

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının “Elektrik ve Manyetizma” Konusundaki Kavramsal Anlamalarının İncelenmesi*

Investigation of Science Teacher Candidates’ Conceptual Understanding on “Electricity and Magnetism”

Arş. Gör. Bekir GÜLER¹, Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN²

¹ Sorumlu Yazar, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Eğitim Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Türkiye, bguler@bartin.edu.tr

² Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Buca Eğitim Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye, mehmet.sahin@deu.edu.tr

Geliş tarihi: 08.08.2017

Kabul Tarihi: 09.11.2017

ÖZ

Öğrencilerin kalıcı öğrenmelerinin kavramsal anlamının gerçekleşmesi ile oluştuğu bilinmektedir. İçerisinde çok sayıda soyut kavram barındırması sebebiyle fen konularının kalıcı öğrenilmesi daha zor olabilmektedir. Bu sebeple fen öğretimi sürecinin temel hedefi öğrencilerde söz konusu kavramsal anlamaların doğru şekilde oluşmasını sağlamaktır. Bireylerin bu soyut kavramlara yönelik kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi, fen öğretimi sürecini daha iyi şekillendirebilme konusunda önemli ipuçları sunabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının bir fizik konusu olan ve çok sayıda soyut kavram içeren “Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesidir. Çalışma 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan toplam 77 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen, açık uçlu sorulardan oluşan “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi” kullanılmıştır. Çalışmada, öğretmen adaylarının “Elektrik ve Manyetizma” kavramlarının bazılarına ilişkin eksikliklerinin bulunduğu, kavramların bazılarına ise diğer kavramlar ile ilişkilendirme noktasında sorun yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen eksik öğrenmelerin büyük oranda uygulamaya dayalı süreçlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Çalışmada bu doğrultuda lisans düzeyinde daha etkili bir fizik eğitim süreci sağlanmasına dair çeşitli öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik ve manyetizma, kavramsal anlama, fen eğitimi.

ABSTRACT

It is known that students achieve permanent learning only when conceptual understanding is achieved. Because of including many abstract concepts, science may be more difficult for permanent learning. Therefore, the main objective of science teaching is to ensure that the conceptual understandings of students are formed correctly. Identifying students’ levels of conceptual understanding related these abstract concepts may provide significant clues for designing a better science teaching. The purpose of this study was to identify pre-service teachers’ levels of conceptual understanding on "Electricity and Magnetism" which is a Physics topic and includes many abstract concepts. The study was performed with 77 pre-service teachers in total, who study in the Science Education Program of a state university during the fall semester of 2016-2017 academic year. "Electricity and Magnetism Conceptual Understanding Test", which consists of open ended questions developed by the researcher, was used as a data collection

* Bu çalışma, birinci yazarın doktora tez çalışmasının bir bölümü olup VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

tool. It was found out in frame of the study that pre-service teachers had deficiencies related to the concepts of "Electricity and Magnetism" and that they experienced problems when relating many of the concepts to other concepts. Moreover, it has been determined that the misconceptions identified are largely due to processes which are based on practice. Accordingly, various suggestions have been made in frame of the study with a view to ensure a more effective physics teaching process at undergraduate level.

Keywords: Electricity and magnetism, conceptual understanding, science education.

GİRİŞ

Günümüzde fizik konularının fen bilimleri dersi öğretim programı içerisindeki yeri yaklaşık %40 olmasına rağmen öğrencilerin en fazla zorlandıkları veya çekindikleri derslerden birisinin fizik dersi olduğu bilinmektedir (Soomro, Qaisrani & Uqaili, 2011; Kuvvetli Arpaguş, Moğol ve Ünsal, 2015; Timur, Timur, Özdemir ve Şen, 2016). Üniversite adaylarının son 3 yıl içerisinde Lisans Yerleştirme Sınavı (LYS)' nda cevapladıkları fizik testlerindeki ortalamalarına bakıldığında (2015 yılında: 7; 2016 yılında: 5,48; 2017 yılında: 7,26) en düşük net sayısına sahip derslerden birisinin fizik dersi olduğu görülmektedir. Hatta fen dersleri olarak bilinen fizik, kimya ve biyoloji derslerinin karşılaştırılması durumunda fizik dersinin aralarında en düşük ortalamaya sahip olduğu bilinmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının üniversiteye gelmeden önce de fizik dersinde başarılarının çok yüksek olmadığını göstermektedir.

Öğrenme sürecinde kavramların doğru şekilde tanımlanamaması, söz konusu kavramla ilişkisi olan diğer kavramların da yanlış öğrenilmesine sebep olabilir. Bu noktada "*kavram yanlışlığı*" terimi ile karşılaşmaktadır. Literatürde öğrencilerin kavramları kendi yorumları ile anlamlandırmalarına ve bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen yeni bir hal vermelerine kavram yanlışlığı denilmektedir (Clement, Brown & Zietsman, 1989). Yani, öğrencilerin kavramları bilimsel olarak bilinen halinden farklı şekilde tanımlamalarına kavram yanlışlığı adı verilmektedir. Kavramların doğru şekilde tanımlanması, aralarındaki ilişkilerin açıklanabilmesi ve uygulamaya geçirilebilmesini içeren öğrenme ise *kavramsal anlama* olarak ifade edilmektedir (Sinan, 2007a). Kavramsal anlama, kavramların ve gerçek hayata yansımalarının derinlemesine öğrenilmesidir.

İçerisinde barındırdığı soyut kavramların fazlalığından dolayı öğrenciler fizik konularını anlamada güçlük yaşayabilirler. Bu durum öğrencilerde fizik konularındaki kavram yanlışlarının artmasına sebep olabilmektedir. Edinilen bilgilerin yeni bilgilere temel oluşturması sebebiyle, bireylerin zihinlerinde şekillenen kavramlar, bireylerin diğer kavramları ve aralarındaki ilişkileri de aynı doğrultuda şekillendirmelerine yol açar. Bu sebeple bir fizik kavramına ilişkin bir kavram yanlışlığının oluşması, ilerleyen zamanlarda kazanılacak yeni bilgiler sırasında başka kavram yanlışlarının da oluşmasına sebep olabilir. Dahası, bu kavram yanlışlarının etkisi gittikçe büyüyerek ilerlemekte ve değiştirilmesi oldukça zor olmaktadır (Uyanık ve Dindar, 2016). Dolayısıyla fizik konularında kavram yanlışları zamanla birikmekte ve üstesinden gelinemez bir sorun haline gelmektedir.

