

Fizik Öğretmenlerinin Elektrik ve Manyetizma Konularına İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin Belirlenmesi

Nedim ALEV¹

Işık Saliha KARAL²

Özet: Bu çalışmanın amacı fizik öğretmenlerinin 9. sınıf elektrik ve manyetizma konusunda konu alanı bilgisi, sunum bilgisi, öğrenci bilgisi ve oryantasyonları bileşenlerine bağlı olarak Pedagojik alan bilgilerini belirlemeye çalışmaktır. Özel durum araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada katılımcılar Trabzon ilinde farklı liselerde çalışan 6 deneyimli fizik öğretmeninden oluşmaktadır. PAB testi, gözlemler, ders planları ve yapılandırılmamış mülakatlar gibi çoklu veri toplama araçları ile toplanan veriler içerik analizi yönteminden yararlanılarak analiz edilmiştir. Öğretmenlerin alan bilgilerinin birbirine yakın ve öğretim programı ile yakından ilişkili olduğu, bağlamdan kaynaklanan farklı ve kararlı oryantasyonlar geliştirdikleri, ağırlıklı olarak didaktik ve alıştırmaya-uygulama oryantasyonları sergiledikleri, sunumlarını oryantasyonları doğrultusunda şekillendirdikleri ve öğrenci hakkındaki bilgilerinin deneyim yılıyla ilişkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: pedagojik alan bilgisi, fizik öğretmenleri, elektrik ve manyetizma

Determining Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Electricity and Magnetism Topics

Abstract: The aim of this study was to examine physics teachers' pedagogical content knowledge (PCK) considering their subject matter knowledge (SMK), knowledge of representation, learner knowledge and orientations on 9th grade electricity and magnetism topic. Case study method was adopted in this study and it was carried out with six experienced physics teachers selected from different secondary schools in Trabzon. PCK test, observations, lesson plans and unstructured interviews were used as data gathering tools and the data were analysed by using content analysis method. The study was concluded that teachers' SMK were at similar level and closely framed by curriculum. They developed context-specific stable orientations and dominantly displayed didactic and drill and practice orientations. Results also revealed that they formed their representations in accordance with their orientations and their knowledge of learner difficulties were not found to be related directly to their teaching experience.

Key words: pedagogical content knowledge, physics teachers, electricity and magnetism

Giriş

Etkili öğretim için öğretmenlerin sahip olmaları beklenen yeterliklere bakıldığında, konu alan bilgisi (KAB) bu yeterliklerin başında gelmektedir. Ancak bir öğretmen, sahip olduğu KAB'ı öğrencilerin psikolojisine ve bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun hale getirme konusunda pedagojik bilgi gibi başka bilgi çeşitlerine de ihtiyaç duymaktadır (Shulman, 1986, 1987). Sadece öğretmenlerin sahip oldukları KAB'a veya pedagojik bilgiye (PB) odaklanan çalışmaların öğretmen bilgisinin öğretim sonuçlarına etkilerini açıklamadaki yetersizlikleri yeni tartışmaları da beraberinde getirmiştir (Magnusson, Krajcik ve Borko, 1999). Bu tartışmalar, KAB kadar PB'nin de etkili öğretime katkı sağlamasına karşın, öğrenmeyi kolaylaştırmanın bu iki bilgi çeşidinin kesiştiği noktada başladığını vurgulamaktadır. Bu nedenle öğretmenin, öğretmeyi öğrenmesinde sadece KAB'ın ve PB'ni geliştirmesi değil, bu iki bilgi çeşidini birleştirip bütünleştirmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir (Gess-Newsome, 1999). Dolayısıyla, öğretmenlerin KAB ve PB'ye sahip olmalarının yanı sıra, öğrenciler için kavramların ve konunun anlaşılmasına katkı sağlayabilecek özelliklere de sahip olmaları gerekmektedir. Bu özellikler öğretmenin, öğrenciler ve öğrenme ortamlarının özelliklerine göre konuyu düzenleme yeteneği olan Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) kavramının temelini oluşturmaktadır. PAB ilk defa Shulman tarafından KAB ve PB arasında bir kaynaşma olarak kavramsallaştırılmış ve kendisini oluşturan bilgi türlerinden tamamen farklı bir bilgi türü olarak tanımlanmıştır (Shulman, 1986). Bu özel bilgi, özel konu veya problemlerin öğretim açısından nasıl düzenleneceğini, farklı yetenek ve seviyedeki öğrencilerin anlayabileceği hale nasıl getirilebileceğine

¹ Yrd. Doç. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon nedimalev@hotmail.com

² Ticaret Meslek Lisesi, Sürmene, Trabzon i_sa_kar_@hotmail.com

ilişkin bilgiyi kapsamaktadır. Bu nedenle konunun anlaşılmasını sağlayacak sunum yollarının (benzetimler, örneklendirmeler, gösteriler veya açıklamalar) tasarlanmasına ve öğrenciler için anlaşılabilir olmasına katkı sağlamaktadır.

