

Makalenin Türü / Article Type : Araştırma Makalesi / Research Article
Geliş Tarihi / Date Received : 06.02.2018
Kabul Tarihi / Date Accepted : 13.02.2019
Yayın Tarihi / Date Published : 11.03.2019



<https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.43815-538293>

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ ELEKTRİKSEL DİRENÇ KAVRAMI HAKKINDAKİ ÖN BİLGİLERİNİN BELİRLENMESİ *

Sezen APAYDIN ¹, Esin ŞAHİN ², Gamze TEZCAN ³, Mahmut BÖYÜKATA ⁴

ÖZ

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

Anahtar Kelimeler: Elektriksel direnç kavramı, fen bilimleri öğretmen adayları, önbilgi

THE PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' PRE-KNOWLEDGE ABOUT THE CONCEPT OF THE ELECTRICAL RESISTANCE

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the pre-service science teachers' pre-knowledge about the concept of electrical resistance. This study was carried out with the 74 pre-service science teachers during the spring semester of 2014-2015 academic year at a state university. A structured test with three open-ended questions was used as data collection tool. Data obtained from the test was subjected to content analysis. As a result of the content analysis, it was dominantly found out that the pre-service teachers have the opinion that the resistance is “something” against the current and that the resistance can be defined by the potential difference and the current. Furthermore, regarding the variables related to the resistance, the opinions were found out that the resistance is connected to the circuit elements, the conductor properties, the potential difference and current. As a general result, it is understood that pre-service science teachers' pre-knowledge about the concept of the electrical resistance involves many mistakes.

Keywords: Concept of electrical resistance, pre-service science teachers, pre-knowledge

* Bu çalışma, 2016 yılında Türk Fizik Derneği 32. Uluslararası Fizik Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, apaydinsezen@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9927-1331>

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sahesin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6506-1507>

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, gamzesrt@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7948-5885>

⁴Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, boyukata@kku.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8065-9993>

1.GİRİŞ

Öğrenen bireyin, öğrenme ortamına bilgilerin üzerine işleneceği boş bir kâğıt gibi gelmediği gerçeği, araştırmacılar tarafından tartışmasız kabul edilmektedir. Öğrenmenin öğrenen bireyin ön bilgileri ile öğrenilen yeni bilgilerin etkileşimi yoluyla gerçekleştiği fikri, temeli 20. yüzyılın ilk yarısında ortaya çıkan Gestalt psikolojisine dayalı olarak ifade edilmektedir (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982). Bilgiyi işleme kuramı ise kısa süreli belleğe alınan yeni bilgilerin uzun süreli bellekte var olan bilgiler ile ilişkilendirildiğinde birey için daha kolay hatırlanabilir ve anlamlı olduğunu savunmaktadır (Yıldırım, Güneri ve Sümer, 2002). Benzer şekilde, Yapılandırmacılık da öğrenme sırasında yeni bilgilerin ön bilgiler ile etkileşimine dikkat çekmektedir. Bilişsel yapılandırmacılık'ın öncüsü Piaget'e göre birey karşılaştığı yeni bilgiye kendisinde var olan bilgilere ya da zihinsel yapılara göre anlam verir (özümseme-assimilation) ve yeni bilgi var olan bilgi ya da yapılara uyum sağlamaz ise birey ya var olan yapıda değişiklik yapar ya da yeni yapı oluşturur (yeniden düzenleme-accommodation) (Senemoğlu, 2011). Beyin temelli öğrenmeye göre ise beyin yeni bir bilgi ile karşılaştığında benzerlik kurabileceği ön bilgileri araştırır; çünkü anlam arayışı örgütlenme yolu ile olur (Üstünlüoğlu, 2007). Görüldüğü üzere öğrenmenin bilişsel bir süreç olduğunu savunan pek çok öğrenme kuramı ön bilgilerin öğrenme üzerindeki önemini vurgulamıştır.

Yeni bilgiler ve ön bilgiler arasındaki bu ilişki göz önünde bulundurulduğunda, yeni bilgilerin öğretiminin tasarlanma sürecinde de ön bilgilerin göz önünde bulundurulması gereği ortaya çıkmaktadır. Zaten, kazanımlara ulaşmak için kullanılacak en iyi model, yöntem, teknik, strateji ve teknolojilerin belirlenme ve bunların ne zaman uygulanacağına da karar verilme süreci olan öğretim tasarımının (Reigeluth ve Carr-Chellman, 2009) ilk adımı, ihtiyaç analizidir. Bir ihtiyaç analizi tekniği olan öğrenci analizi, öğrenci özelliklerinin incelenerek bilgi toplanması, toplanan bilgilerin çözümlenmesi ve değerlendirilmesi işlemlerini içerir (Fer, 2011). Öğrenci özelliklerinden biri olan ve bilişsel özellikler arasında yer alan ön bilgi, ihtiyaç analizi sırasında incelenmesi gereken önemli bir bilişsel özelliktir.

Bireyin öğrenme ortamına getirdiği tüm bilgiler ön bilgi olarak tanımlanmaktadır (Simons, 1999). Öğrenciler, öğrenme ortamına eksik, yanlış ya da yanlış fikirlerle gelebilmektedir (Stepans, 2006). Söz konusu eksik, yanlış ya da yanlış fikirlerin farklı, karmaşık ve birbirine bağlı nedenleri olsa da, günlük hayat deneyimleri, dil, kitaplar gibi birçok nedenin etkili olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca formal eğitim ve öğrenci-öğretmen ilişkisi gibi öğretmen kaynaklı nedenler olduğu da belirtilmiştir (Lin ve Chiu, 2007). Bu durumda öğretmenlerin sahip oldukları bilgilerin niteliği önemli bir hale gelmektedir.

Öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türlerinden biri alan bilgisidir (Shulman, 1986). Bu durumda fen bilimleri öğretmenlerinin fen konuları ile ilgili alan bilgisine sahip olmaları gereklidir. Fizik konuları, fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olması gereken ve genel olarak öğrencilerin anlamakta zorlandığı vurgulanan (Angell, Guttersrud, Henriksen, ve Isnes, 2004; Oon ve Subramaniam, 2011; Ornek, Robinson, ve Haugan, 2008) fen konuları arasındadır. Fizik konuları, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında diğer alanlara göre en fazla ders saati ayrılan konulardır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017), ortaokul düzeyinde (5-8. sınıf) fizik konularına ilişkin 'Fiziksel Olaylar' ve 'Dünya ve Evren' konu alanları altında toplam 16 ünite bulunmaktadır. Bir fen bilimleri öğretmenin bu ünitelerin etkili bir şekilde öğrenilmesine rehberlik edebilmesi için öncelikle kendisinin yeterli fizik alan bilgisine sahip olması gerekmektedir. Hem öğretmen adaylarının kendileri hem de onların gelecekteki öğrencilerine aktaracakları açısından fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri lisans programındaki fizik derslerinden azami yarar görmeleri sağlanmalı ve fizik konularının öğretimi dikkatlice tasarlanmalıdır. Özellikle direnç kavramı gibi soyut oldukları için anlaşılması zor olan fizik kavramlarının öğretiminin tasarlanmasına önem verilmelidir.

Direnç kavramı, elektrik konusunun temelinde olan ve öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan (Gaigher ve Kriek, 2007; Viard ve Khantine-Langlois, 2001) bir kavramdır. Alanyazında yer alan araştırmalar incelendiğinde direncin akım ve potansiyel fark ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Bu araştırmalar, katılımcıların direncin akıma karşı gelmesini kapsayan bir şey (engel, güç, kuvvet vb.) olduğunu (Aykutlu ve Şen, 2012; Aykutlu ve Şen, 2011; Enghag ve Niedderer, 2005; Sert Çıbık, 2011), akım üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu, yani akım değerinin dirençten hemen sonra azaldığını (Çıldır ve Şen, 2006) düşündüklerini, direnç hakkındaki bilgilerini farklı bağlamlara aktaramadıklarını (Gaigher ve Kriek, 2007) ve maddenin elektrik devresi dışında da bir elektrik direnci olduğunu kavrayamadıklarını (McDermott ve Shaffer, 1992) ortaya koymaktadır. Bu tespitlerin sebeplerini direncin günlük dildeki kullanımı ve çeşitli kitaplarda (örn. Giancoli, 1998; Serway ve Beichner, 2002) Ohm yasasına ağırlık verilerek ele alınması ile ilişkilendirmek mümkündür. Araştırma sonuçlarının işaret ettiği eksik ve hatalı ön bilgilerin fen bilimleri öğretmen adaylarında da görülme olasılığı olduğundan, direnç kavramı öğretimini tasarlama sürecinde ilk adım olarak, öğretmen adaylarının elektriksel direnç konusu ile ilgili ön bilgileri araştırılmalıdır.

Alanyazında yer alan çalışmalar incelendiğinde mevcut çalışmaların (Çıldır ve Şen, 2006; Duit ve von Rhöneck, 1998; Lee ve Law, 2001; Pardhan ve Bano, 2001) genellikle elektrik devreleri ya da elektrik akımı gibi konuları

genel olarak ele aldığı ve bu konular içerisinde direnç kavramına da yer verdiği görülmektedir. Oysa direnç kavramını bu şekilde araştırmak, katılımcıların kavram hakkındaki bilgilerini ayrıntılı olarak incelemek amaçlandığında hem yetersiz olabilir hem de yukarıda da açıklandığı üzere, onlarda elektriksel direncin akım ve potansiyel farka bağlı olduğu görüşünü uyandırabilir. Bu nedenle, direnç kavramının tek başına ele alınmasının, öğretmen adaylarının direnç kavramı hakkındaki bilgilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, araştırma fen bilimleri dersi öğretmen adaylarının direnç kavramı hakkındaki ön bilgilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma sürecinde direnç kavramı; öğretmen adaylarının elektriksel direnci nasıl algıladıklarını ve elektriksel direncin bağlı olduğu değişkenlere dair neler bildiklerini belirleyecek çerçevede sınırlandırılarak ele alınmıştır.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada, öğrenim gördükleri yükseköğretim programında yer alan Genel Fizik Laboratuvarı II dersine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının direnç ile ilgili ön bilgilerinin ortaya çıkarılması, bir başka deyişle keşfedilmesi hedeflenmiştir. Araştırmanın keşfetme (Creswell, 2013) ve araştırmacıların fen bilimleri öğretmen adaylarının direnç kavramı ile ilgili *oluşturdıkları anlamları kavrama* (Merriam, 2013) amacı nedenleriyle araştırmanın yürütülmesinde nitel araştırma yönteminin uygun olduğuna karar verilmiştir. Araştırmaya yön verecek nitel araştırma türü olarak Merriam'ın (2013) dile getirdiği, öncelikli amacı anlamları ortaya çıkarmak ve yorumlamak olan temel nitel araştırma türü seçilmiştir.

