nedeni olarak değil de sonucu olarak algılandığı, üreteç kaynağının dirence gücünü verdiği, üreteç kaynağının gücü depo eden bir araç olarak öğrenciler tarafından görüldüğü tespit edilmiştir.

Direnç ile ilgili bir kavram yanlışlığı elektrik enerjisi kavramı ile kurulan ilişkide görülmektedir (Şen ve Çıldır, 2006:99). Öğrenciler akım ve elektrik enerjisi kavramlarını karıştırmakta ve direncin üzerinden geçen akım miktarını azalttığından elektrik enerjisini de azaltacağına inanmaktadırlar. Ayrıca direncin değerinin üzerinden geçen akım miktarına göre değişebileceğini düşünmektedirler. Öğrenciler direncin akım miktarını azaltıcı etkisi olduğuna inanmakta ve direnci akıma uygulanan bir kuvvet olarak algılamaktadırlar.

Potansiyel fark kavramı ile ilgili en çok direnç kavramı ile potansiyel fark kavramları arasında kurulan ilişkilerde kavram yanlışlığı görülmektedir (Şen ve Çıldır, 2006). Devreye uygulanan potansiyel farkının devredeki direnç değeri değiştirilerek değişebileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin elektrik kavramı ile ilgili en çok üreteç kaynağı kavramları arasında kurdukları ilişkilerde kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Basit elektrik devreleriyle ilgili yapılan çalışmalarda (Cohen vd, 1983; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Küçüközer ve Demirci, 2008; Polat ve Ateş, 2005; Küçüközer, 2003; Pardhan ve Bano, 2001; Çepni ve Keleş, 2006; Engelhart ve Beichner, 2004; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Lee ve Law, 2001) basit elektrik devreleriyle ilgili öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip olduğu kavram yanlışları aşağıdaki şekildedir:

- **Güç çeken model veya bir kutuplu akım modeli:** Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler pil ve lamba arasındaki tek bir telin lambayı yakmak için yeterli olduğuna ve akımın tek tel yoluyla pilden lambaya akıp, bu şekilde lambayı yakabileceğine inanırlar.
- **Çarpışan akımlar modeli:** Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler bataryanın iki kutbundan gelen akımın lambada çarpışarak lambanın yanmasını sağladığına inanırlar.
- **Zayıflayan akım modeli:** Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler akımın devredeki elemanlar tarafından kullanıldığına ve bu nedenle akımın devrede sürekli zayıflayarak yol aldığına inanırlar.
- **Paylaşılan akım modeli:** Bu kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler akımın devre elemanları tarafından ve özellikle de paralel bağlı devrelerde eşit olarak paylaşıldığına inanırlar.
- **Güç kaynağını sabit akım kaynağı olarak algılamak:** Bu yanlışlığa sahip olan öğrenciler; pilin, bağlandığı devreden bağımsız olarak, devreye sürekli aynı akımı veren bir devre elemanı olduğuna inanırlar.
- Bölgesel ve ardışık düşünce kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler, devrede herhangi bir değişiklik yapıldığında sadece değişiklik yapılan bölgeye odaklanıp devrenin diğer noktalarında olabilecek değişiklikleri önemsemezler ve devreyi değiştirilen elemandan önceki bölüm ve sonraki bölüm olmak üzere iki parça halinde analiz etmeye eğilimlidirler.
- **Kısa devre önyargısı:** Bu yanlışlığa sahip olan öğrenciler devreye bağlanan boş bir telin devre üzerinde herhangi bir etkisi olmadığına inanırlar.



- **Eşdeğer direnç önyargısı:** Bu yanılgıya sahip olan öğrenciler devreye bağlanan direnç sayısı arttıkça bağlanma şekline bağımsız olarak devrenin eşdeğer direncinin artacağını düşünürler.
- Bağlantı şekli önemsenmeden devredeki batarya sayısının daha çok olması parlaklığın daha fazla olması anlamına gelmektedir.
- Akım, enerji ve potansiyel fark kavramlarının birbirinin yerine kullanılması.

Bu yanılgıların dışında Demirci ve Çirkinoğlu (2004:118) literatüre ve web sayfalarına dayanarak elektrik ve manyetizma konularında, üniversite ve lise seviyesindeki öğrencilerin, doğru akım (DA) devreleri ile ilgili genel olarak, sahip oldukları kavram yanılgılarını aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Dirençler akım harcarlar.
- Elektronlar devrede (ışık hızına yakın hızlarda) hızlı hareket eder.
- Yükler direnç üzerinden geçerken yavaşlarlar.
- Üretecin kutupları arasında bir akım yoktur.
- Cisimlerin büyüklüğü ile direnci daima doğru orantılıdır.
- Akım devre boyunca aktıkça kullanılıp biter.
- İletken telin direnci yoktur.
- Paralel oluşturulan dirençlerin eşdeğeri en büyük dirençten daha büyüktür.
- Akım fazlalık yüklerden oluşur.
- Devredeki yükler pil (üreteç) tarafından üretilir.
- Daha büyük pil daha büyük gerilim demektir.
- Güç ve enerji aynı şeylerdir.
- Piller hiç yoktan enerji üretirler.

Öğrencilerin sahip oldukları bu zorluklara öğretmenler ve öğretmen adaylarının da sahip olabileceğini ifade eden Mulhall vd, (2001) ve Yip vd, (1998), en yaygın öğrenci sorusu olan; eğer basit bir devreye bir lamba seri olarak eklenirse, akım (yük) enerjinin 2. lambaya derhal aktarılması gerektiğini nasıl biliyor sorusunun tüm öğretmenler için başlıca kavramsal bir problem olduğunu belirtmektedir (Mulhall vd, 2001). Elektrik konusundaki kavram yanılgılarının incelendiği çalışmalarda (Yip vd, 1998), öğrencilere yardımcı olması beklenen öğretmenlerin de benzer problemlerle karşılaştığı görülmektedir (Mulhall vd, 2001). Elektrik konusuyla ilgili öğretmen adaylarıyla ilgili yapılan çalışmalar öğretmen adaylarının üniversitelerden sınırlı miktarda bilgi ile ayrıldığını (Karal, 2003) ve öğretecekleri alanda öğrencilerin sahip olması muhtemel alternatif kavram (Pardhan ve Bano, 2001) ve kavram yanılgılarına (Küçüközer ve Demirci, 2008) kendilerinin sahip oldukları halde onlardan bu konuları öğretmeleri beklenmektedir (Abd-EI-Khalick ve BouJaoude, 1997). Yine, Yip vd, (1998) yaptıkları bir çalışmada öğretmenlerin alan bilgisi yeterliliklerini tanımlamışlar ve çalışma sonucu öğretmenlerin hem alan bilgisinde zayıf olduklarını ve hem de kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermişlerdir. Öğretmenlerin performanslarının özellikle fiziğin en yaygın iki alanı olan mekanik ve elektrikte oldukça zayıf olduğu belirlenmiştir. Yukarıda tartışılan alternatif kavramlar ve kavram yanılgılarına ek olarak Yip vd, (1998) öğretmenlerin alan bilgilerindeki yetersizlik boyutlarına bilgi eksikliği ve problem çözmedeki yetersizliklerini de eklemişlerdir.