Shulman'ın (1986/1987) PAB modeline göre öğrenci bilgisi (önbilgi ve öğrenci zorlukları) ve öğretim sunumları PAB bileşenleri olarak tanımlanmış ve çeşitli araştırmacılar tarafından program bilgisi (Tamir 1988), değerlendirme (Tamir 1988; Magnusson vd. 1999) bilgisi, eğitim amaçları bilgisi (Grossman 1990), bağlam bilgisi (Cochran vd.1993) ve oryantasyon (Magnusson vd.1999) gibi bileşenler de eklenerek genişletilmiştir . Ancak bu araştırmacıların birçoğu Shulman'ın (1987) PAB'ın iki bileşeni olan öğrenci bilgisi ve sunum bilgisi bileşenlerinde hem fikirdirler (Van Driel, Verloop ve De Vos, 1998). PAB gelişimi için en güçlü bileşenin KAB olduğu, öğretmenin güçlü KAB'a sahip olduğu zaman öğrenci hatalarını ve kavram yanlışlarını daha kolay bir şekilde belirleyebileceği, farklı ve beklenmedik durumlarda uygun çıkış yolları bulabileceği belirtilmektedir (Van Dijk, 2009; Rollnick, Bennett, Rhemtula vd., 2008). KAB gelişimi ile ilgili yapılan çalışmalar, mevcut programların öğretmen bilgisinin kaynağı ve düzenleyicisi anlamında en güçlü belirleyici olduğunu, kullanılmayan alan bilgisinin zamanla unutulabileceğini veya yeni ve farklı programlar aracılığıyla alan bilgisinin artırılabilirliğini göstermektedir (Arzi ve White, 2008). Oryantasyonlar ise Magnusson vd. (1999) tarafından "bir öğretmenin fen öğretimine ilişkin genel görüşleri" olarak tanımlanmış ve öğretim sırasında alınan kararları etkilemesi nedeniyle PAB'ın bir bileşeni olarak kavramsallaştırılmıştır (Käpyla, Heikkinen ve Asunta, 2009; Friedrichsen ve Dana, 2005; Hanuscin, Lee ve Akerson, 2011). Magnusson vd. (1999)'nin PAB modeline göre oryantasyonlar diğer PAB bileşenlerini etkilemekte ve diğer PAB bileşenlerinden etkilenmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, konu alanı bilgisi, öğretim sunumları bilgisi, öğrenci bilgisi ve oryantasyonların PAB bileşenleri olarak incelenmesine karar verilmiştir.

PAB öğretmenlerin sahip olması gereken önemli bir bilgi temeli olarak Shulman (1986, 1987) tarafından tanımlandıktan sonra, PAB ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar, PAB'ın doğasını anlama ve PAB'ı belirleme şeklinde başlamış (Cochran, King ve DeRuiter, 1993; Counts, 1999) ve daha sonraları öğretmen adayları (Halim ve Meerah, 2002; Van Driel, Verloop ve Jong, 2002; Käpyla vd., 2009) ve öğretmenlerle (Sarkim 2004; Park ve Oliver, 2008; Van Dijk, 2009) yürütülen PAB bileşenlerine odaklı çalışmalarla devam etmiştir. Son yıllarda ise araştırmalar konuya özel PAB çalışmalarına (Henze, Van Driel ve Verloop, 2008; Rollnick vd., 2008), PAB bileşenleri arasındaki etkileşime (Kaya, 2009) ve PAB gelişimine (Mulholland ve Wallace, 2005; Sperandeo-Mineo, Fazio ve Tarantino, 2005; Nilsson, 2008) odaklanmıştır.