2.1 Araştırma Grubu

Araştırmanın amacı doğrultusunda, bir devlet üniversitesinin 2014-2015 akademik yılı bahar döneminde Genel Fizik Laboratuvarı II dersini alan fen bilimleri öğretmen adayları araştırma grubu olarak seçilmiştir. Derse toplamda 65'i kadın ve 14'ü erkek olmak üzere 79 öğretmen adayı devam etmiştir. Öğretmen adaylarının 10'u Genel Fizik Laboratuvarını daha önce en az bir kez daha almıştır. Diğer 69 öğretmen adayı ise ilk defa söz konusu derse katılmışlardır. Beş öğretmen adayı verilerin toplandığı gün laboratuvara katılmadıkları için bu araştırmaya toplam 74 öğretmen adayı dâhil edilmiştir. Araştırma sürecinde, herhangi bir ölçüt kullanılmadan, Ö1 den Ö74'e kadar olmak üzere kodlama yapılarak öğrencilerin isimleri gizli tutulmuştur.

2.2 Uygulama

Genel Fizik Laboratuvarı dersleri, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında üç dönem boyunca yer alan zorunlu derslerdir. Bu araştırmanın yürütüldüğü Genel Fizik Laboratuvarı II dersi, Fen Bilgisi Öğretmenliği programının birinci sınıf bahar döneminde işlenen, elektrik ve manyetizma konularının yer aldığı bir derstir. Genel Fizik Laboratuvarı II dersi için bir dönem boyunca toplam altı adet deney, bu araştırmanın yazarları tarafından yürütülmüştür. İlk deney hariç diğer tüm deneylerde öğretmen adaylarının ön bilgilerini belirlemek amacıyla yapılacak deneye ilişkin açık uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanmıştır (ikinci deneyin başında uygulanan test aynı zamanda bu araştırmanın veri toplama aracı olarak kullanılmıştır). İlk iki hafta, laboratuvar ekipmanlarının tanıtımı ve nasıl kullanılacağını göstermek amaçlı deneyler yapıldığı için herhangi bir ön test uygulanmamıştır. Bu araştırmaya konu olan direnç kavramı, direncin bağlı olduğu değişkenlerin belirleneceği ikinci deneyin konusunu oluşturmaktadır ve öğretmen adaylarına önceden o deneyde ne yapılacağı ile ilgili hiçbir bilgi ya da deney föyü verilmemiştir. Araştırma verileri ikinci deneye başlamadan önce, dersin başında alınmıştır. Bunların yanı sıra, öğretmen adaylarına sorulara cevap vermeleri için istedikleri kadar süre verilmiş olsa da, öğretmen adaylarının en fazla 10 dakika içerisinde cevapladıkları görülmüştür.

2.3 Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının direnç kavramı ile ilgili ön bilgilerini belirlemek amacıyla 3 açık uçlu sorudan oluşan yapılandırılmış bir test uygulanmıştır. Sorular Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programındaki (YÖK, 2006) Fizik Laboratuvarı II ders içeriğine uygun olacak şekilde araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Ders içeriğinde, “bir direncin bağlı olduğu etkenler” ve “ohm kanunu” gibi direnç kavramını kapsayan ya da direnç kavramı ile ilişkili olan çeşitli konular yer almaktadır. Söz konusu ders laboratuvar dersi olduğundan, öğretmen adaylarının derslere bu konular hakkında ön bilgilere sahip olarak katılmaları ve deneyler yapmaları gerekmektedir. Tüm bunlar dikkate alınarak, veri toplama aracındaki soruların geliştirilme sürecinde, öğretmen adaylarının direncin tanımına ve bağlı olduğu değişkenlere dair ön bilgilerini sorgulamak temele alınmıştır. Sorular öncelikle, Genel Fizik Laboratuvarı derslerini yürütme konusunda yaklaşık yedi yıl deneyime sahip olan araştırmacılarından biri tarafından dört sorudan oluşacak şekilde hazırlanmıştır. Araştırmayı yürüten diğer araştırmacılar soruları, öğretmen adaylarının direncin tanımına ve bağlı olduğu değişkenlere dair ön bilgilerini belirlemek temelinde, anlaşılabilirliği da dikkate alarak incelemişlerdir. Ardından test, soruların daha sade ve anlaşılır hale getirilmesi ile sorulardan birinin elenmesi sonucunda üç sorudan oluşan son halini almıştır. Öğretmen adaylarına yöneltilen ilk soruda, bir iletken için direnç kavramını açıklamaları istenmiştir. İkinci soruda iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenlerin neler

olduğu sorulurken, son soruda ise, direncin uçları arasında potansiyel farkın iki katına çıkması durumunda direncin büyüklüğünün değişip değişmeyeceği sorulmuştur.

2.4 Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Yapılan bir araştırma sonucunda bulguların inandırıcı ve tutarlı olması bilimsel araştırmalar için önemli bir meseledir. Geçerlik ve güvenirlik, sonuçların inandırıcı ve tutarlı olması için araştırmalarda kullanılan iki ölçüttür (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bununla birlikte, nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik meselesi için farklı stratejilerin ve farklı terimlerin kullanılması önerilmektedir. Bu araştırmanın inanılabilirliğini (iç geçerlik) desteklemek için analizci üçgenlemesi ve negatif durum analizi stratejilerine başvurulmuştur. Negatif durum analizi stratejisi için, katılımcıların cevaplarından elde edilen tüm kodlar, bir kategori altında gruplandırılmasa dahi, bulgular kısmında verilmiştir. Analizci üçgenlemesi, tutarlılık (güvenirlik) için de başvuru olan bir stratejidir ve veri analizi kısmında açıklanmıştır. (Patton, 2014). Aktarılabilirlik (dış geçerlilik) için, bulguların detaylı tanımlanması ve çokça alıntılara yer verilmesi ile zengin ve yoğun tanımlama stratejisi, bununla birlikte nitel araştırmalar için çok sayılabilecek bir örneklem ile çalışarak maksimum katılımcı çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır (Merriam, 2013).

2.5 Veri Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin çözümlenmesi içerik analizi yoluyla yapılmıştır. Analiz sürecine verileri düzenleme işlemi ile başlanmıştır. Araştırmacıların biri verileri düzenleyerek, nitel araştırmanın doğasına uygun olarak tümevarımsal düşünme yoluyla her soru için kod listesi çıkarmıştır. Diğer bir araştırmacı, tüm verileri okuyarak bu kod listesinde yapılması gerektiğini düşündüğü değişiklik önerilerini (yeni kodların eklenmesi, bazı kodların çıkarılması, bazı kodlarda değişiklik yapılması vb.) not almıştır. Sonrasında, bu iki araştırmacı bir araya gelerek kodlamalarının uyumluluğunu gözden geçirmiş, tüm uyumsuzlukları tartışarak ortak bir karara varmıştır. Ardından tüm verileri kategorize etmişlerdir. Sonrasında güvenirlik analizi yapmak üzere; kodlar diğer iki araştırmacıya verilerek öğretmen adaylarının %30'undan elde edilen veriler için kodlama yapmaları istenmiştir. Kodlamaların ardından araştırmacıların kodlamaları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda “görüş birliği” ve “görüş ayrılığı” sayıları tespit edilerek, araştırmanın güvenirliliği “(görüş birliği)/(görüş birliği+görüş ayrılığı)” formülü (Miles ve Huberman, 1994) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda % 92 oranında bir uzlaşma olduğu görülmüştür. Nitel çalışmalarda, araştırmacılar arasındaki uyum %90 ve üzerinde olduğunda, arzu edilen düzeyde bir güvenirlik sağlanmış olduğu ifade edilmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Bu yüzden, çalışmanın analizi sürecinde oluşturulan kod listelerinin güvenilir olduğu kabul edilmiştir. Ardından iki araştırmacının uzlaşarak oluşturdukları kategoriler üçüncü araştırmacı tarafından incelenerek değerlendirilmiş ve üç araştırmacı bir araya gelerek kategorilerde yeniden düzenlemeler yapmışlardır. Düzenlemelerin ardından kodlar ve kategorilerin son durumu dördüncü araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve öneriler doğrultusunda tekrar düzenlenmiştir. Son olarak, kategoriler dört araştırmacı tarafından ayrı ayrı tekrar gözden geçirilerek tüm kod ve kategoriler her bir araştırmacının uzlaşması sonucunda son halini almıştır.

3.BULGULAR

Bulgular, araştırmanın amacı doğrultusunda “Öğretmen adaylarının direnç kavramının tanımı ile ilgili ön bilgileri”, “Öğretmen adaylarının iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ön bilgileri” olmak üzere iki alt başlıkta sunulmuştur.

3.1 Öğretmen Adaylarının Direnç Kavramının Tanımı ile İlgili Ön Bilgileri

Öğretmen adaylarının direnç kavramının tanımı ile ilgili ön bilgilerini belirlemek amacıyla yapılandırılmış testte ilk olarak “Bir iletken için direnç kavramını açıklayınız” sorusu öğretmen adaylarına sorulmuştur. Öğretmen adaylarının biri bilmiyorum cevabını verirken, bir diğer öğretmen adayı soruyu cevaplamamıştır. Yedi öğretmen adayının cevapları ise “*direnç= Ω (ohm) ile gösterilir (Ö31)*” ve “*Kendi üzerinden bulunan ve gösterdiği değer. (Ö24)*” gibi direnç ile ilgili anlaşılır bir açıklama içermediği için analize dâhil edilmemiştir. Bu durumda geriye kalan 66 öğretmen adayının açıklamalarından toplam 72 kod elde edilmiştir. Elde edilen kodlar **akıma karşı “bir şey”, akım ve/veya potansiyel fark ile ilişkili ve diğer açıklamalar** olmak üzere 3 kategori altında toplanmıştır. Söz konusu kategoriler, kategorilerin altında oluşturulan alt kategoriler, kodlar, sıklıkları ve kategorilerin açıklamaları Tablo 1’de verilmiştir.

Direnç akıma karşı olan “bir şey”dir

Bu araştırmaya katılan öğretmen adaylarının açıklamalarından elde edilen kodların yarısından biraz fazlasında direncin tanımı için “akıma karşı” ifadesi yer almaktadır. Direnç kavramını akıma karşı “bir şey” olarak ifade eden görüşlerin ise üçte biri, direnci akıma karşı **iletkenin gösterdiği** “bir şey” olarak ifade eden görüşlerdir. Bu görüşlerin büyük çoğunluğu da direncin, iletkenin akıma karşı gösterdiği tepki ya da etki olduğunu belirtmektedir.