Bilgi eksikliği, yaygın anlamdaki bilgi eksikliğinin yanında, fizik kanunlarının uygulaması ile ilgili bilgisizlik, kavramların resimsel betimlemeleriyle ilgili örnek yokluğu ve eksikliğini de



kapsamaktadır. Bu boyut ayrıca, anlaşılması daha zor bilgi yetersizliklerini içerir. Bunlar: örnek bulmak için yetenek eksikliği, hipotez kurmak için yetenek eksikliği, deney düzenlemek, sonuçların güvenilirliğini test etmek ve fizik kanunlarını hiyerarşik olarak düzenlemek ve bağlantıları tanımlamak konusundaki yetenek eksikliği şeklinde sayılabilir. Bir bataryanın iç direnci ile dış devredeki voltaj düşüşü arasındaki bağlantıyı görmedeki başarısızlık bu bilgi eksikliği kategorisine aittir (Yip vd, 1998). Bilgi eksikliği daha çok alanı dışında öğretim yapan öğretmenlerde görülmektedir. Problem çözme becerisindeki eksiklik ise öğretmenlerin fen ve matematikte istenen problemleri çözme yeteneğine sahip olamamalarıdır.

Özen ve Gürel (2003)'in üniversite öğrencilerinin akım ve elektro manyetik dalga oluşumu ile ilgili kavram yanlışları adlı çalışmalarında, üniversite öğrencilerin öğrenim hayatları boyunca temel fizik derslerinde edindikleri kavramların "Elektromagnetik Teori" dersinde hedeflenen yeni kavramların oluşumuna ne şekilde katkıda bulunduğu araştırılmıştır. Araştırmanın birinci kısımda 97 öğrenciye alternatif ve doğru akım ile ilgili tek soruluk açık uçlu yazılı bir test uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci kısmında ise gönüllü öğrencilerden oluşan beşer kişilik toplam 20 kişilik çalışma grubu oluşturularak yarı-yapılandırılmış grup görüşmeleri yapılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram yanlışları incelenmiştir.

Cohen vd, (1983), öğrencilerin basit devrelerde potansiyel fark ve akım kavramlarını algılayış biçimlerini incelemişlerdir. Araştırma elektrik eğitimi almış, kaliteli okullardan seçilmiş ve deneyimli fizik öğretmenlerine sahip 15 ile 18 yaşları arasındaki 9, 11 ve 12. sınıflardan 191 öğrenci ile 21 fizik öğretmenine uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin potansiyel farkı akımın bir nedeni değil de sonucu olduğu şeklinde yanlış bir anlayışa ve "pil sabit bir akım kaynağıdır" gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler devrede yapılan değişikliğin diğer devre elemanları üzerindeki etkisini (tüm devrenin potansiyel farkı, akım ve direncindeki değişimi) algılamakta zorlanmaktadırlar. Ayrıca fizikte iyi derece alan ve ileri fizik eğitimi almış öğretmenler arasında bile kavram kargaşası, kavram yanlışlarının düzeltilmemiş olduğu gözlemlendiğinden, bu kavramsal sorunların ve kavram yanlışlarının üniversite derslerine taşınmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (SIGNIFICANCE OF THE STUDY)

Yapılan çalışmalar çocuklar gibi yetişkinlerin de her seviyede alternatif kavramlara ve pek çok öğretmenin de fen kavramlarıyla ilgili temel bilgi eksiklikleri olduğunu göstermektedir (Pardhan & Bano, 2001). Ayrıca, çoğu öğretmenin sahip olduğu alternatif kavramlar çocuklarınkilere benzemekte ve çocuklar gibi öğretmenlerde değişime direnç göstermektedirler (Pardhan ve Bano, 2001).

Üniversiteler, öğretmen adaylarının bilgilerindeki bu yetersizlikleri ve kavram yanlışlarını giderememekte, daha çok genel pedagoji üzerinde yani öğretimle ilgili genel bilgi çeşitleri üzerinde durmaktadırlar. Oysaki öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu kavramlarla ilgili bilgi düzeylerinin ve yanlışlarının tespit edilmesi ile öğretmen yetiştirme programları tarafından düzeltilmesi, onların öğretimini büyük ölçüde etkileyecektir. Bu yüzden bu tür çalışmalar fizik öğretmenlerinin bilmesi gereken temel bilgi düzeylerini ortaya koymak bakımından önemlidir (Gemici vd, 2002).

Fen öğretimindeki gelişmelere rağmen, çoğu yetişkin ve fen öğretmenleri de öğrenciler gibi aynı kavram yanlışlarına sahiptir (Yaşbasan vd, 2003). Nitekim Azar (2001) basit elektrik devresinde akımı ifade etmede öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip oldukları



kavram yanlışlarını tespit etmeye yönelik çalışmasında öğretmenlerin de kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmiştir. Fizik eğitimine ilişkin yapılmış çalışmalar arasında üniversite öğrencilerinin anlamalarına yönelik bilimsel kavram araştırmalarının sayısının özellikle özel konular bazında yapılan çalışmaların az olması, ilgili literatürde bir eksiklik teşkil etmektedir. Bu yüzden geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının fiziğin diğer konuları kadar elektrik ve manyetizma konularında da sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bulunan sonuçları dikkate alarak öğretmenlerin veya öğretim elemanlarının ders işleme büyük önem taşımaktadır (Demirci ve Çirkinoğlu, 2004).

2.1. Problem (Problem)

Bu doğrultuda araştırma sorusu, "Alan bilgisi eğitimi tamamlamış olan fizik öğretmen adaylarının akım, direnç ve potansiyel kavramları ile ilgili alan bilgileri ne düzeydedir ve ne tür kavram yanlışlarına sahiptirler?" olarak belirlenmiştir.

2.2. Amaç (Aim)

Çalışmanın amacı ise alan bilgisi eğitimi tamamlamış öğretmen adaylarının akım, direnç, potansiyel kavramları ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmektir.

3. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışma, alan bilgisi eğitimi tamamlamış olan Fizik Öğretmenliği programında öğrenimlerine devam eden 26 beşinci sınıf öğretmen adayları ile sınırlanmış ve yürütülmüş bir özel durum çalışmasıdır.

3.1. Araştırma Grubu (The Participants)

Bu doğrultuda 2007-2008 öğretim yılında KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği programından, alan bilgisi eğitimi tamamlamış 26 öğretmen adayına akım, direnç ve potansiyel kavramlarını içeren açık uçlu 5 sorudan oluşan bir test uygulanmıştır.

3.2. Veri Toplama Teknikleri (Data Collection Techniques)

Test sorularının hazırlanması aşamasında öncelikle literatür taraması yapılarak bu kavramlarla ilgili yapılan çalışmalar (Jabot, 2002; Geddies, 1993) incelenmiş, muhtemel kavram yanlışları tespit edilmiş ve çeşitli fizik kitapları da taranarak sorular hazırlanmıştır. Sorular, kavram yanlışlarıyla ilgili çalışmalardan, yeni öğretim programından, üniversite seviyesindeki ders kitaplarından alınmış, bir kısmı da araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Hazırlanan sorular alan bilgisi uzmanlarından 4 tanesi tarafından incelenerek gerekli değişiklikler yapılmış ve alan bilgisi eğitimi sürdürmekte olan öğretmen adaylarıyla pilot çalışması gerçekleştirilmiştir. Soruların kapsamı, ohm kanunu (1., 4. ve 5. sorular), bir iletkenin direncinin bağlı olduğu faktörler (3. soru), basit elektrik devrelerinde akım ve potansiyel ilişkisi (2., 4. ve 5. sorular) şeklindedir. 2.soru değerlendirme, 1.ve 3.soru bilgi ve 4ve 5.sorular uygulama düzeyinde hazırlanmıştır. Teste her bir öğretmen adayının verdiği cevaplar sorulara verilen cevaplara göre gruplandırıldıktan sonra, kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra yanlış cevap veren öğretmen adaylarından gönüllü olan 12 tanesi ile verdikleri cevaplar ile ilgili olarak mülakatlar yürütülmüştür. Mülakatlar sırasında öğretmen adaylarının açık uçlu testte verdikleri cevapların nedenleri irdelenmiştir. Veriler daha sonra yazılı metin haline dönüştürülmüştür ve çözümlenmiştir.