Öğretmenlerle yürütülen PAB çalışmaları incelendiğinde bu çalışmaların bir kısmının ilköğretim öğretmenleriyle (Tsangaridou, 2002; Hanuscin vd., 2011; Mulholland ve Wallace, 2005) yürütüldüğü görülmektedir. Ancak Käpyla vd. (2009) ilköğretim öğretmenleriyle yapılan çalışmaların orta öğretim öğretmenlerinin PAB'ını açıklayamayacağını ifade etmektedir. Ortaöğretim düzeyinde konuya özel yürütülen çalışmaların birçoğunun ise öğretmenlerle değil, öğretmen adaylarıyla olduğu dikkati çekmektedir. Ortaöğretim düzeyinde öğretmen adaylarıyla Veal vd. (1998) doğrusal hareket, hız ve ivme, Van Driel vd. (2002) kimyasal reaksiyonlar, Sperandeo-Mineo vd. (2005) ısı, Johnston ve Ahtee (2006) madde ve özellikleri, Halim ve Meerah (2002) ışık, hız, kuvvet ve ısı kavramlarında PAB, ilköğretim düzeyinde ise Henze vd. (2008) güneş sistemi, Käpyla vd. (2009) fotosentez ve bitki gelişimi, Kaya (2009) ozon tabakasının delinmesi, Uşak (2005) çiçekli bitkiler ve Canbazoğlu, 2008 maddenin tanecikli yapısı konusunda PAB ile ilgili çalışmalar yürütmüşlerdir. Öğretmenlerle yürütülen konuya özel PAB çalışmalarının ise oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Lee ve Luft (2008), Sarkim (2004) ve Park ve Oliver (2008) öğretmenlerin konuya özel PAB ile değil, genel PAB'ları ile ilgili çalışma yaparken, Rollnick vd. (2008) kimyasal denge ve madde miktarı, Henze vd. (2008) güneş sistemi modeli ve evren, Fazio, La Fata ve Lupo (2006) mekanik dalgaları ve Van Dijk (2009) evrim konularında öğretmenlerin PAB'larını irdelenmişlerdir. PAB'ın konuya özel olması ve her konu için farklılık göstermesi, öğretmenlerin farklı konularda farklı PAB'a sahip olacakları anlamına gelmektedir (Lee ve Luft, 2008). PAB'ın konuya özel farklılık göstermesi ise öğrenci yeterliklerinin, ön bilgilerinin ve zorluklarının her bir konu için farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Van Driel vd., 1998; Loughran vd., 2004; Abell, 2008). Literatürden de görülebileceği gibi ortaöğretim fizik öğretmenlerinin konuya-özel PAB'larına ilişkin çalışmaların eksikliğinden dolayı öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin farklı konularda PAB'ları ve gelişimleri ile ilgili çalışmaların yapılması önerilmektedir (Van Driel vd., 2002; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Abell, 2008; Henze vd., 2008; Kaya, 2009). Bu çalışmada, soyut doğasından dolayı elektrik ve manyetizma konusunda anlaşılması oldukça zor olan kavramların varlığı (Chabay ve Sherwood, 2006), öğretiminde karşılaşılan zorluklar (Pardhan ve Bano, 2001; Mulhall, McKittrick ve Gunstone, 2001) ve

Fizik Öğretmenlerinin Elektrik ve Manyetizma Konularına İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin Belirlenmesi

daha önceden yapılan konuya özel PAB çalışmaları dikkate alınarak bu konuda öğretmenlerin PAB'lerinin incelenmesine karar verilmiştir.

Çalışmanın amacı, fizik öğretmenlerinin 9. Sınıf Elektrik ve Manyetizma konusuna ilişkin PAB'lerini incelemektir.

Yöntem

Çalışmada fizik öğretmenlerinin PAB'lerini incelemek amacıyla, kendisine has desen, veri toplama teknikleri ve veri analiz yaklaşımını kapsayan (Yin, 2003, s.14) özel durum çalışması kullanılmıştır. Merriam (1998)'a göre özel durum çalışması bireyler, programlar veya gruplar gibi tek bir birim veya sınırları belli sistemlerin derinlemesine analizine ve betimlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, öğretmenlerin içinde buldukları bağlamla etkileşimlerini anlayabilmek (Stake, 1995) ve bu ortamda geliştirdikleri bilgi temellerini belirlemek için öğrenci (ulusal sınavlardan alınan puanlar) ve okul özellikleri bakımından aynı olmayan farklı bağlamlarda (meslek lisesi, düz lise, anadolu lisesi) çalışan öğretmenlerin seçildiği çoklu-özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.