Fen eğitimi bir süreç olarak düşünüldüğünde, bireylerin ortaokul çağından itibaren çeşitli kavramları öğrenmeye başladığı bilinmektedir. Bu dönemde oluşabilecek kavram yanlışları, kolay kolay düzeltilememekte, hatta üniversite düzeyindeki derslerde dahi yeniden ortaya çıkabilmektedir. LYS verilerinde görüldüğü üzere, lisans düzeyinde öğrencilerde dahi bu durumları gözlemlemek mümkündür. Fizik konularına yönelik yapılan lisans düzeyindeki çalışmalar da bu görüşü desteklemektedir (Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Salar, Uzun, Karaman ve Turgut, 2016; Magana, Sanchez, Shaikh, Jones, Tan, Guayaquil & Benes, 2017). Duruma fen öğretmen adayları üzerinden bakacak olursak, söz konusu kavram yanlışlarına önlem alınmadığında bir öğretmen adayının aynı hataları öğrencilerine de aktarması ve kavram yanlışları içeren bir öğretim süreci yürütmesi kaçınılmaz olabilir (Sinan, 2007b). Bu da

başarısız bir fen eğitimi sürecini beraberinde getirir. Fen kavramlarının bireylere içinde yaşadıkları doğayı ve işleyişini öğrettiği düşünüldüğünde, fen derslerinde edinilecek kavram yanlışlarının bireylerin doğanın işleyişine bakış açılarını ve yeni bilgiler edinme süreçlerini büyük oranda etkileyebilmesi söz konusudur. Görüldüğü üzere, fen kavramlarının etkili ve doğru bir şekilde kazandırılması fen öğretim sürecinin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır (Buluş Kırıkkaya ve Güllü, 2008). Bu sebeple, bireylerde var olan kavram yanlışlarının zamanında tespit edilerek öğretim sürecinin bu doğrultuda şekillendirilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır (Yağbasan ve Gülççek, 2003).

Etkili bir fen eğitiminin sağlanabilmesi için işe fen bilgisi öğretmenlerinden ve hatta öğretmen adaylarından başlamak, kavramsal anlama boyutunda doğru temeller atılmasını sağlayabilir. Bu sebeple genelde fen özelde ise fizik dersindeki başarısızlığın giderilebilmesi için öğretmen adaylarının fizik kavramlarını anlama durumlarının incelenmesi önem arz etmektedir. Aycan ve Yumuşak (2002), üniversite öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada, öğrencilere fizik konularının listesini vererek içlerinde en zorlandıkları konuları ifade etmelerini istemişlerdir. Öğrenciler en zor konunun “Elektrik ve Manyetizma” konusu olduğunu belirtmişlerdir. “Elektrik ve Manyetizma” konusu akım, gerilim, direnç, yük, manyetik alan, manyetik kuvvet, indüksiyon, sığa gibi birçok kavram içermektedir. Bu yönüyle fizik konuları arasında mekanik kavramlara nazaran daha fazla soyut kavram içermektedir (Magana vd., 2017). Bu sebeple bireylerin “Elektrik ve Manyetizma” kavramlarını ve işleyişlerini anlamaları daha zor olabilmektedir (Ergin ve Atasoy, 2013). Öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerinin değerlendirilmesi ve gerekli kavramsal değişimlerinin sağlanması, hem kendi öğrenme süreçlerinde iyileştirmeler yapılmasını, hem de ileride yürütecekleri derslerin kalitesinin artırılması noktasında oldukça önemlidir. Bu bilgiler doğrultusunda bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının “Elektrik ve Manyetizma” konusundaki kavramsal anlamalarının belirlenmesidir.

YÖNTEM

Fen bilgisi öğretmen adaylarının “Elektrik ve Manyetizma” konusuna yönelik sahip oldukları kavramsal anlamalarını incelemek üzere betimsel bir araştırma yapılmıştır. Araştırma, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan toplam 77 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Katılımcıların 43’ü 2. sınıf, 34’ü ise 3. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır.

Araştırmada, öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi” kullanılmıştır. “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi”nin geliştirilmesinden önce, literatürde yer alan kavramsal anlama testlerine dair bir inceleme yapılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında, kavramsal anlamaların belirlenebilmesi amacıyla çeşitli veri toplama araçlarının kullanıldığı görülmüştür. Bunlardan bazıları; çoktan seçmeli testler (Uyanık ve Dindar, 2016), iki aşamalı testler (Çakır ve Aldemir, 2011), üç aşamalı testler (Caleon ve Subramaniam, 2010; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Aykutlu ve Şen, 2012; Taşlıdere, Korur ve Eryılmaz, 2012), kavram haritaları (Aykutlu ve Şen, 2012) ve açık uçlu sorulardır (Alkış, 2006; Ayvacı ve Şenel Çoruhlu, 2009; Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu, 2013). Bu veri toplama araçları, aşamalarına ve sundukları veri çeşidine bağlı olarak kavramsal anlamalar konusunda farklı düzeylerde veriler sağlayabilmektedirler. Çoktan seçmeli testler öğrencilerin verebilecekleri cevapları belirli bir çerçevede içerisinde sınırladığı için uygulama anlamında kolay, sunduğu veriler açısından ise daha zayıftır. İki ve üç aşamalı testler ise öğrencilerin ilk aşamada vermiş oldukları cevaba yönelik ek bilgiler sunarak kavramsal anlama düzeylerinin daha detaylı şekilde incelenebilmesine olanak sağlarlar. Hazırlama ve uygulama anlamında nispeten daha çok zaman alan açık uçlu soruların yer aldığı testlerde ise öğrencilerin verecekleri cevaplar çok daha detaylı şekilde incelenebilmektedir. Bu sayede kavramsal anlama düzeyinin

daha doğru tespit edilmesi ve olası yanlışlık ya da eksikliklerin arkasında yatan nedenlerin daha iyi görülmesi de mümkün olabilmektedir (Alkış, 2006). Araştırmada yer alan öğretmen adaylarının yaş ve bilgi düzeyleri dikkate alındığında, açık uçlu sorular ile veri toplamanın daha detaylı ve sağlıklı veriler sunabileceği düşünülmüştür. Bu sebeple öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını tespit etmek amacıyla açık uçlu sorulardan meydana gelen bir kavramsal anlama testi hazırlanmıştır.