Ö6 kodlu öğretmen adayı “Bir iletkenin üzerinden geçen elektrik akımına karşı gösterdiği tepkiye direnç diyebiliriz” ifadesiyle direnci bir tepki olarak açıklarken, bir diğer öğretmen adayı Ö27’de “Bir iletkenin akıma karşı gösterdiği etkinin bir göstergesidir” söylemiyle direnci iletkenin gösterdiği bir etki olarak ifade etmiştir. Direnci, akıma karşı iletkenin gösterdiği bir şey olarak ifade eden görüşlerden ikisi “direnç” olarak kodlanmıştır ve Ö18 takma isimli öğretmen adayının görüşü örnek olarak verilebilir: “İletkenin akım sırasında gösterdiği dirençtir.” Bir başka öğretmen adayı Ö22’nin “Direnç, iletkenin geçen akıma gösterdiği engel, etken” görüşü de “engel” olarak kodlanmıştır ve iletkenin gösterdiği alt kategorisi altında ele alınmıştır.

Akıma karşı kategorisinde değerlendirilen kodların yarısına yakınında öğretmen adayları, direnci akıma karşı **gösterilen** ya da **uygulanan** tepki, etki, güç, direnç, zorluk, kuvvet, enerji ve etken olarak ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının, direnci, akıma karşı gösterilen ya da uygulanan bir şey olarak tanımladıkları görüşlere örnek olarak, “elektrik akıma karşı gösterilen tepki” (Ö72), “Direnç akıma karşı gösterilen ters yöndeki güçtür” (Ö63), “Direnç akıma karşı uygulanan ters yöndeki kuvvettir” (Ö33) görüşleri verilebilir. Örnek olarak verilen görüşlerden de görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının bir kısmı, direnci akıma karşı gösterilen ya da uygulanan bir şey olarak ifade etmişler ancak söz konusu tepki, etki, kuvvet, direnç vb.’nin ne tarafından ya da nasıl uygulandığı ya da gösterildiği ile ilgili bir açıklama yapmamışlardır.

Tablo 1.

Direnç Kavramının Tanımı ile İlgili Kategoriler, Kodlar, Sıklıkları ve Açıklamaları

Kategori	Alt Kategori	Kod	Sıklık	Açıklama
Akıma karşı “bir şey”dir	İletkenin Gösterdiği	Tepkidir	5	Direnci, akıma karşı, elektriğe karşı, akımın ya da elektriğin geçmesine karşı tepki, engel, kuvvet, enerji, direnç, güç vb. ifade eden açıklamalardan oluşturulmuştur.
		Etkidir	5	
		Dirençtir	2	
		Engeldir	1	
	Gösterilen	Tepkidir	6	
		Ters yöndeki güçtür	2	
		Ters yöndeki etkidir	2	
		Diğer (dirençtir, kuvvettir, enerjidir vb.)	6	
	Var olan	Engeldir	5	
		Karşı koymadır	3	
Akım ve/veya potansiyel fark ile ilişkilidir	Akımdır	Dayanma özelliğidir	2	
		Akımdır	7	
		Geçen akım şiddetidir	1	
	Akım ve/veya potansiyel fark ile orantılıdır	Telden geçen akım direnç oluşturur	1	
		Akım ile ters orantılıdır	4	
	Akım ve/veya potansiyel farkı ayarlar	Bir devredeki potansiyel farkın akıma oranıdır	3	
		Akımı sınırlar/ayarlar	4	
Devreden geçen akımın ve potansiyel farkın değerini değiştirir	2			
Diğer açıklamalar	İletken (tel) ile ilişkilidir	Devre elemanları ile ilişkilidir	5	
		Devre elemanıdır	3	
		Devre elemanına bağlıdır	1	
	Maddenin bir özelliğidir	2		

Direnci, akıma karşı **var olan** bir engel, karşı koyma ya da özellik olarak tanımlayan görüşler, akıma karşı kategorisi altında ele alınan son görüşlerdir. Söz konusu görüşlerde öğretmen adayları direnci akımın geçmesini engelleyen, karşı koyan bir özellik gibi ifade etmişlerdir. Ö45 olarak isimlendirilen öğretmen adayı “Bir nesnenin elektrik akımına dayanma özelliği” ifadesiyle direnci nesnenin bir özelliği olarak ifade etmiştir. Bir başka öğretmen adayı Ö32, direnci telin oluşturduğu karşı koyma gücü gibi bir özellik olduğunu aşağıdaki sözleriyle dile getirmiştir:

“Direnç akıma karşı koyma gücüdür. Teli ele alalım bu tel üstünden akım geçirmek istemez, çünkü bozulacağını bilir (bir süreden sonra) onun için de kendine direnç oluşturur. Ama akımın geçmesini sağlayacak kadar olur ya da olmaz, o tartışılır.”

Yukarıda da ifade edildiği gibi, bu araştırmaya katılan öğretmen adaylarının yarısından fazlası, direnci akıma karşı iletkenin gösterdiği, gösterilen ya da uygulanan ve var olan bir tepki, etki, engel, güç, kuvvet vb. olarak tanımlamışlardır.

Direnç akım ve/veya potansiyel fark ile ilişkilidir

Öğretmen adaylarının bir iletken için direnç kavramının nasıl tanımlandığı ile ilgili soruya verdikleri cevaplardan oluşturulan bir diğer kategori, direncin akım, potansiyel fark ya da hem akım hem de potansiyel fark ile ilişkili olduğunu ifade eden görüşlerin yer aldığı **akım ve/veya potansiyel fark ile ilişkilidir** olarak adlandırılan kategoridir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından elde edilen kodların neredeyse üçte biri ile bu kategori oluşturulmuştur. Bu kodların üçte birinde ise direnç devreden, düzenekten ya da iletkeniden geçen akım ya da akım şiddeti olarak tanımlanmıştır. Örneğin öğretmen adayı Ö48 direnç tanımını *“pile bağlayıp düzeneği kurduğumuzda içinden geçen akıma denir”* şeklinde yapmıştır. Benzer olarak Ö54 *“Devreden geçen akıma direnç denir”*; Ö62 *“Bir iletken için geçirebildiği akımdır”*; Ö68 *“Direnç devredeki akım şiddetidir”* tanımlarıyla, direncin akım ya da akım şiddeti olduğu yönündeki görüşlerinden söz etmektedirler. Bu kategori altında ele alınan bir diğer görüşte de öğretmen adayı Ö3 ise direnci, akımın oluşturduğu şeklindeki görüşünü şu sözleri ile ifade etmiştir: *“telin üzerinden geçen akım bize bir direnç oluşturur.”*

Araştırmaya katılan 74 öğretmen adayının yedisi, direncin akım ve/veya potansiyel fark ile orantılı olduğu görüşüne sahiptir. Bu yedi öğretmen adayının üçü, söz konusu orantıyı devredeki potansiyel farkın akıma oranı şeklinde ifade etmiştir. Öğretmen adaylarından Ö1 *“Direnç: bir devredeki potansiyel farkın akıma oranıdır”* ifadesi ile direnç kavramını açıklamıştır. Direncin akım ya da potansiyel fark ile orantılı olduğunu ifade eden diğer dört öğretmen adayından Ö9, direncin potansiyel fark ile doğru, akım ile ters orantılı olduğunu ifade etmiştir ve Ö9 direncin potansiyel fark ile doğru orantılı olduğunu açıkça ifade eden tek öğretmen adaydır. Diğer üç öğretmen adayı direncin akımla ters orantılı olduğu görüşündedir. Bu öğretmen adaylarından Ö71’in açıklamaları örnek olarak verilebilir: *“Bir iletken direnç değişkendir. R ile gösterilir. $V=I.R$, $R=V/I$ Direnç akımla ters orantılıdır. Akım arttıkça direnç azalır.”*

Direncin akım ve/veya potansiyel farkla ilişkili olduğunu ifade eden öğretmen adayları, direncin akımı ya da potansiyel farkı sınırladığını ya da değerini değiştirdiğini düşünmektedirler. Bu öğretmen adaylarından olan Ö28’in *“Direnç devreden geçen akımı sınırlayarak belli bir değerde tutmamızı sağlar”* ve bir diğer öğretmen adayı Ö30’un, *“iletkeniden geçen akımı sınırlı şekilde ayarlayana direnç denir”* ifadeleriyle direncin akımı ayarladığı yönündeki düşünceleri anlaşılmaktadır. Ö20 ve Ö21 ise benzer olarak ifade ettikleri görüşlerinde, direncin devredeki akım ve potansiyel farkın değerini değiştirdiğinden söz etmektedirler.

Diğer açıklamalar

Az sayıda öğretmen adayının, direnç kavramı ile ilgili yaptıkları açıklamalar bu başlık altında yer almıştır. Öğretmen adaylarından yedisi direnç tanımını yaparken, iletken ve iletkenlik kavramlarına gönderme yapmış, dördü direnci bir devre elemanı olarak tanımlamıştır. Son olarak iki öğretmen adayı da direnç kavramını maddeye özgü bir özellik olarak ifade etmişlerdir. İletken tel ile ilişkilidir alt kategorisi altında kodlanan açıklamalardan birinde Ö46, *“iletkenin iletkenliğini ters yönde etkileyen bir kuvvettir”* ifadesiyle direnç kavramını tanımlamıştır. Aynı öğretmen adayı ayrıca ifadesinde direncin akıma ters yönde bir etki olduğunu da vurgulamıştır. Öğretmen adayları Ö66 ve Ö55’in sırasıyla verilen *“akımın geçmesi için iletkenin direnç olması gerekiyor”* ve *“iletkenler olmazsa direnç olmaz”* görüşleri bu kategori için örnek olarak verilebilir.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından dördü direnci devre elemanı ya da devre elemanları ile ilişkili olarak tanımlamıştır. Bu alt kategori altında ele alınan görüşlerden ikisinde öğretmen adayları doğrudan direncin bir devre elemanı olduğunu ifade etmiştir. Bir diğer öğretmen adayı, direnci reosta olarak belirtirken, bir başkası direncin voltmetreye ve ampermetreye bağlı olduğunu dile getirmiştir.

Son olarak, iki öğretmen adayı Ö34 ve Ö67 direnci maddenin bir özelliği olarak tanımlamışlardır. Birbirine oldukça benzerlik gösteren cevaplar veren öğretmen adaylarından Ö34'ün açıklaması şöyledir: “Her maddenin kendine has bir direnci vardır.”