Katılımcılar

Bu çalışma, Trabzon il merkezi ve ilçelerinde beş farklı okulda görev yapan toplam altı öğretmen ile yürütülmüştür. Katılımcı öğretmenler öğrenci başarı seviyesi, okul tipi, öğrenci, veli ve okulun beklentileri ve öğrencilerin ve okullarda çalışan öğretmenlerin seçimi ile çerçevelendirilebilecek farklı bağlama sahip okullardan seçilmiştir.

Farklı deneyim yılına, öğretim deneyimi geçmişine ve çalışma bağlamlarına sahip öğretmenlerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Katılımcı öğretmenlerin ikisi (Ö1, Ö3) fizik eğitiminde biri (Ö2) fizik alanında doktora çalışmalarına devam etmektedir. Görev süreleri ise 6 ile 17 yıl arasında değişmektedir.

Tablo 1. Katılımcıların Özellikleri

Öğretmen	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6
	Doktora Öğrencisi	Doktora Öğrencisi	Doktora Öğrencisi	Lisans	Lisans	Lisans
Çalıştığı Okul Tipi	4	3	1	1	2	1
Öğretim Deneyimi (yıl)	6	6	9	9	17	17
	3	7	5	5	5	5
Önceki yıllarda çalıştığı okul tipleri*	1	6	5	3	3	2
		5				3
	4	3	1	1	2	1

*Tip 1-Anadolu Lisesi, 2-Düz Lise, 3-Meslek Lisesi, 4-Kitap Yazım Komisyonu, 5-Fen Bilgisi Öğretmenliği, 6-Sınıf öğretmenliği, 7-Dershane

Veri Toplama Süreci ve Veri Toplama Araçları

Öğretmenlerin PAB'lerini belirlemek amacıyla 15 açık uçlu sorudan oluşan bir PAB testi, yapılandırılmamış mülakatlar, gözlemler ve ders planları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. PAB testi öğretmenlerin, alan bilgilerini, öğrenci hakkındaki bilgilerini, oryantasyonlarını ve sunum çeşitleri

bilgilerini kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. PAB testi diğer veri toplama araçlarından önce 2009 yılı bahar dönemi başında araştırmacı gözetiminde öğretmenlere kendi okul ortamlarında uygulanmış ve yaklaşık 2 saat sürmüştür. Öğretmenler, PAB testini herhangi bir yazılı veya görsel kaynak kullanmadan ortalama 2 saat süren tek oturumlarda tamamlamışlardır. Öğretmenin alan bilgisinin pedagojik forma dönüştürülmesi PAB'in önemli bir yönü olduğundan, gözlemler öğretmenlerin 'Elektrik ve Manyetizma' ünitesindeki gerçek öğretim uygulamalarını takip edilmesi için kullanılmıştır (Baxter ve Lederman, 1999). Gönüllülüğün esas alınması nedeniyle, Ö1 ve Ö2'nin öğretimleri video kaydı, Ö3 ve Ö6'nın öğretimleri kayıt cihazı ve Ö4 ve Ö5'in öğretimleri ise alan notları ile kayıt altına alınmıştır. Öğretmenlerin ders öncesinde hazırladıkları ders planları PAB'lerinin ders planlarına yansıtılma şekillerini belirlemek amacıyla irdelenmiştir. Öğretmenlerle öğretimleri öncesinde ve sonrasında yapılan yapılandırılmamış mülakatların amacı ise hem gözlenen öğretimlerine hem de fizik öğretimine ilişkin genel görüşlerini belirlemektir.

Veri Analizi

Çalışma kapsamında toplanılan PAB'in öğrenci ön bilgisi ve öğrenci bilgisi bileşenleri verileri tümevarım analiziyle alan bilgisi bileşenine yönelik veriler ise tümdengelim analiziyle analiz edilmiştir (Patton, 2002). Öğretim sunumları ve oryantasyonlar bileşenleri ise başlangıçta teorik olarak var olan kategorilere göre sınıflandırma yapılarak tümdengelim analizi yapılsa da, analiz süresinde veriden bazı yeni kategorilerin ortaya çıkmasıyla, tümdengelim ve tümevarım analizleri birlikte kullanılmıştır. PAB testinin alan bilgisi bölümünün analizinde, Jabot (2002), Uşak (2005), Kaya (2009) ve Köksal'ın (2010) çalışmalarında açık uçlu testlerin analizinde kullandıkları kategorilere benzer şekilde verilen cevaplar sınıflandırılmış ve Tablo 2'deki gibi beş kategoriye ayrılmıştır. Doğru cevaplar 3, eksik cevaplar 2, yanlış ve kavram yanlışlığı içeren cevaplar 1, boş cevaplar 0 puanlarına karşılık gelecek şekilde puanlama yapıldıktan sonra katılımcıların PAB testinin alan bilgisi bölümünden aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır.