Testin hazırlanması sürecinde ilk olarak ders içeriğinde yer alan konular (Elektrostatik, Ohm kanunu, dirençlerin bağlanması, bir iletkenin direnci, kondansatörler, üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan, indüksiyon akımı, elektrik motoru) belirlenmiştir. Ardından bu konular kapsamında öğretilmesi hedeflenen kavramlar (direnç, akım, gerilim, elektriklenme, manyetik alan, indüksiyon, kondansatör, elektrik yükü, sığa, iletkenlik, yalıtkanlık, seri ve paralel bağlama, manyetik çekim kuvveti, manyetik etki, mıknatıslanma, manyetik akı, manyetik alan şiddeti, manyetik alan çizgileri) incelenerek kavramsal anlama testinin genel çerçevesi çizilmiştir. Bu çerçeve doğrultusunda, belirlenen kavramlara yönelik birden fazla sorunun yer aldığı taslak bir test hazırlanmıştır. Taslak testte, bazı sorularda tek kavrama yönelik bir durum yer alırken, bazılarında aynı soruda birden fazla kavramla ilişkili durumlara yer verilmiştir.

Taslak testin hazırlanmasının ardından testin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla 6 uzmandan görüş alınmıştır. Bu aşamada, her bir soru için kullanılabilirlik düzeyinin belirlendiği bir görüş rubriği hazırlanmıştır. Hazırlanan uzman görüş rubriği yardımıyla alınan görüşlerde sorulardan bazılarının kavramları çok fazla tekrara düşürmesi sebebiyle kullanılmaması gerektiği, bazı soruların görsellerinin cevapların kapsamını daraltmamak adına değiştirilmesi gerektiği, bazı soruların anlaşılabilirliğini arttırmak amacıyla kelime bazında değişiklikler yapılması gerektiği önerilmiştir. Belirtilen öneriler kapsamında sorularda gerekli görülen düzeltmeler yapılmıştır. Söz konusu düzeltmelerin yapılmasının ardından testin 18 soruluk hali Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 2, 3 ve 4. sınıflarında öğrenim görmekte olan 15 öğrenciye uygulanmıştır. Bu uygulamadan elde edilen cevaplara betimsel analiz yapılmıştır. Bu analizde, verilen cevaplar önce listelenmiş bir şekilde yazılmış, ardından bilimsel olarak kabul edilebilirlik düzeylerine göre kategorize edilmiştir. Analizin ardından öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri sorular ve cümle yapıları tespit edilmiştir. Aynı zamanda sorulara ait görseller arasında anlaşılabilirliği etkileyebilecek olan başka görseller de tespit edilmiştir. Alınan dönütler doğrultusunda gerek cümle yapılarında gerekse görsellerde düzenlemeler yapılmıştır. 12 soru olarak son hali verilen “Elektrik ve Manyetizma Kavramsal Anlama Testi”, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programının 2 ve 3. sınıfında öğrenim görmekte olan 77 öğretmen adayına uygulanmıştır. Testin iç tutarlılığını sağlamak için cevaplar bir ay aralıkla ikinci kez incelenerek yeniden kategorize edilmiştir.

BULGULAR

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar, testin son hali ile birlikte hazırlanmış olan cevap anahtarı doğrultusunda değerlendirilmiştir. Değerlendirme yapılırken cevaplar “Bilimsel olarak kabul edilebilir”, “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” ve “Bilimsel olarak kabul edilemez” olmak üzere 3 kategori altında incelenmiştir. Değerlendirmenin ardından testin tutarlılığını test etmek amacıyla bir ay arayla ikinci bir değerlendirme yapılmıştır. İkinci değerlendirmenin ardından bulgulara son hali verilmiştir. Bulgular, her bir soru için tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 1, “Bir iletken telin direncinin artırılması için yapılabilecekler” konusunda sorulan 1. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 1. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
	2.sınıf	3.sınıf
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>		
Uzunluğunu arttırırım	%20.93	%29.41
Telin kesit alanını azaltırım	%18.60	%5.88
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Telin kesit alanını azaltarak direncini azaltırım		%2.94
Direnci daha fazla olan malzemeden yapılmış bir tel kullanırım	%2.33	%2.94
Kesit alanını artırarak, uzunluğunu arttırırım	%4.66	%2.94
Telin cinsini değiştiririm	%11.62	%2.94
Telin boyunu ve kesitini azaltırım	%2.33	
Telin uzunluğunu değiştiririm	%2.33	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
Boyunu kısaltırım	%6.97	%11.76
Isıyı daha iyi ileten bir tel ile değiştiririm	%9.30	%5.88
Direnci arttırırım.		%2.94
Kesit alanını arttırırım	%11.62	%5.88
Sarım sayısını azaltırım		%2.94
Direncini düşürürüm		%5.88
Direnci daha düşük bir tel ile değiştiririm		%2.94
Telin üzerine elektriği iyi ileten malzemeler monte ederim		%2.94
Telin etrafını alüminyum folyo ile sararım	%4.66	
“Bilmiyorum”	%4.65	%8.79

Tablo 1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının bir iletken telin direncini arttırmak için yapılabilecek işlemler konusunda verdikleri cevapların 2. sınıf düzeyinde yaklaşık %40' lik, 3. Sınıf düzeyinde ise yaklaşık %35'lik bir kısmının “bilimsel olarak kabul edilebilir” nitelikte olduğu görülmektedir. Verilen cevaplar arasında, telin direncini arttırabilecek 2 alternatifte yer verilmiştir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” cevaplara bakıldığında öğretmen adaylarının alternatif adımların sadece bir kısmını doğru bildikleri görülmektedir. “Bilimsel olarak kabul edilemez” cevaplara bakıldığında ise telin doğru özelliklerine odaklanıldığı, ancak değişikliğin yönünün yanlış belirlendiği görülmektedir. Bu noktada telin özellikleri ile direnci arasındaki ilişkinin tam anlamıyla kavranamamış olduğu söylenebilir. Ayrıca, 2. Sınıfların %4.65' i soruya “Bilmiyorum” cevabını verirken, 3. Sınıflarda bu oran %8.79 olmuştur.