Uygulanan açık uçlu testteki 5 sorudan birincisi Servay Fizik Kitabından, ikincisi Küçüközer (2003)'in çalışmasından, dördüncü Küçüközer (2003)'in çalışmasından ve MEB yeni Lise-1 fizik programından, beşincisi Jabot (2002) tez çalışmasından alınmıştır ve üçüncü soru araştırmacılar tarafından ilave edilmiştir.

3.3. Verilerin Analizi (Data Analysis)

Aşağıda her 5 soruya öğretmen adaylarının verdiği cevaplar tablolarda nicel olarak verilmiştir. Her tablonun altında ise öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardan alıntılar yer almaktadır. Bütün öğretmen adaylarıyla mülakat yürütülmemiş sadece yanlış cevap veren adaylardan gönüllü olanlarıyla soruya verdikleri cevabın nedeni sorulmuş ve mülakat sırasında duruma göre ek sorular sorulmuştur.

Öncelikle öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplar incelenmiş ve cevaplar farklılıklarına ve benzerliklerine göre gruplandırılmıştır. Cevap grupları ve bu cevabı veren öğretmen adayları bir tabloda gösterilmiştir. Daha sonra her bir soru için cevap grupları, doğru, eksik, kavram yanlışlığı, yanlış cevaplar ve boş olarak tanımlanmış ve doğrudan alıntılar ile desteklenerek tablolar halinde sunulmuştur.

Verilen cevapların sınıflandırılmasında dikkat edilen kriterler;

- **Doğru cevap:** Bilimsel görüşlerle uyumlu olan cevaplar (*bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı artırıldığında, akımın potansiyel farkı ile orantılı artmadığı bir durumda, iletkenin ohm kanuna uymadığı veya omik olmadığını ifade eden cevaplar*)
- **Yanlış cevap:** Bilimsel görüşlerle uyumlu olmayan cevaplar (*aynı iletken tel için akım ve potansiyelin orantılı artmamasını, direnç değişmiştir, düşmüştür şeklinde ifade eden cevaplar*)
- **Eksik cevap:** Bilimsel görüşlerle kısmen uyumlu ancak eksik olan cevaplar, (*bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğu sorusunda iletkenin boyunu ve kesitini ifade edip, cinsini ifade etmeyen cevaplar*)
- **Kavram yanlışlığı:** Bilimsel görüşlerin doğru olmayan açıklamaları, (*güç kaynaklarının aynı olduğu basit elektrik devrelerinde üreteç sabit akım ürettiğini ifade eden cevaplar*)
- **Boş:** Cevap verilmeyen şekilde gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Bu kısımda öğretmen adaylarına uygulanan beş açık uçlu soruya verdikleri cevaplar ve açıklamaları ile öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Ek'deki birinci soru ile öğretmen adaylarının omik olan ve olmayan maddelere ilişkin alan bilgileri ve yanlışlıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının cevapları ve mülakatları incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi bu soruya sadece bir öğretmen adayı doğru cevap vermiştir. Öğretmen adaylarının 9 tanesi bu soruyu yanıtsız bırakırken, 16 öğretmen adayı yanlış cevap vermiştir. Bu öğretmen adaylarının bazılarında alıntılarla açıklamalar aşağıda örneklenmiştir.

"Bağıntıda yerine koyduğumuz zaman her iki durumda direnç farklı oluyor. Direnç değişiyor yani telin kesiti uzunluğu değişiyor. İletken söylediğim gibi homojen olmayabilir." (Ö₁₅)

"Omik olmayan iletkenleri biliyordum. Ama ilişki kuramadım. Direkt sorulsaydı söylerdim ama hatta Servay'deki açıklamaları hatırlıyorum. Omik olanlar olmayanlar." (Ö₃)



"İletkenin iç direnci kesiti ya da uzunluğu değiştirilmiştir. $R=\rho l/A$ bağıntısına göre bu şekilde düşünüyorum." (Ö₁₇)

"R her zaman sabit, ama değişiklik olduğuna göre bir şeyler değişti. Yüzey alanı genişletilmiş olabilir ya da uzunluğu kısaltılmış olabilir yani iletkende değişiklik yapılmış olabilir. İletken de bir değişiklik yapılmamışsa başka bir durum olabilir mi bilmiyorum." (Ö₈)

Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu ohm kanunun tüm iletkenler için geçerli olduğunu düşündükleri, ohm kanununa uymayan maddeler hakkında bilgi sahibi olmadıkları veya ilişki kurmadıkları görülmektedir.

Tablo 1. Omik olmayan dirençler
(Table 1.N on-Ohmic Resistances)

| | YANITLAR | ÖĞRETMEN ADAYLARI |
|--------------|--|---|
| Doğru Cevap | İletken omik değildir çünkü omiklerde V/I oranı sabittir | Ö ₂ |
| Eksik Cevap | Isı yüzünden direnç azalmıştır ya da artmıştır. | Ö ₄ |
| Yanlış Cevap | Reosta olabilir ya da değişken dirençtir. | Ö ₁ , Ö ₅ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ |
| | Direnç düşmüştür. | Ö ₇ , Ö ₁₃ |
| | Dirençler farklı, direnç azalmış, değişmiş ya da değiştirilmiştir. | Ö ₃ , Ö ₆ , Ö ₁₁ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₁ |
| Boş | Yanıtsız | Ö ₅ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₄ , Ö ₁₈ , Ö ₂₃ , Ö ₂₂ , Ö ₂₆ |

Ek'deki ikinci soru ile öğretmen adaylarının bir elektrik devresinde lamba öncesi ve sonrasındaki dirençlerde yapılan değişikliklerin parlaklığı nasıl etkileyeceğine ilişkin alan bilgileri ve yanılgılarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının cevapları ve mülakatları incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Lamba öncesi ve sonrası direnç değişikliğinin parlaklığa etkisi
(Table 2. The effect of change in resistance, before and after the lamp, on the brightness)

| | YANITLAR | ÖĞRETMEN ADAYLARI |
|------------------|---|---|
| Doğru Cevap | R_1, R_2 azalırsa parlaklık artar, R_1, R_2 artarsa parlaklık azalır | Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂ , Ö ₁₃ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₁ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ |
| Kavram Yanılgısı | R_1 akımı değiştirir R_2 değiştirmez | Ö ₈ |
| | R_1, R_2 azalırsa parlaklık azalır, R_1, R_2 artarsa parlaklık artar | Ö ₃ , Ö ₂₆ |
| | Değişmez | Ö ₉ , Ö ₂₂ |
| Boş | | Ö ₁₄ , Ö ₂₃ |