3.2. Öğretmen adaylarının iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ön bilgileri

Öğretmen adaylarının direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ön bilgileri iki ayrı soru ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu sorulardan ilkinde direncin bağlı olduğu değişkenlerin neler olduğunu açıklamaları istenmiştir. İkincisinde ise potansiyel farkın iki katına çıkarılması durumunda direncin nasıl değişeceği sorulmuştur. Öğretmen adaylarının direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ön bilgileri bu iki soruya göre ayrı alt başlıklar altında açıklanmıştır.

3.2.1 Öğretmen adaylarının iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ön bilgileri

Öğretmen adaylarına direnç kavramı ile ilgili sorulan bir diğer soruda, direncin bağlı olduğu değişkenlerin neler olduğunu açıklamaları istenmiştir. Üç öğretmen adayı sorunun cevabını bilmediğini ifade etmiş, bir öğretmen adayı ise soruyu cevaplamamıştır. Ayrıca bir öğretmen adayı da sadece $V=IR$ formülünü yazmış ancak hiçbir açıklama yapmadığı için analize dâhil edilmemiştir. Geriye kalan 69 öğretmen adayının cevaplarından 98 kod elde edilmiştir. Kodlardan da *Direnç ρ , L, A ve T değişkenlerinden birine, bir kaçına ya da hepsine bağlıdır; Direnç akım ve potansiyel fark değişkenlerine bağlıdır, Direnç devre elemanlarına bağlıdır ve Direnç birçok farklı değişkene bağlıdır* kategorileri oluşturulmuştur. Kodların dörtte üçü üç kategoriden sadece biri altında değerlendirilmiştir. Bir başka deyişle, öğretmen adaylarının büyük bir kısmı direncin ya iletkenin özelliklerine, ya akım ve potansiyel fark değişkenlerine ya da devre elemanlarına bağlı olduğunu düşünmektedir. Ancak 16 öğretmen adayının görüşleri yukarıda verilen kategorilerden ikisi ya da üçü altına da girebilmektedir. Söz konusu kategoriler, kodlar, sıklıkları ve açıklamaları Tablo 2’de verilmiştir.

Direnç sadece öz direnç, uzunluk, kesit alanı ve sıcaklık değişkenlerinden birine, bir kaçına ya da hepsine bağlıdır.

Direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili verilerin analizinden, 22 öğretmen adayının direncin öz dirence bağlı olduğunu belirttikleri görülmektedir. Bu öğretmen adaylarından Ö18, direncin yalnızca öz dirence bağlı olduğunu düşünmektedir ve düşüncesini şu sözlerle dile getirmiştir: “İletkenin cinsi değiştiğinde dirençte değişir. Örneğin alüminyum ve nikelin aynı düzenekte kurulmuş devrelerinde dirençleri farklıdır.” Öğretmen adayının cevabında da görüldüğü gibi öz direnç kavramı açıkça belirtilmemiş ancak iletkenin cinsi ile öz direnç kavramına gönderme yapılmıştır. Zaten öz direnç kavramını iki öğretmen adayı (Ö12 ve Ö51) açıkça belirtmiştir. Diğer öğretmen adayları öz direnç yerine, cinsi, telin cinsi, iletkenin cinsi, direncin yapıldığı madde, direncin yapıldığı maddenin cinsi gibi ifadeleri kullanmışlardır.

Tablo 2.

Direncin Bağlı Olduğu Değişkenlere İlişkili Kategoriler, Kodlar, Sıklıkları ve Açıklamaları

Kategori	Kod	Sıklık	Açıklama
Direnç iletkenin özelliklerine (ρ , L, A ve T) bağlıdır	ρ	1	Direncin bağlı olduğu değişkenlerin sadece iletkenin öz direnci, uzunluğu, kesit alanı ve sıcaklığı özelliklerinin birine ya da bir kaçına bağlı olduğunu ifade eden görüşler bu kategori altında değerlendirilmiştir.
	A	1	
	ρ ve A	6	
	ρ ve L	2	
	A ve L	3	
	ρ , L ve A	12	
	ρ , L, A ve T	1	
	L, A ve T	1	

Tablo 2. devamı

Kategori	Kod	Sıklık	Açıklama
Direncin devre elemanlarına bağlıdır	Reosta	11	Direncin bağlı olduğu değişkenleri sadece devre elemanları olarak ifade eden görüşler bu kategori altında değerlendirilmiştir.
	Güç kaynağı	9	
	Ampermetre	7	
	Voltmetre	7	
	Kullanılan malzemeler	7	
	Düzenek	3	
	İç direnç	3	
Direnç akım ve potansiyel fark değişkenlerine bağlıdır		8	Direncin bağlı olduğu değişkenleri sadece akım ve potansiyel fark olarak ifade eden görüşler bu kategori altında değerlendirilmiştir
Direncin birçok farklı değişkene bağlıdır	Direnç hem iletken özelliklerine hem de devre elemanlarına bağlıdır	7	Direncin farklı türdeki değişkenlere bağlı olduğunu ifade eden görüşler bu kategoride verilmiştir. Bir başka deyişle, öğretmen adaylarının açıklamalarından elde edilen kodlar, yukarıda verilen kategorilerin en az ikisinin altında yer alabildiğinde bu kategori altında değerlendirilmiştir.
	Direnç hem iletken özelliklerine hem de akım ya da potansiyel farka bağlıdır	4	
	Direnç hem akım ya da potansiyel farka hem de devre elemanlarına bağlıdır	1	
	Direnç, hem iletken özelliklerine hem akım ya da potansiyel farka hem de devre elemanlarına bağlıdır	1	

Direncin bağlı olduğu değişkenlerden birinin öz direnç olduğunu ifade eden öğretmen adaylarından altısı öz direnç ile birlikte iletkenin kesit alanına, ikisi ise öz direnç ile birlikte iletkenin boyuna da bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu sekiz öğretmen adayından sadece, iletkenin direncinin öz direnç ve kesit alanına bağlı olduğunu söyleyen, Ö32 düşüncelerini açıklamıştır. Diğerleri değişkenleri yazmış ayrıca bir açıklama yapmamıştır. Yaptığı açıklamaya bakıldığında da Ö32'nin direncin kesit alanına nasıl bağlı olduğu hususunda emin olmadığı anlaşılmaktadır. Ö32'nin, kesit alanı yerine maddenin inceliği kalınlığı ifadesini kullandığı açıklaması şöyledir: *“Direncin yapıldığı maddenin cinsi, mesela bakırdan yapılan telin direnci nikelinkinden farklıdır. Bunun buldukları periyotla ilgili olduğunu düşünüyorum. Maddenin inceliği kalınlığı: bunu şuan düşünüyorum fakat bu sadece kullanım süresini etkileyebilir emin değilim.”*

Direncin sadece iletkenin özelliklerine bağlı olduğunu ifade eden 27 öğretmen adayından 24'ü direncin iletkenin kesit alanına bağlı olduğunu ifade etmiştir. Ancak Ö32'nin açıklamasına benzer olarak, 24 öğretmen adayından 16'sı kesit alanı yerine kalınlık, iletkenin kalınlığı, telin kalınlığı kavramlarını kullanmıştır. Dört öğretmen adayı çap ya da yarıçap derken, üç öğretmen adayı kesit ve bir öğretmen adayı kesit alanı (Ö10) kavramını kullanmıştır.

Cevabında kesit alanı değişkenine yer veren öğretmen adaylarından biri, direncin sadece kesit alanına bağlı olduğunu düşünmektedir. Üç öğretmen adayı ise direncin iletkenin kesit alanı ile birlikte iletkenin boyuna da bağlı olduğunu belirtmiştir. Bu üç öğretmen adayından Ö23'ün *“İletkenin direnci, iletkenin kalınlığına ve boyuna göre değişir. İletkenin kalınlığı ve boyu arttıkça direnç artar...”* şeklindeki açıklamasından iletkenin direncinin hem kesit alanı hem de boyu ile doğru orantılı olduğu yönündeki düşüncesi anlaşılmaktadır. İletkenin direncinin kesit alanı ve boyuna bağlı olduğunu dile getiren diğer iki öğretmen adayı Ö33 ve Ö46, iletkenin direncinin boyu ile doğru, kesit alanı ile ters orantılı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından 12'si bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri, iletkenin öz direnci (cinsi), iletkenin boyu (uzunluğu) ve kesit alanı (kalınlık, çap/yarıçap, kesit) olarak belirtmiştir. İletkenin direncinin söz konusu değişkenlere nasıl bağlı olduğundan ise beş öğretmen adayı söz etmiştir. Bu öğretmen adaylarından biri olan Ö36, direncin hangi değişkenlere nasıl bağlı olduğunu şu sözleri ile açıklamıştır: *“İletkenin cinsine bağlıdır. Bazıları daha iyi iletir. İletkenin boyuna ve kalınlığına bağlıdır. Boyu uzadıkça direnç de artar. Kalınlığı artarsa akım daha kolay geçeceğinden direnç azalır.”* Benzer bir açıklama da Ö25 tarafından şöyle yapılmıştır:

“Kalınlık, boy, yapıldığı maddeye bağlıdır. Tel kalın ise mesela onu böyle kocaman tünel gibi düşünelim. Akım çok rahat geçebilir. Yol uzun ise akım fazla yol kat eder...”

Son olarak bu kategoride ele alınan diğer görüşler, direncin bağlı olduğu değişkenlerden birinin sıcaklık olduğunu belirten ifadelerdir. Öğretmen adaylarından Ö10, iletkenin direncinin sıcaklık, uzunluk ve kesit alanına bağlı olduğunu belirtmiştir. Ö12 ise, “*Direnç sıcaklığa, telin yarıçapına, öz direncine (ayırt edici özellik), telin boyuna bağlıdır.*” söylemiyle direncin bağlı olduğu değişkenleri belirtmiştir.

Direnç devre elemanlarına bağlıdır

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının 18’i direncin devre elemanlarına bağlı olduğu düşüncesindedir.

Tablo 3.