Tablo 2, “Yüklü bir ebonit çubuğun çektiği kâğıtların bir süre sonra yere düşmesinin sebebi” konusunda sorulan 2. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 2. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
	2.sınıf	3.sınıf
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>		
Yükler eşitlenmeye başladığı için çekim kuvveti azalır	%72.09	%29.41
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Çubuktaki elektrik yükü biter	%6.97	%5.88
Çubuk yükleri kaybeder	%6.97	%5.88
Çekim kuvveti azalır	%9.30	%8.82
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
Kuvvetin süresi bitmiştir	%2.33	
Elektronlar durduğu için		%2.94
Yeterince elektrik yüklenmemiştir	%2.33	
Sürtünme bittiği için		%11.76
Etkileşim kaybolmuştur		%2.94

Dengesizleşen yükler çubuğun uçlarına homojen dağıldığı için	%8.82
Yer çekimi daha büyük olduğu için	%2.94
Çubuk soğuduğu için	%8.82
Bir yük alışverişi gerçekleşmediği için	%2.94
Çekim enerjisi başka enerjiye dönüştüğü için	%2.94
“Bilmiyorum”	%5.91

Tablo 2 incelendiğinde, 2.sınıf düzeyindeki öğretmen adaylarının soruya büyük oranda (%72) “Bilimsel olarak kabul edilebilir” düzeyde cevap verdikleri, bunun yanı sıra 3. Sınıf düzeyindeki öğretmen adaylarının düşük oranda (%29) oldukları görülmektedir. “Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir” kategorisinde ise öğretmen adaylarının bir yük bulunmasından ve yük geçişinden bahsetmelerine rağmen, tam olarak sürecin nasıl işlediğini açıklayamadıkları, cevaplarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte 2. sınıf düzeyinde “Bilimsel olarak kabul edilemez” düzeydeki cevap oranının (%4.66) 3. sınıf düzeyine göre (%44.1) oldukça düşük olduğu görülmektedir. Diğer yandan 2. Sınıf düzeyindeki öğretmen adaylarının tamamı soruya cevap verirken, 3. Sınıf düzeyinde “Bilmiyorum” yanıtını verenlerin oranı (%5.91) çıkmıştır.

Tablo 3, “Market arabalarının elimizi çarpması olayının nemli ve sıcak havalarda daha sık görülmesinin sebebi” konusunda sorulan 3. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 3. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
	2.sınıf	3.sınıf
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>		
Sıcak ve nemli havada yük geçişi daha kolay olacağı için	%25.58	%17.65
Nemli havada bulunan su tanecikleri yük geçişini kolaylaştırdığı için		%5.88
Elektronların kinetik enerjisi arttığı için		%8.82
Elektrik sıcak ve nemli havada daha çok iletilir		%11.76
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>		
Market arabasının bir anda ortam değiştirmesinden dolayı	%4.66	
Sıcak ve nemli ortamlarda elektriksel kuvvetler daha fazla üretilir	%2.33	
Yük atlaması olduğu için	%2.33	
Sıcak havada daha çok elektriklenme görülür	%13.95	%2.94
Daha çok elektronla yüklendiği için	%6.97	
Şartlar daha uygun	%2.33	
Tanecikler daha hızlı hareket ettiği için		%5.88
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>		
Güneş ışınlarının daha belirgin olmasından dolayı	%2.33	
Elektrik güçlendiği için	%2.33	%2.94
Zıt yüklü olduğumuz için	%2.33	
Elektronlar daha fazla enerjiye sahip olduğu için	%2.33	
Havanın yayılma hızı sıcakta daha fazla olduğundan		%2.94
Güneş elektriklenmeyi sağladığı için		%2.94
Sürtünme sıcakta daha çok olduğu için		%2.94
Çekim kuvveti arttığı için		%5.88
Metallerin genleşmesinden dolayı		%2.94
Enerji farkından dolayı		%2.94
“Bilmiyorum”	%32.53	%23.55

Tablo 3’ te yer verilen cevaplara bakıldığında, soruya bilimsel olarak kabul edilebilir seviyede cevap verenlerin oranının 2. sınıflarda yaklaşık %26, 3. sınıflarda ise yaklaşık %44 olduğu görülmektedir. 2. sınıflarda tek tip cevap verilmiş olmasına karşın, 3. sınıflarda daha

çeşitli cevaplar verilmiştir. Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir cevaplar arasında ise 2. sınıf düzeyinde daha çeşitli cevaplar olduğu görülmektedir. Cevaplarda öğretmen adaylarının olayı yük, elektriklenme, elektron ve kinetik enerji kavramları ile ilişkilendirmeyi başardıkları, ancak gerçekleşen olayı eksik ifade ettikleri görülmektedir. “Bilmiyorum” cevabını verenlerin oranına bakıldığında ise her iki sınıf düzeyinde de yüksek oranda öğretmenin adayının bu cevabı verdikleri görülmektedir. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilemeyecek düzeydeki cevaplara bakıldığında her iki seviyede de öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının bu cevapları verdiği görülmektedir. Bu yüksek oranlar doğrultusunda, katılımcıların bu kavramlar ve aralarındaki ilişkileri anlama konusunda nispeten düşük düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 4, “İçerisinde bir ampul olan basit bir elektrik devresine seri şekilde bir ampul eklenmesi durumunda devredeki akım ve gerilim değerlerinin durumu” konusunda sorulan 4. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 4. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Akım azalır, gerilim değişmez	%6.97	
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Akım azalır, gerilimi bilmiyorum.	%11.62	
İkisi de azalır	%2.33	%2.94
Akım azalır, gerilim artar	%9.30	%11.76
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
Akım değişmez, gerilim artar	%18.60	%5.88
İkisi de artar		%2.94
Bir değişiklik olmaz	%34.88	%26.47
Akım değişmez gerilim azalır	%6.97	%11.76
Akım değişmez, gerilimi bilmiyorum	%4.66	%5.88
“Alakasız bilgi”	%4.66	%11.76
“Bilmiyorum”		%20.61

4. soruya verilen cevaplara bakıldığında, 3. sınıf düzeyinde bilimsel olarak kabul edilebilir cevap veren hiçbir öğretmen adayı olmadığı, 2. sınıf düzeyinde ise oranın oldukça düşük olduğu görülmektedir. Diğer yandan bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir düzeydeki cevapların oranının da 3. sınıflarda daha düşük olduğu görülmektedir. Her iki sınıf seviyesinde de bilimsel olarak kabul edilemez nitelikte cevapların oranının oldukça yüksek olduğu (2.sınıf: %70, 3.sınıf: %65) görülmektedir. Bu değerden hareketle öğretmen adaylarının seri bağlama konusunda düşük seviyede kavramsal anlamalara sahip oldukları söylenebilir. Nitekim, verilen cevaplara detaylı bakıldığında akım ve gerilim değerleri ile ilgili yorumların genellikle ters yönde ifade edildiği görülmektedir.