Tablodan görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (19) 2. soruyu doğru olarak cevaplarırken beş öğretmen adayının "devrede bir değişiklik yapıldığında akımın şiddetinde meydana gelen



değişikliklerin devre elemanlarının devredeki konumlarına bağlı olması" şeklindeki kavram yanlışlığına sahip olabileceği görülmektedir. Nitekim bir öğretmen adayı (Ö₃) I akımının çıkış yönünü takip ederek ilk önce R₁ direncinden daha sonra R₂ direncinden geçeceğini düşünerek R₁ direncinin artırılıp azaltılmasının lambanın parlaklığını etkileyeceğini R₂ direncinin ise etkilemeyeceğini düşünmektedir. Küçüközer ve Demirci(2008), basit elektrik devreleriyle ilgili yaptıkları çalışmalarında, öğretmen adaylarının %12 oranında lambadan önceki direnç değişikliğinin lambanın parlaklığını etkileyeceğini düşündüklerini tespit etmişlerdir.

Dirençlerin azaltılmasının parlaklığı azaltacağını, artırılmasının da parlaklığı artıracığını düşünen öğretmen adayı testteki cevabını şu şekilde açıklamaktadır:

"Parlaklık güçle orantılıdır. $P=V.I$ ve $V=I.R$, eğer R'yi artırırsak V de artar. V ile P de doğru orantılı olduğundan güç artar parlaklık da artar. Tam tersi içinde azaltılırsa parlaklık da azalır." (Ö₂₆)

Akımın bir dirençte harcandığı kavram yanlışlığına çoğu öğretmen adayı sahip değildir. Yanlış cevap veren bir öğretmen adayı mülakat sırasında düşüncesini kendiliğinden değiştirmiştir. Direncin artarken akımın da artacağını direncin azalırken akımın da azalacağı ifadesini adayı şu şekilde açıklamıştır:

"Potansiyel farkın sabit olduğunu yani değişmediğini düşünemedim. Eş değer direnci hesapladım ama $V=RI$ bağıntısında yerine koyduğumda akımın dirençle ters orantılı olduğunu fark edemedim. Dolayısıyla eşdeğer direnç artınca parlaklık da artar demişim. Aslında tam tersi olmalı. Zaten elektrik konusunda zayıfım..." (Ö₃)

Ek'deki üçüncü soru ile öğretmen adaylarının bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğuna ilişkin alan bilgileri ve yanlışlıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının cevapları ve mülakatları incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Direnç nelere bağlıdır?
(Table 3. What dose a resistance depend on?)

| | YANITLAR | ÖĞRETMEN ADAYI |
|--------------|---|---|
| Doğru Cevap | $R= \rho.l/A$ | Ö ₁₈ |
| | $R= \rho.l/A$, uzunluk, kesit ve cinsine bağlıdır. | Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₈ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₅ Ö ₁₉ , Ö ₂₂ , Ö ₂₀ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ |
| | Uzunluk, kesit ve cinsine bağlıdır. | Ö ₆ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₂₆ Ö ₁₇ , Ö ₉ , Ö ₁ , Ö ₁₄ |
| Eksik Cevap | Cinsine bağlıdır | Ö ₅ , Ö ₁₆ , Ö ₂₁ |
| | Cinsine ve kesitine bağlıdır | Ö ₁₃ |
| | Sıcaklığa bağlıdır. | Ö ₁₂ , |
| Yanlış Cevap | Akıma ve gerilime bağlıdır | Ö ₂₃ |

Tablodan görüldüğü gibi 20 öğretmen adayı 3. soruya doğru cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu soruya doğru cevap vermesi bilgi düzeyinde bir soru olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Beş öğrenci ise bu soruya eksik cevap vermişlerdir. Eksik cevap olarak nitelendirilmesini sebebi, uzunluk, kesit ve iletkenin cinsi etkenlerinden bir kısmını yazıp diğer kısmı yazmamalarıdır. Soruya adayların hepsi cevap vermiş olup, yanlış cevap veren sadece bir aday mevcuttur.



Direnci etkileyen etkenlerden uzunluk elemanını yazmayan adayların (Ö₁₂, Ö₁₃ ve Ö₂₃) telin uzunluğundan bahsetmeyip lambanın parlaklığında potansiyel farkın ve lambaların bağlanma şeklinin önemi olduğunu ifade ettikleri görülmektedir:

Ö₁₃: İki şekildeki lambalarda aynı parlaklıkta yanarlar. Çünkü düğüm noktalarından sonra akım yönlerinde direnç olmadığı için akımlar orantılı şekilde ve eşit olarak lamba üzerinden geçer. Öğrenciler bağlantı tellerinin uzun ya da kısa olmasına göre akımın farklı olabileceğini düşünebilirler.

Ö₁₂: Her bir lambanın parlaklığı aynı olur. Paralel bağlı devrelerde potansiyel fark eşit olur. Lambalar özdeş dirence sahip olduğundan eşit akım geçer. Ancak öğrenciler lambaların özdeş olmasının ne anlama geldiğini bilemeyebilir. Kabloların uzun çizilmesinin sonucu etkileyeceğini düşünebilirler.

Ek'deki dördüncü soru ile öğretmen adaylarının farklı devrelerdeki lambaların parlaklıklarının karşılaştırılmasına ilişkin alan bilgileri ve yanılgılarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının cevapları ve mülakatları incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Farklı devrelerdeki lambaların parlaklıkları
(Table 4. The brightness of the lamps in different circuits)

| | YANITLAR | ÖĞRETMEN ADAYLARI |
|------------------|---|---|
| Doğru Cevap | 1=4=5>2=3 | Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₆ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₁₉ , Ö ₂₀ , Ö ₂₃ , Ö ₂₄ |
| Eksik Cevap | 1>4=5>2=3 | Ö ₂₆ |
| | 4=5>1>2=3 | Ö ₅ , Ö ₁₁ , Ö ₂₁ , Ö ₂₂ , Ö ₂₅ , |
| | 1>2=3>4=5 | Ö ₇ |
| Yanlış Cevap | 1=2=3>4=5 | Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₉ |
| | 4=5>1=2=3 | Ö ₁₅ |
| | 1>2=3=4=5 | Ö ₈ |
| Boş | | Ö ₄ |
| Kavram Yanılgısı | Üreteç sabit akım kaynağıdır. | Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , |
| | Pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir. | Ö ₈ , Ö ₅ , Ö ₂₁ , Ö ₁₁ |
| | Seri bağlı devrelerde lambalar daha parlak yanar. | Ö ₂₅ , |
| | Lamba sayısı az olursa parlaklık artar. | Ö ₇ , Ö ₂₂ , |

Tablodan görüldüğü gibi 13 öğretmen adayı 4. soruya doğru cevap vermişlerdir. Yedi öğrenci ise bu soruya eksik cevap vermişlerdir. Eksik cevap olarak nitelendirilmesini sebebi, adayların devre içerisindeki lambaların parlaklıklarını doğru şekilde cevaplarken, devreler arasında lambaların parlaklıklarını karşılaştırmanın doğru olmamasıdır. Örneğin 1>2=3>4=5 cevabında aday 2-3 numaralı ve 4-5 numaralı lambaların parlaklıklarının eşit olduğunu doğru olarak ifade ederken, farklı devredeki bu lambaların parlaklıklarını karşılaştırılırken yanlış cevap vermişlerdir. Sorunun bir kısmı doğru olduğundan bu gruptaki cevaplar eksik cevap olarak nitelendirilmiştir. 5 öğretmen adayı soruyu yanlış olarak cevaplandırmıştır. Bu cevapların yanlış olarak nitelendirilmesinin nedeni, farklı sayıda lamba içeren



devrelerde, parlaklıkların eşit alınmasıdır. Örneğin, $1>2=3=4=5$ cevabında sadece karşılaştırma değil, seri bağlı devredeki 2 ve 3 numaralı lambaların parlaklıkları 4 ve 5 numaralı lambaların parlaklıklarıyla eşit alınmıştır.