Tablo 2. Alan Bilgisi Verilerinin Analizi

KATEGORİ	AÇIKLAMA
Doğru Cevap	Bilimsel olarak doğru olan cevaplar
Eksik Cevap	Verilen cevabın bilimsel gerçeklerle çelişmediği ancak soruda istenilen cevabın tümünü kapsamayan cevaplardır. Eğer cevabın bir kısmı doğru, bir kısmı yanlış ise bu cevaplar yanlış kategorisine dâhil edilmiştir.
Yanlış Cevap	Bilimsel gerçeklerle uyuşmayan cevaplardır.
Kavram Yanlışlığı	Bilimsel kavramların doğru olmayan, yanlışlar içeren açıklamalarıdır.
Boş	Öğretmenin soruya hiçbir şekilde cevap vermemesidir.

PAB testinde sunum çeşitlerinin analizi ise Tablo 3'de gösterilen Shulman'ın (1986, 1987) tanımladığı sunum çeşitleri kategorisi temel alınmış ve veriden ortaya çıkan farklı sunum çeşitleri de çalışmaya dâhil edilerek yapılmıştır.

Tablo 3. Sunum Çeşitlerinin Analizi

Sunum Çeşidi	Öğretim Etkinliği
Görselleştirme	Şekil, tablo vs çizme veya grafik kullanma
Gösteri	Sınıf içerisinde herhangi bir nesne veya araç gereç ile açıklama yapılması, power point veya slâyt gösterisi
Örneklendirme	Konu ve kavramla ilgili örnek verme, günlük hayatla ilişkilendirme
Benzetim	Bilinen bir kavramla bilinmeyen kavram arasında ilişki kurulması
Açıklama	Anlatım, açıklama, soru-cevap, sözlü ifadeler
Deney	Laboratuar ortamında yapılan deneyler veya etkinlikler
Problem çözme	Örnek veya problem çözme ifadeleri ve uygulamaları
Simülasyon	Bilgisayarda üç boyutlu video, animasyon vs

Öğretmenlerin oryantasyonlarının belirlenmesinde elde edilen veriler (ders planları, PAB testi, gözlemler) Magnusson vd. (1999) tarafından oluşturulan kategoriler dikkate alınarak tümdengelim analizi yapılmıştır. PAB testi öğrenci önbilgisi ve öğrenci zorlukları bilgisi bölümlerinin analizinde, tümevarımsal içerik analizi kullanılmıştır. Tablo 4 ortaya çıkan kategori ve açıklamalarını göstermektedir.

Tablo 4. Öğrenci Önbilgisi ve Öğrenci Zorlukları Bilgisinin Analizi

KATEGORİ	AÇIKLAMA
Tahminsiz	Öğretmen, öğrencilerin ilgili soru ile ilgili herhangi bir önbilgiye veya zorluğa sahip olduklarını düşünmediklerini belirtmiş veya soruyu cevapsız bırakmıştır.
Genel bilgi	Farklı bir alandaki herhangi bir öğretmenin yapabileceği genel ifadelerdir.
Yüzeysel bilgi	Öğretmenin sorunun doğasıyla ilişkili yüzeysel önbilgiler veya öğrenci zorlukları ile ilgili belirttiği cevaplardır.
İçeriğe-özel bilgi	Öğretmenin sadece sorunun içeriğine dayanarak açıkladıkları önbilgiler veya öğrenci zorluklarıdır.
Derin bilgi	Öğretmenlerin soruyla veya sorunun cevabı ile ilgili olmayan ve önceden bilebileceklerini tahmin ettikleri tahminlerdir.