Tablo 5, “Özdeş devre elemanları (2 pil, 1 ampul ve kablolar) ile kurulan basit iki elektrik devresinden birincisinde pillerin daha erken bitmesinin sebebi” konusunda sorulan 5. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 5. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Birinci seri ikinci paralel	%39.53	%26.47
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Biri seri diğeri paralel	%23.25	%35.29
Birinci paralel, ikinci seri	%6.97	%5.88
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf

Pillerin gücü farklı	%2.33	%5.88
Pil bozulmuş	%4.66	%2.94
Diğer	%23.25	%5.88
“Bilmiyorum”		%17.66

5. soruya verilen cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının devrelerdeki pillerin erken bitme sebebini büyük oranda pillerin devreye bağlanma şekilleri ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Ancak ilişkinin yönünü açıklayabilme konusunda oran 2.sınıflarda %39.53 iken 3. sınıflarda %26.47 çıkmıştır. Gerçekleşen olayı doğru kavramla ilişkilendiremeyenlerin oranı ise 2. sınıflarda yaklaşık %30, 3. sınıflarda ise yaklaşık %32 çıkmıştır. Öğretmen adaylarının pillerin seri ve paralel bağlanması ile ilgili olan bu soruya verdikleri cevaplar ışığında, kavramı ilişkilendirme ve ilişkinin yönünü doğru ifade edebilme konusunda büyük bir kısmının yetersiz olduğu söylenebilir.

Tablo 6, “Elektrik devrelerinde daha kalın kablo kullanılmasının sebebi” konusunda sorulan 6. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 6. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Direnci daha düşük olacağı, yanmayacağı için	%16.28	%14.71
Daha çok akım iletir	%37.21	%44.12
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Direnci ve gerilimi düşürmek için	%2.33	
Akım ile ilgilidir		%2.94
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
Direnci artırmak için	%4.66	
“Bilmiyorum”	%39.52	%38.23

Elektrik devrelerinin bazılarında daha kalın kablo tercih edilmesinin sebebini soran 6. soruya verilen cevaplar incelendiğinde, her iki sınıf seviyesinde de öğretmen adaylarının yarısından fazlasının bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar sundukları görülmektedir. Bununla birlikte, bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir ve kabul edilemez kategorisinde çok az cevabın yer aldığı dikkat çekmektedir. Doğru cevabı veremeyen öğretmen adaylarının büyük bir kısmının (2.sınıf: %39.52, 3.sınıf: %38.23) “Bilmiyorum” cevabı verdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının bu soruda iletkenin özellikleri ile direnç ve akım arasındaki ilişkileri büyük oranda açıklayabildikleri söylenebilir.

Tablo 7, “Özdeş devre elemanları (2 pil, 1 ampul ve kablolar) ile kurulan (birisinde piller paralel, diğerinde seri bağlı) iki elektrik devresinde birer pilin boş bir pil ile değiştirilmesi durumunda devrelerdeki ampullerin son durumu” konusunda sorulan 7. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 7. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
İlk devrede devam eder, ikincide durur	%20.93	%11.76
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
İkisi de yanmaz	%4.66	%29.41
İkisi de devam eder	%25.58	%2.94
İkisi de etkilenmez	%2.33	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf

“Bilmiyorum”	%46.50	%55.89
--------------	--------	--------

Pillerin seri ve paralel olduğu iki ayrı elektrik devresinde birer pilin boş bir pil ile değiştirilmesi durumunda devrede yer alan ampullerin durumunu soran 7. soruda öğretmen adaylarının büyük bir kısmı “Bilmiyorum” yanıtını vermiştir. Ayrıca her iki sınıf düzeyinde de en küçük yüzdeler dilimi bilimsel olarak kabul edilebilir cevabı verenler oluşturmuştur. Bu değerlere bakıldığında, öğretmen adaylarının piller ve devreye bağlanma şekilleri konusunda zayıf kavramsal anlamalara sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 8, “Prizden çıkarılan şarj cihazının ışığının bir süre daha yanmasının sebebi” konusunda sorulan 8. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 8. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
İçerisinde yer alan kondansatör nedeniyle	%4.66	%11.76
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Elektrik depolanıyor	%9.30	%11.76
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
“Bilmiyorum”	%86.04	%76.48

Prizden çıkarılan elektronik cihazın ışığının bir süre daha yanmasının sebebini soran 8. soruya verilen cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının oldukça küçük bir kısmının olayı kondansatör ile açıkladıkları görülmektedir. Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir cevabı veren diğer bir küçük grup ise durumu elektrik depolanması ile açıklamış, yük ve kondansatör kavramını ifade etmemiştir. Her iki sınıf düzeyinde de en büyük yüzdeler dilimi kaplayan grup ise “Bilmiyorum” cevabını verenler olmuştur. Genel tabloya bakıldığında, her iki sınıf düzeyinde de dağılımların yaklaşık aynı olduğu görülmektedir. Verilere bakıldığında öğretmen adaylarının kondansatör ile ilgili kavramsal anlamalarının oldukça düşük olduğu söylenebilir.

Tablo 9, “Ahşap bir masanın alt yüzeyinde bulunan bir mıknatısın masanın üst yüzeyinde bulunan bir mıknatısı nasıl hareket ettirebildiği” konusunda sorulan 9. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 9. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Mıknatısın, diğer mıknatısın manyetik alanının içinde kalmış olması	%34.88	%35.29
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Mıknatıslanmanın etkisi fazla olduğu için		%26.47
Mıknatısın çekim gücü fazladır	%23.25	
Ahşap masa manyetik etkiyi değiştirmez	%2.33	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
“Bilmiyorum”	%39.54	%38.24

Arasında ahşap bir masa bulunan iki mıknatısın birbirini etkileyebilmesinin sebebini soran 9. soruya verilen cevaplar incelendiğinde, her iki grupta da bir kısmının durumu mıknatısların manyetik alanları ile açıkladıkları görülmektedir. Yine önemli bir kısmının ise soruya “Bilmiyorum” cevabını verdikleri ve olayı hiçbir kavramla ilişkilendirmedikleri görülmektedir. Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir cevapların ise nispeten az oranda, ancak her iki grupta da neredeyse aynı oranda geldiği görülmektedir. Kısmen kabul edilebilir cevaplara bakıldığında öğretmen adaylarının mıknatısın manyetik bir etkisinden bahsettikleri ancak ahşap masa ile olan ilişkiyi tam olarak açıklayamadıkları görülmektedir.