Adayların seri ve paralel bağlı devrelerdeki akımların şiddetini belirlemede zorlanmadıkları ancak farklı devrelerdeki akımları karşılaştırırken problem yaşadıkları görülmektedir.

Ö₂₁, Ö₅, Ö₁₁ kodlu adaylar, devrelerdeki eşdeğer direnci hesaplayarak ana koldan geçen akımı hesaplamış ve bu akımın lambalardan geçtiğini düşünerek karşılaştırmayı ana koldan geçen akıma göre yapmışlardır.

"Ana koldan geçen akımları hesapladım. $V=2R.I_1$ $V=4R.I_2$ $V=R.I_3$. Buradan I akımlarını çekersek, $I_1=V/2R$, $I_2=V/4R$ ve $I_3=V/R$, Buradan eşitliği yazarım." (Ö₂₁)

"Parlaklık güçle orantılıdır. Her bir devredeki eşdeğer dirence bakarız. Birinci devrede $R_{eş}=R$, ikinci devrede $R_{eş}=2R$, ve üçüncü devrede $R_{eş}=R/2$. Dolayısıyla en büyük akım 3. devrede sonra birinci devrede ve en son 3. devrede olur." (Ö₁₁)

Hesaplama doğru olmasına rağmen son devrede ana koldan geçen akımı lambalara bölünmediğinden bu sonuç elde edilmiştir.

$1>2=3>4=5$ cevabını veren Ö₇ lambanın daha parlak yanacağını düşünmesinin nedeni, lamba sayısının arttıkça parlaklığın azalacağı yanlışlığı olabilir. Öğretmen adaylarının bu sorudaki yanlışlarının nedenini, seri bağlı devrede bulunan 2 ve 3 numaralı lambalarının sayısının birinci devredeki tek lambaya göre artmasının eşdeğer direnci artıracağını dolayısıyla akımı azaltacağını düşünmeleri şeklinde açıklanabilir. 4 ve 5 lambalarının parlaklığının en az olmasının nedeni ise birinci devredeki akımın üçüncü devrede kollara ayrılmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Seri bağlı devrelerde lambaların daha parlak yanacağı yanlışlığını bir öğretmen adayı şu şekilde ifade etmektedir:

"Seri bağlı devrelerde lambalar daha parlak yanar diye bir düşüncem vardı. Sanırım sıralamayı şöyle düşündüm, 2.ve 3. devrelerde kendi içlerinde lambaların parlaklıkları eşittir eşdeğer lamba çünkü. Ama karşılaştırmada eşdeğer direnç 3. devrede en az olduğuna göre akım daha fazla dolayısıyla en parlak lambalar 4 ve 5. Sonra 1. ve en son 2 ve 3. lambalar. Her bir devredeki akımı aynı düşünüyoruz çünkü özdeş üreteçler. Ama hesap yaparsam şimdi daha farklı oldu. 1, 4 ve 5. lambalar eşit parlaklıkta 2 ve 3. lambadan daha parlak. Aaaa neden böyle oldu ki, benim elektriğim zayıftır zaten..." (Ö₂₅)

Öğretmen adaylarının bir kısmı her üreteç aynı olduğu için bütün devrelerdeki ana koldan geçen akımı aynı almışlardır. Öğretmen adaylarının devredeki lamba sayısı ve bağlanma şekilleri değiştiği halde akımı aynı almaları bölgesel düşünme kavram yanlışlığından kaynaklanmaktadır (Cohen vd, 1983). Frederiksen vd, (1999) öğrencilerin basit elektrik devreleri gibi sistemlerde maddelerin akışıyla ilgili güçlü ön kavramlara sahip olduklarını, akımın bataryadan çıktığını düşünmeye yatkın olduklarını ifade etmektedir. Bu düşünceleri ise akımın bölgesel etkilerine dayanmaktadır (Cohen vd, 1983). Lee ve Law (2001), öğrencilerin elektrik akımını anlamak için günlük deneyimlere başvurduklarını ifade etmişlerdir. Yine aynı araştırmada, öğrencilerin akımın devre elemanları üzerinden geçtikçe azaldığı ve ampul tarafından tüketildiği düşüncesine sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde 6 öğrenciden 5'inin eğitim sonrasında da pilin akım kaynağı olduğunu ve pilden yayılan akımın dış devredeki değişiklikten etkilenmediği fikrine sahip olduğu görülmüştür. Aynı akımı paralel ve seri olma durumuna göre doğru bir şekilde paylaşmışlardır. Sonucun hatalı olmasının nedeni ise her bir devredeki ana koldaki akımların eş değer dirençler farklı



olmasına rağmen aynı alınmasıdır. Üretcin sabit bir akım kaynağı olduğu kavram yanlışlığına sahip öğretmen adaylarının açıklamaları aşağıda verilmektedir:

"Birinci ve ikinci devrelerdeki akımlar aynı yani hepsindeki akımlar çünkü özdeş pil özdeş lambalar. Hepsinden I akımı geçtiğine göre, 1., 2. ve 3. lambaların parlaklıkları aynı olur. 3.devrede lambaların parlaklıkları birbiriyle aynı." (Ö₁₅)

"Güçle parlaklık doğru orantılıdır. $P=I^2 \cdot R$. I akımı birinciden geçer 2 ve üçüncü de seri olduğu için aynı akım geçer bu üç lambanın parlaklığı birbirine eşittir. 3.devrede akım ikiye ayrılır ve ilk üç lambadan daha az parlak yanar." (Ö₁₄)

Ana kollardan geçen akım hepsinde I. Birinci devrede ve 2. devrede lambalardan aynı I akımı geçer 3. devrede kollara ayrılır. $1=2=3>4=5$ olur." (Ö₁₃)

Her bir devreden geçen I akımının birinci ve ikinci devrede aynı çünkü ikinci devre seri, üçüncü devrede ikiye bölünür. 4 ile 5. lambada eşit olacaktır." (Ö₉)

Bir öğretmen adayı ise potansiyel farklarını doğru bir şekilde karşılaştırmış ancak sıralamada yanlışlık yaptığını ifade etmiştir:

Her bir lamba üzerindeki potansiyeller şöyledir: 1.lamba V, 2.ve 3. lamba $V/2$, 4.ve 5.lamba V. Sanırım karşılaştırmayı yanlış yapmışım." (Ö₂₆)

Bir öğretmen adayı da potansiyel farkları karşılaştırmıştır ancak bütün devrelerdeki akımları yine eşit kabul etmiştir:

"Hepsinin üretcindeki potansiyel V olur. Birinci lambada güç VI, 2.ve 3. lambadaki $V/2 \cdot I$, 4 ve 5. lambalardaki $I/2 \cdot V$ olur. Böylece 2, 3, 4 ve 5 birbirine eşit 1. onlardan daha büyük." (Ö₈)

Öğretmen adaylarının cevaplarından aşağıdaki temel yanlışlar ortaya çıkmaktadır:

Öğretmen adaylarının bir kısmı, her bir devredeki üretcin aynı olmasından dolayı, üretçilerin aynı I akımını ürettiğini kabul etmiştir. Bu I akımını lambalar üzerinde paylaştırmış ve karşılaştırma yapmışlardır. Sonuçta üretci sabit bir akım kaynağı olarak kabul etmişlerdir. Küçüközer ve Demirci (2008) öğretmen ve öğretmen adaylarında sabit akım kaynağı ve ardışıklık mantığı kavram yanlışlıklarını tespit etmişlerdir. Bataryanın sabit akım kaynağı olduğu yanlışlığı Küçüközer ve Kocaküllah (2007)'in öğrencilerin basit elektrik devreleri konundaki kavram yanlışlıklarının araştırıldığı çalışmada en çok karşılaşılan kavram yanlışlarından biri olarak ifade edilmiştir.

Her bir devredeki eşdeğer direnç hesaplanarak, her bir devrenin ana kolundan geçen akımı hesaplamışlardır. Ana koldan geçen bu akımın devredeki lambalar üzerinden geçen akım olarak kabul ederek karşılaştırmalarını yapmışlardır (Ö₂₁, Ö₅, Ö₁₁, Ö₂₂, Ö₂₅).

Her bir lamba üzerindeki potansiyel farkların doğru bir şekilde bulunması ancak, potansiyel fark bulunduktan sonra parlaklığın güçle ilişkilendirilirken, akımın her bir devrede aynı olduğunu düşünerek gücü yanlış hesaplamışlardır. (Ö₈, Ö₉, Ö₁₃, Ö₁₄)

Ek'deki beşinci soru ile öğretmen adaylarının aynı devrede seri ve paralel bağlı lambaların parlaklıklarının karşılaştırılmasına ilişkin alan bilgileri ve yanlışlıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının cevapları ve mülakatları incelendiğinde elde edilen bulgular Tablo 5'de sunulmuştur.



Tablo 5. Lambaların parlaklıkları
(Table 5. Brightness of the lamps)

| | Yanıtlar | Öğretmen Adayları |
|---------------------|--|---|
| Doğru Cevap | A' nın parlaklığı artar, B' den daha parlak yanar. B' ve C aynı parlaklıkta yanar | Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₁₀ , Ö ₁₃ , Ö ₁₄ , Ö ₁₅ , Ö ₁₆ , Ö ₁₇ , Ö ₁₈ , Ö ₂₁ , Ö ₂₄ , Ö ₂₅ |
| Kavram Yanılgısı | A' nın parlaklığı azalır | Ö ₅ , Ö ₈ , Ö ₁₂ , Ö ₁₉ , Ö ₂₆ |
| | Eşit parlaklıkta yanar | Ö ₂₀ |
| | A' nın parlaklığı değişmez | Ö ₉ , Ö ₂₂ , Ö ₂₃ |
| Kodlanamayan | | Ö ₁₁ |

Tablodan 16 öğretmen adayının bu soruya doğru cevap verirken, dokuzunun "Üreteç akım kaynağıdır, pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir" kavram yanılgısına (Sencar ve Eryılmaz, 2004) sahip olduğu görülmektedir. Küçüközer ve Demirci (2008) öğretmen adaylarının bataryayı sabit akım kaynağı olarak düşünen öğretmen adaylarının sayısının hizmet içi öğretmenlere göre daha fazla olduğunu belirtmektedir. Bu soruda öğretmen adaylarının bölgesel düşünme yanılgısına (Cohen vd, 1983) da sahip oldukları görülmektedir.

"Ana koldan geçen akımı I olarak alırsak birinci durumda seri olduğundan aynı parlaklıkta yanar ikinci durumda aynı I akımı paralel devreye geldiğinde bölünür" (Ö₉)

A' nın parlaklığının değişmediğini düşünen aday yine birinci durumda ana koldaki akımı I kabul etmiş, A ve C lambasının seri olmasından dolayı aynı parlaklıkta olduğunu düşünmüştür. Anahtar kapatıldığında da yine üreteç aynı olduğundan ana koldaki akım I alınmıştır. A' dan geçen I akımının B ve C de bölündüğünü, A lambasından önceki durumdaki gibi yine I akımın geçeceğini düşünen öğretmen adayı 4. sorudaki gibi üreticinin değişmediği sürece aynı akımı devreye vereceğini düşünmektedir. Aynı cevabı veren bir başka adayın açıklaması ise

"B lambası anahtar açıkken yanmaz kapatıldığında yanar. Anahtar açıkken A dan V/2 gerilim vardır. Anahtar kapatıldığında da V/2 gerilim vardır. Dolayısıyla A lambasının parlaklığı değişmez." (Ö₂₃) şeklindedir.

Beş öğretmen adayı A lambasının parlaklığının azalacağını düşünmektedir. Bunun nedenini bir aday şu şekilde açıklamaktadır:

"A lambasının parlaklığı azalırken B' nin artar. Üreteçteki gerilim V ise A' daki gerilim V/2, C' deki V/2 dir. Kapatıldığında anahtar B' deki gerilim C' ye paralel bağlı olduğundan C' deki de V/2 olur. Kapattığımız zaman potansiyeller değişecek. Seri olduğu için potansiyel artar mı? Dirençlerden yola çıkarım. Potansiyeli R ve R/2 ye dağıtacağım. " (Ö₃)

Bu soruda yanlış cevap veren öğretmen adaylarının bazılarının (Ö₉, Ö₁₁ ve Ö₂₆ kodlu adaylar) 4. sorudaki lambaların parlaklıkları konusunda da yanlış cevap verdiği görülmektedir. Ö₁₂, Ö₁₉, Ö₂₀ ve Ö₂₃ kodlu adaylar 4. soruyu doğru cevaplayan adaylar arasındadır. Bu soruyu cevaplarken hata yapmalarının nedeni bu devrede özellikle seri bağlı devrelerde devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkı hesaplamada karşılaştıkları zorluktan ileri geldiği düşünülebilir. Frederiksen vd, (1999)' e göre, öğrenciler, bir batarya seri bağlı iki dirence bağlandığında, potansiyel farkın dirençlerle orantılı olarak bölüneceğini düşünmeli ve herhangi bir devre elemanındaki değişikliğin elektriksel potansiyeldeki değişime yol açarak nasıl değiştireceğini ve bölgesel olmayan etkilerini zihinlerinde canlandırabilmelidirler. Örneğin, seri bağlı R₁ ve R₂ dirençlerinden R₁ direncinin artması, R₂ direncinin voltajının



azalmasına neden olacak ve sonuç olarak R_2 direncinden geçen akım da azalacaktır. Bu, voltaj merkezli model öğrencilerin gelişimi için ihtiyaç duyacakları düşünme şeklinin amacıdır.