Direnç Devre Elemanlarına Bağlıdır Kategorisini Oluşturan Kodlar, Sıklıkları ve Örnek Cevapları

Kod	Sıklık	Öğretmen adaylarının cevaplarından örnekler
Reosta	10	- Reosta-devredeki direnci artırıp azaltıp değiştirir. (Ö54) - Sabit reosta, sürgülü reosta (Ö70)
Güç kaynağı	8	- Üreteç (Ö54) - Pil (Ö68)
Ampermetre	7	Öğretmen adaylarının 7’si de “ampermetre” ifadesini kullanmışlardır.
Voltmetre	7	Öğretmen adaylarının 7’si de “voltmetre” ifadesini kullanmışlardır.
Kullanılan malzemeler	7	- Bağlantı kabloları (Ö55) - Tel (Ö9) - Ampul sayısı, seri ve paralel bağlanması (Ö68)
Düzenek	3	- Düzenek ampermetre ve voltmetreye bağlandığında reosta düzeneğin sabit olarak kalmasını sağlar. (Ö70)
İç direnç	1	- Kablonun iç direnci (Ö30)

Öğretmen adayları, direncin bağlı olduğu değişkenlerin açıklanmasının istendiği soruya reosta, güç kaynağı, ampermetre, voltmetre, kullanılan malzemeler ve devre düzenekleri ile ilgili cevaplar vermişlerdir. Ancak hiçbiri direncin devre elemanlarına nasıl bağlı olduğunu açıklamamıştır. Sadece isimlerini yazıp bırakmışlardır. Verilerin analizinden ortaya çıkan tek dikkat çekici nokta voltmetre yazan her öğretmen adayının aynı zamanda ampermetre de yazmış olmasıdır. Direncin sadece devre elemanlarına bağlı olduğunu düşünen öğretmen adaylarının cevaplarında yer alan devre elemanları ve cevaplarda görülme sıklığı Tablo 3’te verilmiştir.

Direnç akım ve potansiyel fark değişkenlerine bağlıdır

Direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili ortaya çıkan son kategori direnç akım ve potansiyel fark değişkenlerine bağlıdır kategorisidir. Sekiz öğretmen adayı direncin akım ve potansiyel farka bağlı olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adaylarından dördü cevaplarında sadece akım ve potansiyel farka bağlı olduğunu belirtirken, diğer dört öğretmen adayı direncin akım ve potansiyel farka nasıl bağlı olduğunu açıklamışlardır. Öğretmen adayı Ö15, “*Direnç=gerilim/akım şiddeti ile hesaplanır. Direnç devredeki akım şiddetine ve potansiyel farka yani gerilime bağlıdır*” açıklaması ile direncin akım ve potansiyel farka $R=V/I$ formülü gereğince bağlı olduğundan söz etmektedir. Aynı formülü kullanarak açıklama yapan Ö38, düşüncelerini şöyle dile getirmiştir: “*Akım ve Volt’tur. ... R=V/I Gerilim artarsa direnç artar, akım artarsa direnç azalır.*” Öğretmen adayı Ö71’de direncin potansiyel fark ile doğru, akım ile ters orantılı olarak değiştiğini ifade ederken, Ö60 direncin akım ve potansiyel farkın her ikisine de ters orantılı olarak bağlı olduğunu belirtmiştir.

Direnç birçok farklı değişkene bağlıdır

Daha önce de belirtildiği gibi 16 öğretmen adayının cevapları tek bir kategori altında değerlendirilememiştir. Tablo 1’de de görüldüğü gibi, yedi öğretmen adayının cevabında hem iletken özellikleri hem de devre elemanları, dördünün cevabında hem iletken özellikleri hem de akım ve ya potansiyel fark değişkenleri, dördünün cevaplarında ise hem devre elemanları hem de akım ve ya potansiyel fark değişkenleri yer almaktadır. Bir öğretmen adayının cevabı ise her üç değişken grubundan da kavramlar içermektedir. Ne yazık ki bu öğretmen adaylarının biri hariç hiçbiri açıklama yapmamıştır. Bu nedenle direncin adı geçen değişkenlere nasıl bağlı olduğu ile ilgili ne düşündükleri hakkında fikir yürütülememektedir. Cevabında her üç kategoriden değişkenlere yer veren öğretmen adayı Ö17 ise direncin bağlı olduğu değişkenleri şöyle açıklamıştır:

“Akım: devreden geçen akım direnci etkiler. Tel uzunluğu: tel uzadıkça üzerinden geçen akım azalır. Güç kaynağı: Devreden kaç volt akım geçeceğini belirler.”

İletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili öğretmen adaylarının cevapları analiz edildiğinde yukarıda görüldüğü gibi iletkenin özellikleri, devre elemanları ve akım ve potansiyel fark değişkenleri olmak üzere üç farklı değişken grubu ortaya çıkmıştır. Ancak öğretmen adaylarının, söz konusu değişkenlere nasıl bağlı olduğu hususunda detaylı açıklamalar yapmadıkları da görülmektedir.

3.2.2. Öğretmen adaylarının potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişkiye yönelik ön bilgileri

Direnç hangi değişkenlere bağlıdır sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan elde edilen az sayıda kod direncin akım ve/veya potansiyel fark ile ilişkili olduğu görüşünü içermektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarına direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkın iki katına çıkması durumunda direnç değerinin nasıl değişeceği sorusu sorulduğunda elde edilen kodların yaklaşık büyük çoğunluğu, direnç değerinin potansiyel farkın değişmesiyle değişeceğini içermektedir. 46 öğretmen adayı direncin değerinin artacağını, 10 öğretmen adayı azalacağını belirtirken, 11 öğretmen adayı direncin değişmeyeceğini ifade etmiştir. İki öğretmen adayı (Ö26 ve Ö39) ise potansiyel fark arttırılırsa akımın artacağını söylemiş, ancak direnç ile ilgili bir yorum yapmamıştır. Beş öğretmen adayı da soruyu cevaplamamıştır. Öğretmen adaylarının cevaplarından elde edilen kategoriler, kodlar ve sıklıkları Tablo 4’te verilmiştir.

Direncin iki ucu arasındaki potansiyel fark iki kat artarsa direnç değeri de artar

Öğretmen adaylarının yarısından fazlası direncin uçları arasındaki potansiyel fark iki kat arttığında, direncin değerinin de artacağını düşünmektedir. Bu öğretmen adaylarının yarısından biraz fazlası potansiyel farkın iki kat artması durumunda, direnç değerinin de iki kat artacağını ifade etmiştir. Öğretmen adayı Ö4’ün “Potansiyel fark arttığında direnç de o kadar artar. Yani 2V arttığı için direnç de iki kat artacaktır.” cevabına benzer olarak üç öğretmen adayı daha direncin iki kat artacağını belirtmiştir, ancak bu artışın neye göre olacağını açıklamamıştır. Direncin iki kat artacağını düşünen 24 öğretmen adayından 21’i ise, artışın $R=V/I$ formülüne dayalı olarak, V’nin iki kat artması durumunda R’nin yani direncin de iki kat artacağını açıklamıştır. Öğretmen adaylarından Ö53 düşüncesini şöyle açıklamıştır: “ $V=I.R$ formülünden potansiyel farkı iki katına çıkardığımızda dirençte iki katına çıkar. Aralarında doğru orantı vardır. $2V=I.2R$.” Açıklamalarını $V=I/R$ formülüne dayandıran öğretmen adaylarından Ö23, Ö28, Ö30 ve Ö40, akımın sabit tutulması durumunda direncin iki kat artacağını dile getirmişlerdir. Örnek olarak sırasıyla Ö23 ve Ö40’ın açıklamaları verilebilir: “ $V=I.R$ Potansiyel fark iki katına çıkarılıp, I sabit tutulduğunda direncin büyüklüğü de iki katına çıkacaktır.” “ $V=I.R$ V-2V olursa akımı sabit tutarsak dirençte iki katına çıkar.” Bir başka öğretmen adayı Ö34 ise akım sabit ise direncin iki kat artacağını, akımın değişken olması durumunda direncin belli bir oranda artacağından söz etmiştir.

Tablo 4.

İletkenin İki Ucu Arasındaki Potansiyel Farkın Artması Durumunda Direnç Değerinin Nasıl Değişeceğine İlişkin Görüşler

Kategoriler	Kodlar	Sıklık
Artar	Artar	21
	İki kat artar	25
Azalır	Azalır	6
	Yarıya düşer	4
	V ve I’ya bağlı değildir	5
Değişmez	Değişmez	4
	Diğer nedenler	2

Direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkın iki kat artması durumunda direncin de artacağını ifade eden öğretmen adaylarının yarısına yakını direncin ne kadar artacağına dair bir açıklama yapmadan sadece direncin artacağını belirtmişlerdir. Öğretmen adayı Ö46’nın “Potansiyel fark arttığında direncin büyüklüğü de artar” ve Ö68’in “Direncin büyüklüğü de artar. Çünkü daha fazla direnç göstermesi gerekir” şeklindeki cevaplarına benzer olarak öğretmen adayları sadece direncin artacağını belirtmişlerdir. Yedi öğretmen adayı artışın nedenini potansiyel fark ile direncin doğru orantılı olmasına bağlamaktadır. Öğretmen adayı Ö14 düşüncesini şu sözlerle açıklamıştır: “R ile V doğru orantılıdır. Bu yüzden potansiyel farkın iki katına çıkması demek direncin artması demektir.” Beş öğretmen adayı ise,

$R=V/I$ formülüne dayalı olarak potansiyel farkın artması durumunda direncin de artacağını iddia etmiştir. Bu beş öğretmen adayından Ö55, akımın sabit olması durumunda direncin artacağını belirtmiştir. Sadece bir öğretmen adayı (18) “*Potansiyel fark arttıkça R direnci de artar. Potansiyel fark 2V olunca, direncimiz kaç büyür bilmiyorum*” ifadesi ile potansiyel farkın iki kat artması durumunda direncin ne kadar artacağını bilmediğini açıkça dile getirmiştir.