Öğretmenlerin öğretimlerini içeren video kayıtları yazılı belgeye dönüştürüldükten sonra konuşma analizi yöntemiyle (Hayes, 1997) analiz edilmiştir. Yazılı belgeye dönüştürme işleminden sonra her satır numaralandırılmış, veriler birçok kez okunmuş ve PAB bileşenleri dikkate alınarak kodlamalar yapılmıştır. Ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınan öğretim uygulamaları, kayıtlar transkript edildikten sonra alan notları

da dikkate alınarak PAB bileşenleri çerçevesinde kodlanıp analiz edilmiştir. Ders planlarının analizi PAB'ın çalışmada incelenen 4 bileşenine göre yapılmıştır (Park ve Oliver, 2008). Ders planlarında yer alan tüm bilgi ve ifadeler, oryantasyon, alan bilgisi, öğretim sunumları ve öğrenci bilgisi (ön bilgi ve öğrenci zorlukları) bileşenlerine göre kodlanmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlilik

Kapsam ve içerik geçerliliğinin sağlanması için geliştirilen PAB testi 3 alan bilgisi ve 1 alan eğitimi uzmanı tarafından incelenerek gerekli değişiklikler yapılmıştır. Testin pilot uygulaması 2007–2008 öğretim yılında alan bilgisi eğitimini sürdüren 70 fizik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, puanlayıcılar arası tutarlık için PAB testi farklı iki puanlayıcı tarafından değerlendirilmiş ve verilen puanlardan Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı her bir soru için hesaplanmıştır. İlk puanlayıcının verdiği puanlar toplamı ile ikinci puanlayıcının verdiği puanlar toplamı arasındaki ilişkiyi gösteren Pearson korelasyon katsayısı ise 0.916 olarak bulunmuştur. Bryman ve Cramer (2001)'a göre bu değer puanlayıcılar arasındaki yüksek düzeyde uyumu göstermektedir. Araştırmada tutarlılığın sağlanması için birden fazla veri toplama tekniği kullanılmış, araştırma süreci açık bir şekilde ifade edilmeye çalışılmış ve araştırma bulguları ham verilerle desteklenmiştir.

Bulgular ve Yorumlar

Bu kısımda, öğretmenlerin PAB'nin KAB, sunum bilgileri, öğrenen hakkında bilgileri ve oryantasyonları bileşenlerine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

Öğretmenlerin Konu Alanı Bilgisi

Öğretmenlerin elektrik akımı ve elektrik akımının manyetik etkisi konularına ilişkin alan bilgisi sorularına verdikleri cevapların analizi sonucunda elde edilen puanlara bakıldığında 45 üzerinden en fazla 41 puan ile Ö4 öğretmenin, en düşük puanı ise 36 puan ile Ö2 öğretmenin aldığı belirlenmiştir. Ö1, Ö3, Ö5 ve Ö6 öğretmenlerinin puanları ise sırasıyla (!!!!) 37, 37, 39 ve 37 şeklinde olduğu tespit edilmiştir. En düşük puanı alan Ö2 öğretmenin diğer öğretmenlerle benzer soruların haricinde özellikle manyetizma ile ilgili sorularda eksik ya da yanlış kategorisinde puan aldığı belirlenmiştir. Öğretmenler tarafından en az puan alan soruların Ohm yasasına uymayan iletkenlere ilişkin 9., alternatif ve doğru akım arasındaki farkla ilgili 4. ve elektrik akımının oluşumuna ilişkin 2. sorular olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin hepsi 5, 10, 11, 13 ve 12. sorulardan tam puan almış, 1, 3, 6, 7, 8, 14 ve 15. sorularda ise genel olarak tam puana alınmasına karşın bireysel farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Öğretmenler PAB testinde elektrik akımıyla ilgili 2. soruya ders kitaplarındaki açıklamalara benzer şekilde “elektronların titreşmesi” ve “enerjilerinin aktarımı” ile açıkladıkları tespit edilmiştir. Ö2 öğretmeni akımın oluşumunu “aslında elektronlar iletken içinde enerjilerini bir diğerine aktarmak suretiyle elektrik akımı oluştururlar” şeklinde açıklarken, Ö3, Ö4 ve Ö5 öğretmenleri elektronların titreşim yoluyla enerjilerini aktardığını ve böylece akımın oluştuğu şeklinde açıklamaktadırlar. Öğretmenlerin PAB testindeki tanımlama ve açıklamalarının öğretimleri sırasındaki açıklamalarıyla paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Ö2 öğretmeni öğretimleri sırasında akımın oluşumunu aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar:

- (149) Bir iletken tel içerisinde bulunan elektronlar da pilden aldığı enerji ile
- (150) harekete başlıyor hareket eden enerjisini bir diğerine aktarınca o da
- (151) harekete başlıyor. Bu şekilde elektronların hareketi sonucu elektrik
- (151) akımı oluşur.... (Ö2, gözlem)