Tablo 10, “Elektromıknatısın yapısında yer alan bakır telin bobin şeklinde olmasının sebebi” konusunda sorulan 10. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 10. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Bobindeki sarım sayısının artması mıknatısın çekim kuvvetini artırır	%44.19	%55.88
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
“Bilmiyorum”	%44.18	%23.53
Sarım sayısının artması akımı arttırdığı için	%9.30	%20.59
Manyetik alan oluşturmak için	%2.33	

Elektromıknatısların içerisinde bulunan telin bobin şeklinde olmasının sebebini soran 10. soruya verilen cevaplar, öğretmen adaylarının olayı büyük oranda açıklayabildiklerini göstermektedir. Bilimsel olarak kısmen kabul edilebilir düzeyde bir cevap bulunmazken, her iki grupta da önemli bir oranda katılımcı bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar vermiştir. Yine önemli denilecek bir orana sahip olan “Bilmiyorum” cevabını verenler ise, her iki sınıf düzeyinde de elektromıknatıs, manyetik alan, manyetik etki gibi kavramların ve elektromıknatısların çalışma prensibinin tam olarak kavranamadığının göstergesi sayılabilir.

Tablo 11, “Basit elektromıknatıs yapımında demir çivi kullanılmasının sebebi” konusunda sorulan 11. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 11. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Demir manyetik alanı yoğunlaştırdığı için	%20.93	%2.94
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
Tahta cisim manyetik etkiye tepki vermez	%2.33	
“Bilmiyorum”	%76.74	%97.06

Tablo 11 incelendiğinde, öğretmen adaylarının elektromıknatıs yapımında demir çivi kullanılmasının sebebini çok büyük bir oranla “Bilmiyorum” olarak cevapladıkları görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilebilir düzeyde cevap verenler ise, 2. sınıf düzeyinde nispeten daha fazla olmakla birlikte, düşük düzeyde kalmıştır. Cevapların fazla çeşitlenmemiş olmasından yola çıkarak, öğretmen adaylarının elektromıknatıs ve çalışma prensibi konusunda edindikleri kavramaların ve uygulamalı deneyimlerinin yetersiz düzeyde olduğu söylenebilir.

Tablo 12, “Basit bir elektrik motoru ve bir ampul ile kurulan elektrik devresinde motorun dış bir kuvvet aracılığıyla hareketi ile ampulün yanması olayının nasıl gerçekleştiği” konusunda sorulan 12. soruya verilen cevapları ve cevaplara ait frekans yüzdelerini göstermektedir.

Tablo 12. Soruya Verilen Cevaplar ve Cevaplara Ait Frekans Yüzdeleri

Cevaplar	Frekanslar	
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Tekerlek dönünce manyetik etkiyle akım oluşturur	%27.90	%5.88
<i>Bilimsel Olarak Kısmen Kabul Edilebilir</i>	2.sınıf	3.sınıf
Dönen motordan hareket enerjisini elektrik enerjisi elde edildiği için	%67.44	%73.53
<i>Bilimsel Olarak Kabul Edilemez</i>	2.sınıf	3.sınıf
“Bilmiyorum”	%4.66	%20.59

Bir elektrik motorunun hareketi ile ona bağlı olan ampulün yanmasının nasıl mümkün olduğunu soran 12. soruya verilen cevaplara bakıldığında, öğretmen adaylarının büyük oranda

süreçteki manyetik etkiden ve bu etki ile oluşan akımdan bahsetmedikleri görülmektedir. 2. sınıf düzeyinde bu etkiden bilimsel olarak kabul edilebilir şekilde bahsedenlerin oranı 3. sınıf düzeyine göre daha fazla çıkmıştır. Bu etkiden bahsetmeden durumu açıklayan grup ise, enerji dönüşümünün varlığını ifade etmekle birlikte, bu dönüşümde meydana gelen olayı tam anlamıyla ifade edememiştir. “Bilmiyorum” cevabı verenlere bakıldığında ise 3. sınıf düzeyinde oranın 2. sınıflara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Duruma bakıldığında, öğretmen adaylarının indüksiyon akımı ile ilgili net bir ifade kullanmadıkları, indüksiyon akımının oluşma sürecini de büyük oranda açıklayamadıkları söylenebilir. Elektrik motorunun bağlı olduğu devrede tek yönlü olarak (Elektrik>>Hareket) çalışması gerektiği düşüncesi, öğretmen adaylarının olayı indüksiyon akımı ile ilişkilendirememelerine sebep olmuş olabilir. Kavramın olaylarla ilişkilendirilmesi boyutunda öğretmen adaylarının yetersiz düzeyde oldukları söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Sorulara verilen cevaplar, öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusunda kavramsal anlamaları hakkında önemli bilgiler sunmuştur. En sık karşılaşılan konulardan birisi olan “Bir iletkenin direnci” konusunda öğretmen adaylarının önemli oranda kabul edilebilir cevaplar verdikleri, her iki sınıf düzeyinde birbirine yakın oranlar çıktığı görülmüştür. Kabul edilebilir cevap veremeyenler ise direnci etkileyen etmenleri doğru ifade edebilmelerine rağmen etkinin yönü konusunda yanılgıya düşmüşlerdir. Bu sonuca bakılarak öğretmen adaylarının bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunu kavramış oldukları, ancak bir kısmının bu faktörlerin etkileri konusunda eksiklikleri olduğu söylenebilir. Elektrostatik konusunda verilen cevaplar ise öğretmen adaylarının kavramları bildiklerini ancak bu kavramlar arasındaki ilişkileri açıklamada yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Devre elemanlarının elektrik devresinde seri ya da paralel bağlanması durumunu inceleyen sorularda öğretmen adaylarının yetersiz cevaplar sundukları görülmüştür. Seri ve paralel bağlama durumlarında devrede ne gibi değişiklikler olabileceğine dair yeterli açıklama yapamadıkları, bu değişikliğin devredeki akım ve gerilim değerleri ile ilişkisini ifade edemedikleri dikkat çekmiştir. Bazı sorularda önemli sayıda öğretmen adayının “Bilmiyorum” ifadesini kullandığı görülmüştür. Manyetik etki ve manyetik alan kavramları ile ilgili sorularda da benzer şekilde kavramları bildikleri ancak bu kavramların etkilerini açıklama konusunda yetersiz kaldıkları görülmüştür. Özellikle manyetik alan içerisinde yer alan cisimlerin manyetik kuvvet ile nasıl bir etkileşime girebileceği konusunda çok sayıda öğretmen adayı bilgisini ifade etmiştir. Buna bağlı olarak manyetik etkiden faydalanılarak oluşturulan elektrik devrelerini de açıklayamadıkları, indüksiyon akımı kavramını ise hiç kullanmadıkları görülmüştür. Magana vd. (2017) de yapmış oldukları çalışmada lisans düzeyinde indüksiyon konusundaki öğrenmelerin daha zayıf olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlardaki uyumlar düşünüldüğünde, indüksiyon akımı ve uygulamalarının öğretiminde daha etkili yöntemlere veya etkinliklere ihtiyaç duyulduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının kavramları tek tek ifade etme konusunda nispeten başarılı olmalarına rağmen, kavramlar arasında ne tür ve ne yönde bir ilişki olduğunu açıklayamamaları konunun uygulama boyutu ile ilgili eksiklikleri hakkında önemli ipuçları verebilmektedir. Cevapların tamamına bakıldığında, öğretmen adaylarının temel probleminin teorik olarak bildikleri kavramları gerçek olaylar ile ilişkilendirememesi olduğu görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak da bir kavramın diğer kavramlar ile ilişkisini açıklamakta zorluk çekmektedirler. Bu durum, bildikleri teorik bilgileri günlük hayata aktaramamalarına ve kavramsal anlamalarının zayıf kalmasına sebep olmaktadır. Her bir öğrenmenin yeni öğrenmeler için bir temel oluşturduğu göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konusundaki doğru kavramsal anlamalardan uzaklaşmaları söz konusu olmaktadır. Nitekim bu durumu cevapların yer aldığı tablolarda gözlemlemek mümkündür. Tablolara bakıldığında bazı sorularda cevap çeşitliliğinin arttığı görülmektedir. Bu artış 2. Sınıf düzeyinde kısmen kabul edilebilir cevaplar üzerine olurken 3. Sınıflarda

bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar üzerine olmaktadır. Bu durum sınıf düzeyi artıp uygulamalardan uzaklaştıkça kavram yanlışlarının oluşması veya artmasının mümkün olduğunun bir göstergesi sayılabilir.

Fizik konularının, özellikle Elektrik ve Manyetizma konusunun, oldukça fazla sayıda soyut kavramlar içermesi, kavramların ve aralarındaki ilişkilerin anlamlandırılmasını güçleştirmektedir. Nitekim sonuçlar da öğretmen adaylarının büyük oranda bu ilişkileri kurmakta zorlandıklarını göstermektedir. Ergin ve Atasoy (2013), bireylerin bu konuda zorlanmalarının sebepleri arasında, önceki öğrenmelerin göz ardı edilmesinin ve soyut kavramların gerekli uygulamalar ile desteklenmemesinin olabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla bu konuların öğretim sürecinde uygulamalar ve laboratuvar çalışmaları olmazsa olmaz bileşenlerdir. Buna ek olarak bu bileşenlerin de en etkili ve verimli şekilde sürece dâhil edilmeleri, konuların kavranması ve günlük hayattaki olaylara aktarılabilmesi için gereklidir. Kavramsal anlamının temellerinin ilk ve ortaokul düzeyinde atıldığı düşünüldüğünde, bu seviyedeki öğrencileri yetiştirecek olan öğretmenlerin oldukça iyi eğitim almış olmaları ve konuları en iyi şekilde kavramış olmaları gerekmektedir. Bu durum ise öğretmen yetiştirme sürecinde etkili bir lisans eğitimi, dolayısıyla içerisinde uygulama ve laboratuvar çalışmalarını barındıran bir lisans eğitimi gerekli kılmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında yeni çalışmalara yönelik bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Lisans düzeyinde yapılacak olan derslerde öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerinin önceden belirlenmesi, daha etkili bir öğretim süreci sağlayabilir.
- Kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda çoktan seçmeli testler yerine açık uçlu testlerin veya 2-3 aşamalı testlerin tercih edilmesi, kavram yanlışlarının arkasındaki yanlış bilgilerin de açığa çıkmasını sağlayabilir.
- Lisans eğitiminde fizik derslerine dair uygulamaların tüm sınıf seviyelerinde yer alması, fizik konularına yönelik kavram yanlışlarının artmasını engelleyerek fizik dersine yönelik olumsuz tutumların azaltılmasını sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Alkış, S. (2006). İlköğretim Öğrencilerinin Yağış Kavramını Algılama Biçimleri. *İlköğretim Online*, 5(2), 126-140.
- Aycan, Ş., & Yumuşak, A. (2003). A study on the levels of understanding of high school physics topics. *Journal of the National Education*, 159.
- Aykutlu, I., ve Şen, A. İ. (2012). Üç Aşamalı Test, Kavram Haritası ve Analoji Kullanılarak Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanlışlarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288.
- Ayvacı, H. Ş., ve Şenel Çoruhlu, T. (2009). Fiziksel ve Kimyasal Değişim Konularındaki Kavram Yanlışlarının Düzeltmesinde Açıklayıcı Hikâye Yönteminin Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 93-104.
- Buluş Kırıkkaya, E., ve Güllü, D. (2008). İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı-Sıcaklık ve Buharlaştırma-Kaynama Konularındaki Kavram Yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.