Direncin iki ucu arasındaki potansiyel fark iki kat artarsa direnç değeri azalır

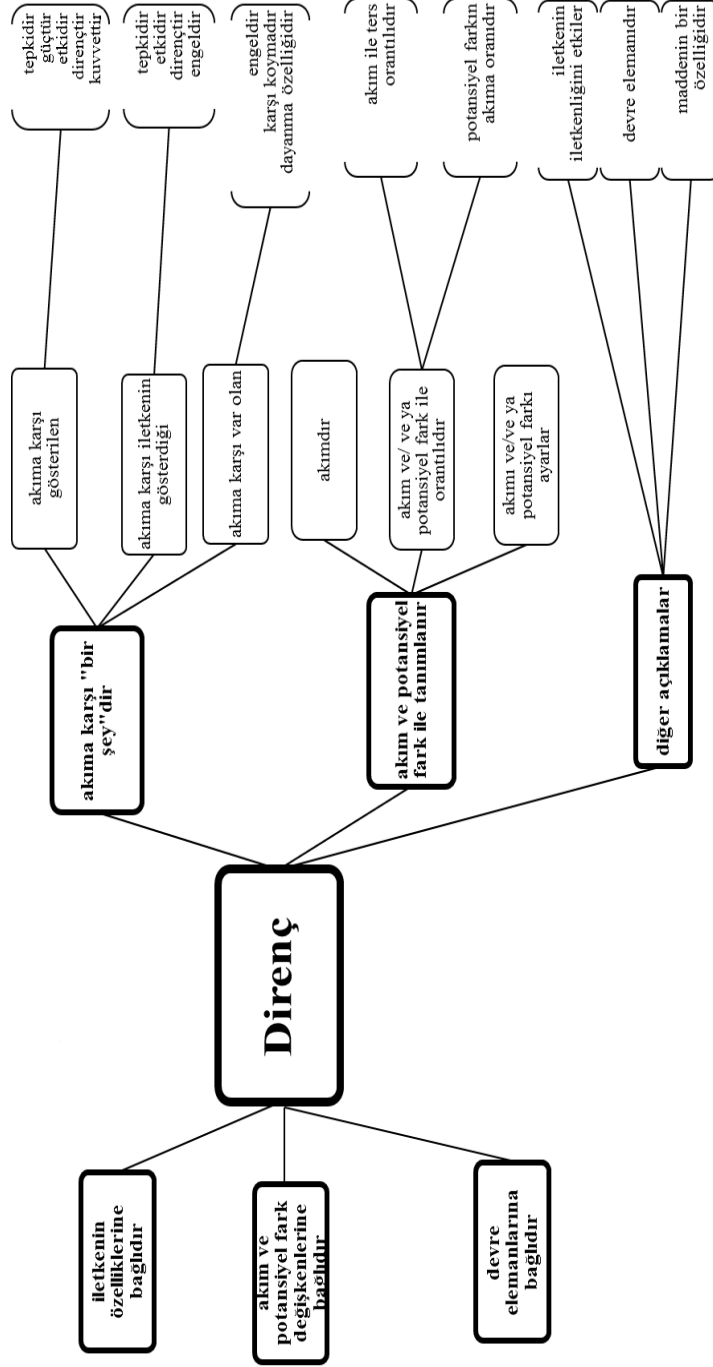
Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından 10’u, direncin uçları arasındaki potansiyel farkın iki katına çıkarılması durumunda direnç değerinin azalacağı görüşünde olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından Ö42 “*Potansiyel fark arttıkça direnç azalır. Çünkü güç arttı karşı koyacak direnci yenmesi daha rahat olur*” ifadesi ile potansiyel farkın artmasını bir güç artması olarak yorumlamış ve bu nedenle de direncin azalacağını iddia etmiştir. Ö58 ise potansiyel fark ile direncin çarpımının eşit olabilmesi için direncin azalması gerektiğini şu sözleri ile dile getirmiştir: “*Potansiyel fark arttıkça direnç azalır. O zaman çünkü iki ucu arasındaki potansiyel farkla direncin çarpımı iki türlü eşit çıkmalıdır. Bu yüzden potansiyel fark artarsa direnç azalır.*”

Potansiyel farkın artması durumunda direncin azalacağını iddia eden öğretmen adaylarından ikisi, $R=V/I$ formülüne dayalı olarak, potansiyel farkın artmasının akımı arttıracığını ve direncin azalmasını yol açacağını belirtmektedir. Bu husustaki düşüncesini Ö63 şöyle açıklamıştır: “ *$I=V/R$ $V=I.R$ V artarsa akım da artar. Çünkü aralarında doğru orantı vardır. Bu nedenle R değeri azalır. Çünkü ters orantılıdır. Formülden bunu teyitleyebiliriz.*” Ö37 ise, “ *$V_{ab}=R$ $V_{ab}=2R$ olursa $2V=I/R$ $2V$ olduğu anda akım artar ve R iki kat azalır*” söylemiyle akımın artacağını ve direncin yarıya ineceğini ifade etmiştir. Ö37 ile birlikte üç öğretmen adayı daha potansiyel farkın artması durumunda direncin yarıya düşeceğini söylemiştir. Bu öğretmen adaylarından Ö3, Ö37 ve Ö73 yarıya inme gerekçesini direnç ve potansiyel fark arasındaki ilişkiyi ifade eden $R=V/I$ formülü olarak göstermiştir.

Direncin iki ucu arasındaki potansiyel fark iki kat artarsa direnç değeri değişmez

Direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkın artması durumunda direnç değerinin nasıl değişeceğini sorulduğu soruya, 11 öğretmen adayı direnç değerinin değişmeyeceği cevabını vermiştir. Bu öğretmen adaylarından dördü hiçbir açıklama yapmadan direnç değerinin değişmeyeceğini ya da sabit kalacağını belirtmiştir. Bir öğretmen adayı ise aslında potansiyel farkta bir değişme olmadığı için direnç değerinin değişmeyeceğini “*direncin büyüklüğü değişmez. Çünkü iki nokta arasındaki potansiyel fark $V_{ab}=V_a-V_b$ $V_{ba}=2V-V=V$ ilk baştaki potansiyel farkla aynı değer olduğu için direncin büyüklüğü aynıdır*” söylemiyle iddia etmiştir. Direncin değişmeyeceğini düşünen öğretmen adaylarından bir diğeri dördü potansiyel farkın artması durumunda akımın artacağını ve bu nedenle direnç değerinin değişmeyeceği açıklamasını yapmıştır. Ö2’nin açıklamaları bu hususta örnek olarak verilebilir: “ *$R=V/I$ Potansiyel fark $2V$ olduğunda akım da aynı oranda artacağından $2I$ olacaktır ve direnç sabit kalıp değişmez.*” Cevabı bu kategori altında değerlendirilen Ö22 ise direncin akıma ve potansiyel farka bağlı olmadığını açıkça ifade eden tek öğretmen adaydır: “ *$V=I.R$, $R=V/I$ direncin büyüklüğü değişmez çünkü akıma (I) ve potansiyel farka (V) bağlı değildir.*”

Araştırmadan elde edilen bulgular özetlenecek olursa, araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının direnci akıma karşı “bir şey” ya da akım ve potansiyel fark ile tanımladıkları görülmektedir. Ayrıca, öğretmen adayları direncin iletken özelliklerine, akım ve potansiyel fark değişkenlerine ve devre elemanlarına bağlı olduğuna yönelik ön bilgileri olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, direnç kavramı ile ilgili sorulara verdikleri cevaplardan oluşturulan kategoriler, alt kategoriler ve kodların bazıları Şekil 1’de verilmiştir. Bir başka deyişle, Şekil 1 öğretmen adaylarının direnç kavramının tanımına ve bağlı olduğu değişkenlere ilişkin ön bilgilerinin özeti niteliğindedir.



Şekil 1. Katılımcıların Elektriksel Direnç Kavramına İlişkin Ön Bilgileri

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı'nın ilk yılında yer alan Genel Fizik Laboratuvarı II dersini alan fen bilimleri öğretmen adaylarının direnç kavramı hakkındaki önbilgilerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Direnç kavramı, elektriksel direncin öğretmen adayları tarafından nasıl algılandığı ve onların direncin bağlı olduğu değişkenlere dair neler bildiklerini sorgulayacak çerçevede ele alınmıştır. Direncin açıklanması ile ilgili olarak, direncin akıma karşı "bir şey" olduğu görüşü ve direncin potansiyel fark ve akım ile tanımlanacağı görüşü baskın olarak ortaya çıkmıştır. Direncin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili olarak direncin devre elemanlarına, iletken özelliklerine ve potansiyel fark ile akıma bağlı olduğu görüşleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte direncin akım ve potansiyel fark ile ilişkisini sorgulayan anlama düzeyindeki bir soruda ise öğretmen adaylarının çok büyük bir kısmının direncin potansiyel fark ve akım değişkenlerine bağlı olduğu yönünde bir anlayışa sahip oldukları

görülmüştür. Dolayısıyla öğretmen adaylarının direnç kavramı ile ilgili önbilgilerinin şekillenmesinde ağırlıklı olarak, hem günlük hayatlarında kullandıkları hem de bugüne kadar gördükleri fen öğreniminde kullanılan dilin ve sadece omik maddeler için potansiyel fark ve akım arasındaki ilişkiyi gösteren Ohm yasasının etkili olduğu düşünülmektedir. İlave olarak öğretmen adaylarının cevaplarında görülen devre elemanları ile ilgili açıklamaların, araştırmanın veri toplama süreci ile de ilişkili olduğuna inanılmaktadır.

Araştırmanın, öğretmen adaylarının direnç kavramını nasıl açıkladıklarının sorgulandığı kısmında, yarısından biraz fazlasının direncin akıma karşı bir şey olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bu ifadeler özel olarak irdelendiğinde onların birçoğunun direnci “güçtür”, “enerjidir”, “kuvvettir”, “akımdır” gibi hatalı bilgilerini yansıtan kelimelerle açıkladıkları görülmüştür. Benzer tespitler, genel olarak elektrik konusunda olmak üzere lise öğrencileriyle gerçekleştirilen bazı araştırmalarda da yer almaktadır. Örneğin, Çıldır ve Şen (2006) bazı öğrencilerin, direncin akıma ters yönde uygulanan bir “kuvvet” olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir. İlave olarak, öğrencilerin üretceci dirence “gücünü verdiğini” düşündüklerini de tespit etmişlerdir. Aykutlu ve Şen (2012) tarafından yine lise öğrencileriyle gerçekleştirilen diğer bir araştırmada da öğrencilerin direnci elektrik akımına gösterilen engelleyici “güç”, elektrik akımına zıt yönde uygulanan “kuvvet”, elektrik akımına uygulanan “engel” şeklinde gördükleri belirlenmiştir. Birebir örtüşme de akıma karşı gelmeyi kapsaması açısından bu çalışmanın bulgularıyla benzerlik gösteren, Pardhan ve Bano (2001) tarafından 20’li yaşlarında olan fen bilimleri öğretmenleriyle gerçekleştirilen bir çalışmada, öğretmenlerin direnci “direnç, elektronların akışını durdurmak ya da akış hızını yavaşlatmak demektir” ve “direnç, hareketli elektronlara zıt yönlü kuvvet uygulamaktır” ifadeleriyle açıkladıkları belirlenmiştir. Lee ve Law (2001) da benzer şekilde çalışmalarında öğrencilerin direnci “elektron akışını engellemektir” şeklinde tanımladıklarını belirtmiştir.