Ayrıca, elektrik devrelerindeki öğretimin çoğu işlemsel devre problemlerinin çözümüne odaklanmaktadır. Böyle problemlerdeki mantık tarzı, cebirsel eşitliklerin kullanımı şeklindedir. Burada problem, öğrencilere işlemsel bağıntılardaki kavramlar arasındaki ilişkinin nasıl olduğunun gösterilmemesinden kaynaklanmaktadır. Onun yerine, voltaj gibi soyut kavramlar, eşitlikteki değişkenler olarak yer alır (Ohm kanunundaki V gibi). Öğrenciler fiziksel sistemlerin sadece matematiksel eşitlikler yardımıyla anlaşılabilirliği ve bu eşitliklerin herhangi bir fiziksel mekanizmanın altında yatanlar açısından anlaşılabilirliği fikriyle başa bırakılır. Sonuç olarak, öğrencilerin devreler hakkında mantıksal sebep kurma konusundaki doğal meyilleri, öğrenciler nicel problemleri çözme zaman kaybolmuş gibi görünür. Fakat öğrenciler nicel problem çözme ile ne öğrenmektedirler? Bir devre de neler olduğunu düşünmekten ziyade öğrenciler, formülleri dikkate alarak problemde verilen değerleri formüllerde yerine yazarak hesaplamalarını yapmaktadırlar (Frederiksen vd,1999). Bu, öğrencilerin devrede neler olduğunu anlamaktan ziyade, ezbere dayalı matematiksel modelleri kullanarak işlem yaptıklarını göstermektedir.

Sonuç olarak, aşağıdaki tablo bu çalışmada öğretmen adaylarının sorulara vermiş olduğu cevapları sınıflandırılmasını sıklıklar açısından göstermektedir.

Tablo 6. Öğretmen adaylarının sorulara verdiği cevaplar
(Table 6. Responses of Student Teachers to the Questions)

| | Doğru cevap | Eksik cevap | Yanlış cevap | Kavram yanlışlığı | Boş |
|---|-------------|-------------|--------------|-------------------|-----|
| 1 | 1 | 1 | 16 | - | 9 |
| 2 | 19 | - | - | 5 | 2 |
| 3 | 20 | 5 | 1 | - | - |
| 4 | 13 | 7 | 5 | 12 | 1 |
| 5 | 16 | - | - | 9 | 1 |

Tablodan görüldüğü gibi en az 1. soru doğru olarak cevaplandırılmıştır. En çok boş bırakılan soru da 1. soru olup kavram yanlışlıklarının 2, 4 ve 5. sorularda ortaya çıktığı görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular öğretmen adaylarının da öğrenciler gibi literatürde belirtilen bazı kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle 4. soruda öğretmen adaylarının devrede ana koldaki akımı belirlerken devrenin eşdeğer direncini değil, güç kaynaklarını göz önüne alması, literatürdeki (Duit & Rhöneck, 1997; Frederiksen & diğ.,1999) elektrik akımının pilde depo edildiği ve ampul tarafından tüketildiği düşüncesiyle uyusmaktadır.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının bilimsel görüşlerle uyusmayan görüşlere sahip oldukları söylenebilir. Bulgular literatürde Küçüközer ve Demirci (2008), Küçüközer (2003), Pardhan ve Bano (2001), Engelhart ve Beichner (2004) tarafından yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER (CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS)

Sonuç olarak öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışlıkları şu şekilde ifade edilebilir:

- Birçok öğretmen adayı, eşit güç kaynaklarından eşit akım oluştuğunu kabul ederek bu akımın seri ve paralel bağlı lambalardaki davranışını incelemişlerdir. Örneğin, devrede



bulunan direnç sayısı, büyüklüğü ve bağlantı şekilleri ne olursa olsun üreteçlerin devreye aynı akımı sağladığı belirtilmektedir. Literatürde de tespit edilen bu yanlış üreticinin sabit akım kaynağı gibi düşülmesiyle açıklanmaktadır. *Bunun olası nedenlerinden biri, Ohm kanununda akımla direncin ters orantılı değişiminin bilgi düzeyinde kalması, dolayısıyla ilk durumda ortaya konulanların yeni durumlarda kullanılmamasından ileri gelebilir.*

- Kapalı bir elektrik devresinde, bir direnç ve bir lambanın arka arkaya bağlanması durumunda, devrede oluşan akımın öncelikle dış direnç üzerinde azaldığı ve lambaya aktarılan akımın azaldığı dolayısıyla da parlaklığının azaldığı şeklinde düşünülmektedir. Dış direncin ve lambaların sıralarının değişmesi durumunda da lambanın parlaklığının oluşan akımın öncelikle lambadan geçtiği için arttığı şeklinde açıklanmıştır. Öğretmen adaylarının düştüğü bu yanlış literatürde bölgesel ve ardışık düşünme ile açıklanmaktadır. *Bu yanlış, kapalı bir devredeki potansiyel düşmelerin akımla eşleştirilmesinden kaynaklanabilir.*
- Lamba sayısının sayıca az olması ya da seri bağlı bir devreye ikinci bir lamba eklenmesi durumunda parlaklığın değişeceği şeklinde bir yanlış saptanmıştır. *Bu yanlışın nedenlerinden biri, parlaklığın devreden geçen akımla açıklanmaya çalışılması ya da dirençlerin akımla ilişkisinin göz ardı edilmesi olabilir. Buna bağlı olarak seri ya da paralel bağlı devreler için, ampul parlaklığının üzerinden geçen akımla ilgili olduğu sanılmaktadır. Halbuki parlaklık güç ile ilgilidir. Yani akım yüksek olduğu halde, direnç çok düşük ise parlaklık nispeten azalacaktır. Bu yanlışta sahip olan öğretmen adayları, gücü birbirinden farklı olan seri bağlı iki lambanın gücü çok olanın daha parlak yanacağını düşünmektedirler. Bunun nedeni, üzerlerinden aynı akım geçen ampullerin parlaklığının dirençlerine bağlı olmasının hesaba katılmaması olduğu düşünülebilir.*
- Kavram yanlışlarının yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun Ohm kanununa uymayan iletkenler hakkında bilgi eksikliklerinin olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak öğretmen adaylarının daha önce aldıkları eğitimleri sırasında, genellikle Ohm kanuna uyan iletkenlerle işlem ve deneyler yaptıklarından omik olmayan maddeler hakkında bilgi eksiklikleri olduğu söylenebilir.
- Aynı alan bilgisini gerektiren farklı iki soruda (4. Soru sade, 5. Soru karmaşık), sorulardan birinin diğerine göre daha karmaşık olması durumunda, sade olan soruyu cevaplandıran adayların karmaşık olanı yanlış cevaplamışlardır. *Bunun temel nedenlerinden biri, öğrenilenlerin farklı durumlar içerisinde analiz edilememesi ya da durumun özgün olmamasına rağmen üst düzey bilişsel yeterliklere dayalı sorularla kavramsal boyutuyla ilgilenilmemesinden kaynaklanabilir.*
- Öğretmen adaylarının farklı devrelerdeki lambaların parlaklıklarını karşılaştırırken düştükleri yanlışlardan biri, devrede eşdeğer direnci hesaplayıp en az dirence sahip olanın en parlak olacağı düşüncesinden ileri gelmektedir. Lambaların her birinin üzerinden geçen akımları ayrı düşünmediklerinden hatalı değerlendirmeler yapmışlardır. *Bunun sebebi de bir devredeki üreticinin sabit akım kaynağı olarak düşünülmesidir.*
- Özetle, bu araştırma öğretmen adaylarının düştüğü yanlışların temelinde bilgi eksikliği, işlemsel öğrenme ve üst düzey bilişsel yetersizliklerin olduğunu göstermektedir. Bundan