Ancak, böyle bir açıklamanın elektrik akımını tanımlamada yetersiz olması nedeniyle öğretmenlerin cevapları eksik kategorisinde değerlendirilmiştir. Bir iletkene uygulanan gerilimin iki katına çıkarılması ile iletkenin geçen akımın üç katına çıkmasının nedeninin açıklanmasının istendiği 9. soruda, öğretmenler iletkenin Ohm yasasına uymadığını ifade etmek yerine direncin sıcaklık değişimi nedeniyle azaldığı veya değiştiği şeklinde yanlış açıklamalarda bulunmuşlardır:

“2 katlık bir oran beklenirken 3 katına çıkması sıcaklıkla birlikte direncin azaldığını gösterir.” (Ö3, PAB Testi)

“Yani iletkenin direncinin sıcaklıkla azaldığı sonucu çıkar. R iken $2/3R$ olmuştur.”
(Ö6, PAB Testi)

“Akım 3 katına çıktığına göre direncin azalması gerekir. Tel ısınıp direnci azalmış olabilir tel homojen olmayabilir.” (Ö5, PAB Testi)

“İletkenin sıcaklığı artıp direnci azalmıştır.” (Ö4, PAB Testi)

“Voltaj artırıldığında telin sıcaklığı artabilir. Sıcaklık artınca da iletkenlik artar dolayısıyla akım artar. Telin yapısı da bozulacaktır. Sıcaklık artınca kesit büyür.” (Ö2, PAB Testi)

Öğretmenlerin 4. soruya verdikleri cevaplarında doğru akım ile alternatif akım arasındaki farkı ifade etmelerine karşın nasıl oluştuklarını açıklayamadıkları için daha çok eksik kategorisinde olduğu (Ö1, Ö3, Ö4, Ö5) ve diğer iki öğretmenin (Ö2, Ö6) cevaplarının ise yanlış olduğu belirlenmiştir. Aşağıdaki alıntılar öğretmenlerin bu soru ile ilgili verdikleri cevaplara örnek olarak sunulmuştur.

“DC yönü ve şiddeti sabit olan akım, AC yönü ve şiddeti periyodik olarak zamanla değişen akımdır.” (Ö3, Ö4, Eksik, PAB testi)

“DC yönü ve değeri (şiddeti) sabittir, AC'nin yönü ve şiddeti sürekli değişir.” (Ö1, Ö5, Eksik, PAB testi)

“DC'da akım değişmez, AC'da akım değişir.” (Ö2, Yanlış, PAB testi)

“DC şiddeti zamanla değişmeyen, AC şiddeti periyodik olarak değişen akımdır.” (Ö6, Yanlış, PAB testi)

Tüm öğretmenler elektrikte, Ohm yasasına ilişkin soruların birçoğunu ve manyetizmada, içinden akım geçen bir tel etrafındaki manyetik alanın yönünün belirlenmesine ilişkin soruyu doğru olarak cevaplandırırken, Ohm yasasına uymayan iletkenlere ilişkin soruyu yanlış cevaplandırmışlardır. Öğretmenlerin en az puan aldıkları 9, 4 ve 2. soruları üreticinin uçları arasındaki potansiyel farkın sorulduğu 8., manyetik alan içerisindeki yüklere etkileyen manyetik kuvvetin yönüne ilişkin 6. ve ohm yasasına ilişkin karmaşık bir devreden oluşan 14. sorular olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin birçoğu (Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6) manyetik alan içerisindeki farklı yüklere etkileyen kuvvetlerin yönünü doğru olarak gösterirken birkaç öğretmen (Ö1 ve Ö2) artı ve eksi yükler için kuvvetlerin yönünü ters göstermişlerdir. Bataryanın uçları arasındaki potansiyel farkın dış devredeki bir R direncinden akım geçerken ve geçmezken ne olacağını sorulduğu 8. soru öğretmenlerin yarısı tarafından doğru olarak cevaplandırılırken, iki öğretmen eksik (Ö2, Ö3) ve bir öğretmenin (Ö6) ise yanlış cevaplandığı belirlenmiştir. Yanlış cevap veren öğretmenin anahtarın kapalı olduğu durumda $\Delta V = \mathcal{E} - I \cdot r$ eşitliğinde iç direnç r yerine dış devre direnci R 'yi kullandığı belirlenmiştir. Seri ve paralel bağlı karışık devrede lambaların parlaklığına ilişkin 14. soruda Ö3 öğretmeni tüm lambaların parlaklıklarına ilişkin bilgi vermemiş, yanlış cevap veren Ö5 ve Ö6 öğretmenleri ise akımları kollara dağıtmada veya bu akımların parlaklığı nasıl etkileyeceğine ilişkin yorum yapmada hatalar yapmışlardır.