Direncin açıklanması ile ilgili olan yukarıdaki ifadeler genel olarak değerlendirildiğinde, bu ifadelerin oluşumunda bugüne kadar alınan fen ve fizik öğretiminin etkisi olmakla birlikte direncin günlük dildeki anlamının da etkisi olduğu söylenebilir. Viard ve Khantine-Langlois (2001), günlük dilde kullanılan direnç teriminin varlığının, elektrik devrelerinin anlaşılmasının kökeninde olduğunu iddia etmişlerdir. Türk Dil Kurumu’nun güncel Türkçe Sözlüğü’ne bakıldığında direnç, dayanma, karşı koyma gücü olarak tanımlanmıştır (TDK, 2017). Bu durum, öğretmen adaylarının da çoğunlukla direnci açıklamak için vurguladığı “akıma karşı” görüşünün yaygın bir görüş olduğu şeklinde yorumlanabilir, ilave olarak akımı “güçtür” kelimesiyle tanımlamalarının da bir açıklaması olabilir. Bununla birlikte, Piaget’e (1970) göre yeni bilgi daha önceden zihinde var olan ve gelişmekte olan yapılara entegre edilerek özümser (Block, 1982). Bu durumda direnç kavramı öğrencilere tanıtıldığında, daha önceden bildiği ve günlük dilde de kullandığı direnç kavramı ile elektriksel direnç kavramını yapılandırması muhtemeldir. Lee ve Law (2001), öğrencilerin öngörüselle sahip oldukları kavramları, bilimsel olanlardan ayırmaları için öğretmenlerin daha kesin bir dil kullanmaya özen göstermeleri gerektiğini vurgulamışlardır. Bununla birlikte McIlldowie (1998b) direncin, devre bileşenlerinin üzerinden geçen elektrik yüklerinin enerji kaybetmesinin bir sonucu olarak ifade edilmesi durumunda, günlük dilde kullanılan direnç kavramından farklılaştığını vurgulamaktadır. Viard ve Khantine-Langlois (2001) ise elektriksel direnç kavramının elektrik iletimi olayı ile ilgili olarak yapılandırılması gerektiğini söylerler. Söz konusu yapılandırmanın da bir taraftan iletkenin elektrik iletimi üzerinde etkisi olan tüm fiziksel özelliklerinin araştırılması ve diğer bir taraftan bu fiziksel özellikler ile elektrik akım yoğunluğu arasındaki ilişkinin kurulması ile sağlanacağını belirtirler.

Direnç kavramı ile ilgili olarak dikkat çeken diğer anlayış, direncin potansiyel fark ve akım ile tanımlanacağı ya da direncin potansiyel fark ve akıma bağlı olduğu anlayışıdır. Bu anlayışa sahip öğretmen adayları, $V=IR$ şeklinde ifade edilen Ohm yasasına gönderme yaparak, direncin akım ile ters orantılı olduğunu, potansiyel fark ile doğru orantılı olduğunu ya da potansiyel farkın akıma oranının direnci tanımladığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının çoğunun, akım şiddeti ve/veya potansiyel fark değiştiğinde direncin de değişeceğini düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuç Çıldır ve Şen (2006) tarafından lise öğrencilerinde de tespit edilmiştir. Çıldır ve Şen (2006) bazı öğrencilerin direnç değerinin, üzerinden geçen akım miktarına göre değişeceğine inandıklarını, bazılarının ise devreye uygulanan potansiyel farkın, direnç değerini değiştirerek değişebileceğine inandıklarını belirlemişlerdir. Bu sonuçların sebebinin öğrencilerin Ohm yasasını anlayamamalarından ve

yorumlayamamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Gaigher ve Kriek (2007)'de öğrencilerin Ohm yasasını yeterince anlayamadıklarını belirtmektedir. Öğrenciler üniversite öncesi formal eğitimleri sırasında, direnç kavramını öğrenirken Ohm yasasının ön planda olduğu bir öğrenim sürecinden geçtiklerinden, bu süreçte direncin akıma ve/veya potansiyel farka bağlı olduğu çıkarımını yapmış olabilirler. Buna ilave olarak, kullanılan ders kitaplarında da akım, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişki Ohm yasası ile birlikte öğrencilere tanıtılmaktadır (Erbaş, 2016; Gündüz, 2016). Buna karşın, kitaplarda, Ohm yasasının sadece omik maddeler için ve sabit sıcaklıkta geçerli olduğu net bir şekilde vurgulanmamaktadır. Hatta üniversite düzeyindeki bir kitapta, çok sayıda fizikçinin Ohm yasasının aslında bir yasadan çok direncin tanımı olduğunu söyleyebileceği belirtilmektedir (Giancoli, 1998). Bunlara bağlı olarak, öğrenciler direnç tanımı ve Ohm yasasının tanımladığı sabit direnci birbirinden ayırmakta zorlanmaktadırlar (Gaigher ve Kriek, 2007). Bu durumda da, öğretmen adaylarının direncin, potansiyel fark ve akıma bağlı olduğunu düşünmeleri beklendiği bir sonuç olmaktadır. Bu sonucun sadece ülkemize özgü bir durum olmadığı Gaigher ve Kriek (2007) ile Johnstone ve Mughol'un (1978) çalışmalarından da anlaşılmaktadır. O'Sullivan (1980), Mc Ildowie (1998a) gibi araştırmacılar da direnç kavramının kavramsal olarak anlaşılmasının nedeninin Ohm yasası ile birlikte verilmesi olduğunu iddia etmektedirler. O'Sullivan (1980) direnç kavramının Ohm yasası ile birlikte verilmesinin karmaşıklık yarattığını ve öğrencilerin Ohm yasasını direncin tanımından başka bir şey olmadığını düşünmelerine yol açtığını ifade etmektedir. Bununla birlikte, McIldowie (1998a), Ohm yasasını, direnç kavramından önce vermenin suları bulandırmaktan başka bir işe yaramadığını iddia etmektedir. Ayrıca elinde Ohm yasasını dünya genelince ortadan kaldıracak bir düğme olsaydı, hiç tereddüt etmeden bu düğmeye basacağını dile getirmektedir. Bu söylemlerine dayalı olarak, Mc Ildowie (1998b) bir başka çalışmada Ohm yasasına değinmeden, metalik rezistörler, filaman lambalar ve yarıiletken diyotlar kullanılarak direncin tanımına dayalı, potansiyel fark ve akım arasındaki ilişkiyi açıklayıcı bir ders önerisinde bulunmaktadır. Diğer bir taraftan, Kipnis (2009) sorunun Ohm yasasının verilmiş şekliyle kaynaklandığını ifade etmektedir. Araştırmacı, ders kitaplarında Ohm yasasının devrenin sadece belirli bir kısmı için verildiğini söylerken, aslında George Simon Ohm'un öncelikle bütün bir devre için Ohm yasasını keşfettiğini belirtir. Ohm yasasının öğretiminde de, George Simon Ohm'un keşif sırasının izlenmesini önerir. Bu sayede öğrencilerin fiziksel yasalar ile ilgili fiziksel yasaların zamanla tekrar yorumlandığı, fizik yasalarının kullanımında sınırlılıklar olduğu, bir yasanın matematiksel fonksiyonun seçilen değişkenlere ve deneysel süreçlere bağlı olduğu gibi bilimin doğası konularında da anlayış geliştirebileceklerini vurgulamıştır. Bunlara ek olarak Ohm yasasında olduğu gibi fiziğe ait birçok yasa da matematiksel modeller ile gösterilir. Caillot ve Nguyen-Xuan (1993), akım, direnç, potansiyel fark gibi kavramların açıklanmasında matematiksel formüller kullanmanın çoğunlukla yanlış yorumlandığını belirtmişlerdir. Bir diğer taraftan, Frederiksen ve White (2000; Akt: Çepni ve Keleş, 2006), kavramların açıklanmasında matematiksel formüller kullanılması ile fen kavramlarının doğru anlaşılmasının mümkün olmadığını iddia etmiştir. Bu iddiayı destekleyen bir bulguya ulaştıkları araştırmalarında, Gaigher ve Kriek (2007), öğrencilerin direnci tele ait fiziksel bir özellikten ziyade matematiksel bir değişken olarak düşündükleri yargısına varmışlardır. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının bir kısmı dirençle ilgili sorulara, Ohm yasasını ifade eden $V=IxR$ formülünü yazarak matematik temeli olan açıklamalar yapmışlardır. Bu hususta, O'Sullivan (1980), fiziksel niceliklerin tanımları ve nicelikler arasındaki ilişkinin (yasaların) ayrımını gösterecek tanımlamalar yapılması durumunda pedagojik açıklığın sağlanacağını düşünmektedir.

Bu çalışmada tespit edilen diğer önemli bir bulgu ise, bir iletkenin direncinin devre elemanlarına bağlı olduğunun düşünülmesidir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının direnç kavramını açıklarken ve direncin bağlı olduğu değişkenleri ifade ederken verdikleri cevaplar arasında yer almaktadır. Özellikle bir iletkenin direncinin güç kaynağı, ampermetre, voltmeter gibi devre elemanlarından herhangi birine veya bir kaçına bağlı olduğunu düşünen öğretmen adaylarının oranı %24'tür. Bu gruptaki öğretmen adaylarının bir iletkenin direnci ile bir devrenin eşdeğer direnci arasındaki ayrımı yapamadıklarını söylemek mümkündür. Bu ayrımı yapamamalarında ise iki nedeninin etkili olduğu düşünülmektedir. Bunlardan ilki, öğretmen adaylarının üniversite öncesi aldıkları fen/fizik öğretimi süreçlerinde, direnç kavramı ile ilişkili olarak yaptıkları deneyler ve çözdükleri problemlerin deney düzeneği temelinde olmasıdır. Dolayısıyla direnç kavramının öğretiminde elektrik devre elemanları yer almaktadır ve öğretmen adayları bu deneylerin yapılması veya elektrik devreleri ile ilgili problemlerin çözülmesi sürecinde bir iletkenin direncini kavramsal olarak anlayamamakta ve bağlı olduğu değişkenleri ayırt