dolayı, öğretmen adaylarının bu yanlışlara düşmemesi için öğretmen eğitiminin ilk sınıflarından itibaren bu çalışmada sunulanlara benzer irdelemelerin yapılması ve daha üst sınıflardaki özel öğretim yöntemleri derslerinde konulara özel yanlışları giderici etkinliklerin yaptırılması önerilebilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Abd-El-Khalick, F.S. and BouJaoude, S., (1997). An Exploratory Study of the Disciplinary Knowledge of Science Teachers. AETS Conference Proceedings. pp:89-132, USA.
2. Ateş, S. ve Polat, M., (2005). Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanlışlarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 39-47.
3. Azar, A., (2001). Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanlışlarının Analizi, Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 345-348.
4. Chambers, S. and Andre, T., (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change textmanipulations in learning about direct current. Journal of Research in Science Teaching, 34(2), 107-123.
5. Chen, A.K. ve Kwen, B.H., (1998). Primary pupils' conceptions about some aspect of electricit, <<http://www.aare.edu.au/98pap/ang98205.html>> adresinden alınmıştır.
6. Cohen, R., Eylon, B., and Ganiel, V., (1983). Potential differences and current in simple electric circuits: A study of students' concepts, American Journal of Physics, 51 (5), 407 - 412.
7. Çepni, S. v and Keleş, E., (2006). Turkish Students' Conceptions About the Sample Electric Circuits, International Journal of Science and Mathematics Education, 4, 269-291
8. Çıldır, I. ve Şen, A.İ., (2006). Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanlışlarının Kavram Haritalarıyla Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 92-101.
9. Demirci, N. ve Çirkinoğlu, A., (2004). Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanlışlarının Belirlenmesi", Türk Fen Eğitimi Dergisi, 2, 116-138.
10. Duit, R. and Rhöneck, C., (1997). Learning and Understanding Key Concepts of Electricity, <<http://www.physics.ohio-state.edu/jossem/ICPE/C2MC.html>> adresinden alınmıştır.
11. Engelhart, P.V. and Beichner, R.J., (2004). Students' Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits, American Journal of Physics, 72(1), 98-115.
12. Frederiksen, J., White, B., and Gutwill, J., (1999). Dynamic Mental Models in Learning Science: The Importance of Constructing Derivational Linkages among Models, Journal of Research in Science Teaching, 36(7), 806-836.
13. Geddies, A. N., (1993). Transforming subject matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching, International journal of science education, 15, 673-683.
14. Gemici, Ö., Küçüközer, H. ve Mergen Kocaküllah, A., (2002). Yeniden Yapılanma Sürecinde Fizik Eğitimi Öğrencilerinin Genel Fizik Kavramları ile ilgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesine İlişkin Bir Çalışma.V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara.



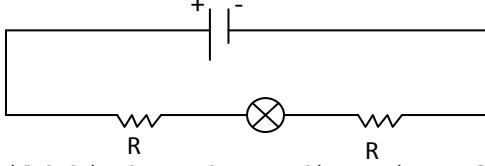
15. Jabot, M.E., (2002). Teacher Pedagogical Content Knowledge As A Predictor of Student Learning Gains in Direct Current Circuits, PhD Thesis, The Graduate School Syracuse University, USA.
16. Karal, I.S., (2003). Fizik Öğretmeni Adaylarının Konu Alanı Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
17. Kızılcık, H., (2009). DC Devreleri-Kavram Yanılgıları, <<http://www.hskizilcik.com/fizik/ky.asp?sayfa=dcdevreleri/>> adresinden alınmıştır.
18. Küçüközer, H., (2003). Lise 1 Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Kavram Yanılgıları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 142-148.
19. Küçüközer, Y., (2004). The Effects of Activities based on role-play on ninth grade students' achievement and attitudes towards simple electric circuits, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.
20. Küçüközer, H. and Kocaküllah, S., (2007). Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1, 101-114.
21. Küçüközer, H. and Demirci, N., (2008). Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits, Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 4(3), 303-311.
22. Lee, Y. and Law, N., (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift, International Journal of Science Education 23(2), 111-149.
23. Mulhall, P., McKittrick, B., and Gunstone, R., (2001). A Perspective on the Resolution of Confusion in the Teaching of Electricity. Research in Science Education, 31, 575-587.
24. Özen, U. ve Gürel, Z., (2003). Üniversite Öğrencilerinin Akım ve Elektromanyetik Dalga Oluşumu ile İlgili Kavram Yanılgıları, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 177-186
25. Pardhan, H. and Bano, Y., (2001). Science Teachers' Alternate Conceptions about Direct Currents, International Journal of Science Education, 23(3), 301-318.
26. Sencar, S. and Eryılmaz, A., (2004). Cinsiyetin Öğrencilerin Elektrik Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26, 141-147.
27. Servay, R.A. ve Beichner, R. (2002). Fen ve Mühendislikler için Fizik 2 (5.Baskı) Elektrik ve Manyetizma. Ankara: Palme Yayıncılık.
28. Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç., (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 13, 102-120.
29. Yıldırım, H., Yalçın, N., Şensoy, Ö. ve Akçay, S., (2008). İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 16(1), 67-82.
30. Yip, D., Chung, M., and Mak, S., (1998). The Subject Matter Knowledge in Physics Related Topics of Hong Kong Junior Secondary Science Teachers, Journal of Science Education and Technology, 7(4), 319-328.



EK. SORULAR (APPENDIX. QUESTIONS)

1) Belli bir iletkene uygulanan voltaj 2 katına çıkarıldığında akımın 3 katına çıktığı gözlenmektedir. Bu bilgiye dayanarak bu iletken hakkında ne söylersiniz? Açıklayınız.

2)



Şekildeki devrede R_1 direnci azaltıldığında ve artırıldığında lambanın parlaklığı nasıl olur? Açıklayınız.

R_1 azaltılırsa:

R_1 artırılırsa:

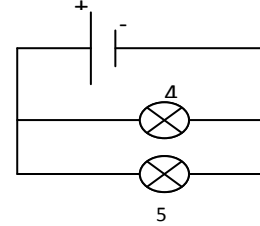
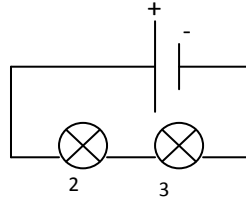
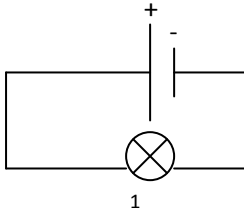
R_2 direnci azaltıldığında ve artırıldığında lambanın parlaklığı nasıl olur? Açıklayınız.

R_2 azaltılırsa:

R_2 artırılırsa:

3) Bir iletkenin direnci nelere, nasıl bağlıdır? Açıklayınız.

4) Aşağıdaki 3 devrede de lambalar ve piller özdeştir. Buna göre lambaların parlaklığını büyükten küçüğe doğru sıralayarak bu sonuca nasıl ulaştığınızı açıklayın.



5) Anahtar kapatıldığında A ve B lambasının parlaklıkları nasıl değişir? Açıklayınız.