- Clement, J., Brown, D. E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding “anchoring” conceptions’ for grounding instruction on students’ intuitions. *International Journal of Science Education*, 11, 554-565. doi:10.1080/0950069890110507.
- Çakır, M., ve Aldemir, B. (2011). İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme ve Geçerlik Çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 335-353.
- Demirci, N., ve Çirkinoglu, A. (2004). Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 116-138.
- Ergin, S., & Atasoy, Ş. (2013). Comparative Analysis of the Effectiveness of 4Mat Teaching Method in Removing Pupils’ Physics Misconceptions of Electricity. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 730-746.
- Kuvvetli Arpağuş, E., Moğol, S., ve Ünsal, Y. (2015). Görsel Okumanın Ortaöğretim Öğrencilerinin Fizik Dersi Başarılarına Etkisi: Hareket Konusu Örneği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 65-81.
- Magana, A. J., Sanchez, K. L., Shaikh, U. A., Jones, M. G., Tan, H. Z., Guayaquil, A., & Benes, B. (2017). Exploring multimedia principles for supporting conceptual learning of electricity and magnetism with visuohaptic simulations. *Comput Educ J*.
- Meşeci, B., Tekin, S., ve Karamustafaoğlu, S. (2013). Maddenin Tanecikli Yapısıyla İlgili Kavram Yanlışlarının Tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 20-40.
- Peşman, H. & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *Journal of Educational Research*, 103, 208-222.
- Salar, R., Uzun, E., Karaman, İ., ve Turgut, Ü. (2016). Fizik Öğretmeni Adaylarının 12. Sınıf Elektrik ve Elektronik Konusu İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 41-54.
- Sinan, O. (2007). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavramsal Anlamaları*, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sinan, O. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Enzimlerle İlgili Kavramsal Anlama Düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-22.
- Soomro, A. Q., Qaisrani, M. N., & Uqaili, M. A. (2011). Measuring Students’ Attitudes towards Learning Physics: Experimental Research. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(11), 2282-2288
- Taşlıdere, E., Korur, F., ve Eryılmaz, A. (2012). *Kavram Yanlışlarının Üç Aşamalı Sorularla Farklı Bir Şekilde Değerlendirilmesi*. 10. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde.
- Timur, B., Timur, S., Özdemir, M., ve Şen, C. (2016). İlköğretim Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki Ünitelerin Öğretiminde Karşılaşılan Güçlükler ve Çözüm Önerileri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(2), 389-402.
- Uyanık, G., ve Dindar, H. (2016). İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Kavram Yanlışlarının Giderilmesine Etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 349-374.

Yağbasan, R., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13)

<http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2015/LYS/2015LYSSAYISALBILGILER30062015.pdf>

<http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2016/LYS/LYSSayisalBilgiler19072016.pdf>

<http://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2017/osys/LYS/SayisalBilgiler11072017.pdf>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

It is known that Physics is the most challenging or daunting course for secondary school students although it covers 40% of a secondary school curriculum today (Soomro, Qaisrani & Uqaili, 2011; Kuvvetli Arpağuş, Moğol ve Ünsal, 2015; Timur, Timur, Özdemir ve Şen, 2016). The abstract concepts that Physics course contains may cause students to experience difficulties in understanding the concepts. This may lead to an increase in students' misconceptions in physics subjects. For the correction of misconceptions, the most important step is to be able to identify such misconceptions. Conceptual understanding levels of pre-service teachers should be evaluated and necessary conceptual changes should be ensured so that improvements will be made in their own learning processes and the quality of courses they will teach in future will be enhanced. Furthermore, identifying conceptual understanding conditions of pre-service teachers may also provide significant details about what kind of mislearning may be caused in the course of time by misconceptions which may be observed at secondary school level. In frame of the aforementioned information, the purpose of this study was to identify pre-service teachers' conceptual understanding levels on the subject of "Electricity and Magnetism".

Method

A descriptive research was performed to examine the conceptual understanding of pre-service science teachers on the subject of "Electricity and Magnetism". The study was performed with 77 pre-service teachers in total, who study in the Science Education Program of a state university during the fall semester of 2016-2017 academic year. 43 of the participants were in their 2nd year and 34 were in their 3rd year at the university. "Electricity and Magnetism Conceptual Understanding Test" developed by the researcher was used in the study in order to identify the conceptual understanding levels of pre-service teachers. Considering the participating pre-service teachers' ages and levels of knowledge, it was concluded that collection of data via open-ended questions could provide more detailed and accurate data. Thus, a conceptual understanding test consisting of open-ended questions was prepared with a view to identify the conceptual understanding levels of pre-service teachers.

Conceptual understanding tests in the literature and tests in the same subject were examined prior to the development of the "Electricity and Magnetism Conceptual Understanding Test". Once the subjects in the course content were determined, a conceptual understanding test consisting of multiple questions for each of these subjects was prepared. Opinions of 6 experts were received following the preparation of the test. In frame of the opinions received with the help of the expert opinion rubrics prepared, it was decided that some of the questions in the conceptual understanding test should be removed and some should be revised with clearer expressions. After the mentioned corrections were made, the version of the test with 18 questions was applied to 15 students in the 2nd, 3rd and 4th years of Science Education Program. By examining the answers obtained from this application, the questions and sentence structures which were challenging for students were identified. Also, images of some

questions, which might affect comprehensibility, were identified. According to feedbacks received, both sentence structures and images were revised. "Electricity and Magnetism Conceptual Understanding Test", the final form of which consisted of 12 questions, was applied to 77 pre-service teachers in the 2nd and 3rd years of Science Education Program.

Results

Although the pre-service teachers were relatively successful in expressing the concepts particularly, they could not explain what kind of a relationship exists between these concepts. That finding gave important clues about the shortcomings in the practical aspect of the course. When all of the answers were examined, it was seen that the main problem of the pre-service teachers was that they failed to relate the concepts, which they theoretically knew, to actual events. As a result, they had difficulty in explaining the relation of a concept with other concepts. This led them to fail in applying the theoretical information they knew in daily life and to have poor conceptual understanding. Considering that each learning constitutes a basis for new learning experiences, misconceptions of pre-service teachers on Electricity and Magnetism tended to increase day by day and they lost accuracy of the concepts. As a matter of fact, it is possible to observe this situation in the tables containing the answers. When the tables are viewed, the diversity of answers seems to increase in certain questions. Such increase is based on partially acceptable answers in the 2nd year but on scientifically unacceptable answers in the 3rd year. This can be considered as a sign of the fact that misconceptions may arise or increase with upper grades as students deal with less practice than theory.

Discussion and Conclusions

The subjects of physics, especially those related to Electricity and Magnetism, contain a quite large number of abstract concepts, which makes it difficult for students to understand the concepts and the relations between them. Indeed, the results manifest that the pre-service teachers mostly have difficulty in building such relations. Ergin and Atasoy (2013) stated that the reasons of such challenges for individuals may include that previous learnings are ignored and abstract concepts are not supported by necessary applications and images. Thus, practices and laboratory studies are indispensable components in the teaching process. In addition, these components are to be included in the process in the most effective and efficient way so that they can be comprehended and implemented in daily life events. Considering that the foundations of conceptual understanding are laid at primary and secondary school levels, teachers who will train the students of this level are expected to be well educated and to have the best knowledge of subjects. This requires an effective undergraduate education in the teacher training process, which must therefore contain practice and laboratory studies.