edememektedir. Öğretmen adaylarının direnci açıklarken ve bağlı olduğu değişkenleri belirtirken, devre elemanları ile ilişkili açıklamalar yapmasının diğer bir nedeninin, veri toplama işleminin laboratuvar dersi kapsamında yapılmış olması ve öğretmen adaylarının veri toplamadan önce, laboratuvar ekipmanlarını nasıl kullanacaklarını görmelerinin amaçlandığı bir deney yapmalarının olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak elektrik konusu için önemli bir yere sahip olan direnç kavramının öğrenilmesine rehberlik edecek çeşitli öneriler birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır. Bu önerileri hayata geçirmeden önce, öğrenmeyi bilişsel bir süreç olarak savunan öğrenme kuramlarında da önemine değinilen, öğrenci ön bilgilerinin ortaya çıkarılması gerektiği ifade edilmektedir. Bu araştırmada da, fen bilimleri öğretmen adaylarının, daha önce yapılan çalışmalarda ayrıca ele alınmayan direnç kavramı ile ilgili ön bilgileri belirlenmeye çalışılmıştır. Neticede, öğretmen adaylarının direnç kavramı ile ilgili ön bilgilerinin çoğunlukla hatalar içerdiği anlaşılmış ve bunun nedenleri tartışılmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda, fizik konularının öğretiminden sorumlu olan eğitimcilerin direnç konusunu içeren ders süreçlerini yapılandırırken bu çalışmadaki bulguları dikkate almaları ve/veya öğrencilerin ön bilgilerini tespit etmelerinde fayda vardır. Ayrıca, her ne kadar bu araştırmada kavram yanlışlığı tespit etme amacı olmasa da, elde edilen bulgulara bakıldığında sonuçların bir kısmı öğrencilerde kavram yanlışlıklarının varlığını göstermektedir. Dolayısıyla, araştırmacılara direnç kavramı ile ilgili kavram yanlışlıklarının tespit edilmesine yönelik ölçme aracı geliştirmeleri önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Angell, C., Guttersrud, O., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683–706.
- Ayutlu, I., & Sen, A. (2012). Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275–288.
- Ayutlu, I., & Şen, A. (2011). Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde ve Giderilmesinde Analojilerin Kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 221–250.
- Block, J. (1982). Assimilation, Accommodation, and the Dynamics of Personality Development. *Child Development*, 53(2), 281.
- Caillot, M., & Nguyen-Xuan, A. (1995). Adults' Understanding of Electricity. In M. Caillot (Ed.), *Learning Electricity and Electronics with Advanced Educational Technology* (NATO ASI S, pp. 131–146). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish Students' Conceptions about the Simple Electric Circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 269–291.
- Çıldır, I., & Şen, A. İ. (2006). Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 30(30), 92–101.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel Araştırma Yöntemleri*. (M. Bütün & Ş. B. Demir, Eds.). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Duit, R., & von Rhöneck, C. (1998). Learning and understanding key concepts of electricity. In A. Tiberghien, E. Jossem, & J. Barojas (Eds.), *Connecting Research in Physics Education*. Boise, Ohio: ICPE-International Commission on Physics Education, ICPE Books.
- Enghag, M., & Niedderer, H. (2005). Physics learning with exploratory talks during a miniproject—a case study of four girls working with electric circuits. *Journal of Baltic Science Education*, 4(1), 5–11.
- Erbaş, K. (2016). *Ortaöğretim Fizik 10 Ders Kitabı*. Ankara: Tuna Matbaacılık.
- Fer, S. (2011). *Öğretim Tasarımı* (2. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gaigher, E., & Kriek, J. (2007). Investigation of pre-service teacher's understanding of Ohm's Law. In I. Mutimucio & M. Cherinda (Eds.), *Proceedings of the 15th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education* (pp. 377–384). Maputo.
- Giancoli, D. C. (1998). *Physics* (5th editio). New Jersey: Prentice Halls.
- Gündüz, G. (2016). *Ortaokul Fen Bilimleri 7 Ders Kitabı*. Ankara: Sonuç Yayınları.
- Johnstone, A. H., & Mughol, A. R. (1978). The concept of electrical resistance. *Physics Education*, 13(1), 46.
- Kipnis, N. (2009). A Law of Physics in the Classroom: The Case of Ohm's Law. *Science & Education*, 18(3–4), 349–382.
- Lee, Y., & Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education*, 23(2), 111–149.
- Lin, J., & Chiu, M. H. (2007). Exploring the Characteristics and Diverse Sources of Students' Mental Models of Acids and Bases. *International Journal of Science Education*, 29(6), 771–803.
- McDermott, L., & Shaffer, P. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994–1003.
- McIldowie, E. (1998a). Some thoughts on law and order. *Physics Education*, 33(1), 35–37.
- McIldowie, E. (1998b). Teaching voltage-current relationships without Ohm's law. *Physics Education*, 33(5), 292–295.
- MEB. (2017). *Fen Bilimleri Dersi (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel Araştırma*. (S. Turan, Ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Miles, M., & Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Washington DC: Brookings.
- O'Sullivan, C. T. (1980). Ohm's law and the definitoun of resistance. *Physics Education*, 15(4), 237–239.
- Oon, P.-T., & Subramaniam, R. (2011). On the Declining Interest in Physics among Students—From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 33(5), 727–746.
- Ornek, F., Robinson, W. R., & Haugan, M. P. (2008). What makes physics difficult? 1*. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 30–34.
- Pardhan, H., & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301–318.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri*. (M. Bütün & S. B. Demir, Eds.). Ankara: Pegem Akademi.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Reigeluth, C., & Carr-Chellman, A. (2009). *Instructional-design theories and models (volume II)*. New York: Taylor and Francis.

- Senemoğlu, N. (2011). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramdan Uygulamaya* (20. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Sert-Çıbık, A. (2011). *Elektrik akımı konusunda yanlış kavramalar ve bunların giderilmesinde anolojilerle desteklenmiş proje tabanlı öğrenme yönteminin etkisi*. Gazi Üniversitesi, Yayınlanmamış doktora tezi.
- Serway, R. ., & Beichner, R. J. (2002). *Fen ve Mühendislik için Fizik 2* (5. baskıda). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Simons, P. R. . (1999). Transfer of learning: paradoxes for learners. *International Journal of Educational Research*, 31(7), 577–589.
- Stepans, J. (2006). *Targeting students' science misconceptions: Physical science concepts using the conceptual change model*. Florida: Showboard Inc.
- TDK. (2017). Güncel Türkçe Sözlük.
- Üstünlüoğlu, E. (2007). Beyin Temelli Öğretime Eleştirel Bir Yaklaşım, 7(2), 467–476.
- Viard, J., & Khantine-Langlois, F. (2001). The Concept of Electrical Resistance: How Cassirer's Philosophy, and the Early Developments of Electric Circuit Theory, Allow a Better Understanding of Students' Learning Difficulties. *Science and Education*, 10(3), 267–286.
- Yıldırım, A., Güneri, O., & Sümer, Z. H. (2002). *Development and Learning*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

It was unquestionably accepted by researchers that the learners do not come to the learning environment as the blank papers that are ready to write on. Learners may bring inadequate, incorrect or biased opinions to the learning environment (Stepans, 2006). All information brought to the learning environment is called pre-knowledge (Simonis, 1999). When the relationship between pre and new knowledge is taken into account, the need of considering the pre-knowledge while designing the teaching process of the new knowledge is evolving. Learning theories accepting the learning as a cognitive process highlight the importance of the pre-knowledge on learning. This is also important for the teaching of physics subjects.

Some researches show that the pre-service science teachers have also trouble in learning physics subjects (Gaigher & Kriek, 2007; Kara, Avcı, & Çekbaşı; Kiray, 2016; Salar, Uzun, Karaman, & Turgut, 2015). Science course content has so many (29) units that include physics subjects. Firstly, a science teacher should have enough physics content knowledge to guide the learning of these units effectively. Therefore, while designing teaching in education faculties, pre-knowledge of the pre-service science teachers should be detected especially in abstract physics concepts. For this reason, it is also important to detect the pre-service science teachers' pre-knowledge about the concept of the electrical resistance, which is on the basis of electric subject and is a hard abstract concept for learners to learn (Gaigher & Kriek, 2007; Viard & Khantine-Langlois, 2001). The aim of this study is to investigate the pre-knowledge of the pre-service science teachers about the concept of the electrical resistance. During the study, it was tried to be find out how the pre-service science teachers perceive the electrical resistance and what they know about the variables that resistance depend on.

2. Method

This study was designed in the basic qualitative study design stated by Merriam (2013), whose main aim is to reveal and to interpret the meanings. The study group is composed of the 74 pre-service science teachers attending the General Physics Laboratory II course during the spring semester of 2014-2015 academic year. This course includes the electricity and magnetism subjects and its lecture hour is two hours in a week, takes place in the spring semester of the Science Education Undergraduate Program. The electrical resistance concept that is under investigation in this study is the subject of the second experiment covered by this laboratory course.

The data was collected just before the second experiment through a structured test composing of the three open-ended questions. In the first question directed to the pre-service teachers, the teachers were expected to explain what the electrical resistance was. In the second question, the variables that the resistance depended on were asked. In the last question, it was asked that what happened to the magnitude of the resistance if the potential difference between two sides of the conductor became two times bigger.

The content analysis method was used to analyze collected data. All researchers of the study attended the content analysis process. The codes and categories were decided on during the analysis process.

3. Findings, Discussion and Results

In this study, it was aimed to explore the pre-knowledge of the pre-service science teachers taking the General Physics Laboratory II course. It tried to reveal how they perceive the concept of electrical resistance and what they have already known about the electrical resistance. It was found that the pre-service teachers more frequently defined resistance as "something" against the electrical current and also they defined it with the potential difference and the electrical current. The results of other studies show that the electrical resistance was explained by "something against electrical current" statement (Lee & Law, 2001; Pardhan & Bano, 2001).

According to this study's other findings, it was detected that many of the students explain resistance with wrong statements. As an example, it was found that they explained the concept of the electrical resistance by using the words: force, power and current. Similar results also present in the other studies (Aykutlu & Şen, 2012; Çıldır & Şen, 2006). In addition, according to the answers of an understanding level question asking the relation of the electrical resistance with the potential difference and the electrical current, most of the pre-service teachers believe that the electrical resistance depends on the properties of the conductor, the potential difference and the electrical current. It can be inferred from this finding that most of the pre-service science teachers listed wrongly or incompletely the variables that the resistance depended on. The result of a study by Çıldır and Şen (2006) conducted on high school students also puts forward that the students believe resistance will change by the electrical current and the potential difference.

In conclusion, it can be inferred that the pre-knowledge of the pre-service science teachers about the electrical resistance may be shaped under the effects of both the daily and the educational language that they exposed to during their school life. When it is searched in common Turkish Dictionary of Turkish Language Foundation, the electrical resistance is defined as the power of the opposition (TDK, 2017). Therefore, when the electrical resistance is introduced to students, it is possible for them to construct the concept by accepting the meaning in their daily language. This may be the reason why the pre-service science teachers define resistance as “something against current” and as “power”.

Moreover, Ohm’s law which is valid for only omic matters may be affecting their pre-knowledge. Since students have learned the concept of the electrical resistance with the subject of ‘Ohm’s law’ during their formal education, they might infer that electrical resistance is depended to the electrical current and the potential difference. Moreover, in the lecture books the concept of electrical resistance is given to the students by Ohm’s law (Erbaş, 2016; Gündüz, 2016). However, it is not underlined that Ohm’s law is prevalent for only omic materials and under constant temperature. It is also believed that the circuit elements presented in their answers may be related to the data collection process.