Öğretmenlerin Sunum Çeşitleri Bilgisi

Bu bölümde, PAB testinden, gözlem, mülakat ve ders planlarından elde edilen veriler analiz edilerek öğretmenlerin sunum çeşitlerini gösteren bulgular yer almaktadır. Tablo 5 öğretmenlerin PAB testi ile ders planlarında önerdikleri ve öğretimleri sırasında kullandıkları sunum çeşitlerini göstermektedir.

Tablo 5. Sunum Bilgisi

	PAB Testi	Gözlem	Ders Planı
Ö1	Açıklama, Örneklendirme, Benzetim, Görselleştirme, Deney, Gösteri,	Açıklama, Örneklendirme, Görselleştirme, Deney, Gösteri, Benzetim,	Açıklama, Örneklendirme, Deney, Benzetim, Gösteri,

Ö2	Açıklama, Örnekendirme, Deney, Benzetim,	Açıklama, Örnekendirme, Görselleştirme, Deney, Benzetim,	Görselleştirme, Deney, Açıklama, Örnekendirme,
Ö3	Açıklama, Örnekendirme, Görselleştirme, Model	Açıklama, Örnekendirme, Görselleştirme, Benzetim, Problem çözme, Model	Açıklama, Benzetim, Örnekendirme, Görselleştirme,
Ö4	Açıklama, Deney, Gösteri, Benzetim, Problem çözme,	Açıklama, Görselleştirme, Gösteri, Problem çözme,	Açıklama, Görselleştirme, Problem çözme
Ö5	Açıklama, Örnekendirme, Deney, Gösteri,	Açıklama, Örnekendirme, Görselleştirme, Gösteri, Benzetim, Problem çözme,	Açıklama, Görselleştirme, Problem çözme,
Ö6	Açıklama, Örnekendirme, Simülasyon, Görselleştirme, Deney, Gösteri, Problem çözme,	Açıklama, Problem çözme, Örnekendirme, Görselleştirme, Benzetim, Deney, Gösteri,	Açıklama, Görselleştirme, Problem çözme,

Tablo 5'e göre öğretmenler PAB testinde ağırlıklı olarak açıklama, gösteri, örnekendirme ve deney sunum çeşitlerini önermektedir. Bu sunumlara ilave olarak farklı öğretmenlerin görselleştirme, problem çözme, simülasyon, model, benzetim gibi farklı sunum çeşitlerinden bir veya bir kaçını önerdikleri görülmektedir. Örneğin, model sunumunu sadece Ö3 öğretmeni önerirken, simülasyon sunumunu Ö6 öğretmeni, problem çözme sunumunu ise Ö4 ve Ö6 öğretmenleri önermiştir. PAB testinde önerilmeyen görselleştirme sunumun tüm öğretmenler tarafından sıkça kullanıldığı, PAB testinde önerilen deney sunumunun ise bu sunumu öneren öğretmenler (Ö4,Ö5) tarafından kullanılmadığı gözlenmiştir.

PAB testinde sadece üç öğretmen (Ö1, Ö2, Ö4) tarafından sunulan benzetim ve iki öğretmen (Ö4, Ö6) tarafından önerilen problem çözme sunumlarının öğretim sırasında daha fazla öğretmen tarafından kullanıldığı görülmektedir. Öğretmenlerin PAB testinden aldıkları alan bilgisi puanları veya deneyim yılları birbirine yakın olmasına karşın sunum çeşitlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu dikkati çekmektedir. Deneyim yılları aynı olan Ö5 ve Ö6 öğretmenlerinden, uygulama öğretmeni olan Ö6 öğretmenin PAB testinde belirttiği ve öğretim uygulamaları sırasında sergilediği sunum çeşitleri, uygulama öğretmeni olmayan Ö5 öğretmene göre daha çeşitlidir. Öğretmenlerin benzetimleri kullanma sıklığı ve benzetim çeşitliliği öğretmenden öğretmene değişiklik göstermektedir. Örneğin, Ö2 öğretmeni öğretim uygulamaları sırasında benzetimleri diğer öğretmenlerden daha fazla kullanırken, Ö1 öğretmeni etkinliğe dayalı sunum çeşitlerini ve gösterileri tercih etmektedir. Ö5 öğretmeni ise benzetimleri, önceki yıllarda şimdiki kadar kullanmadığını, bunun yeni programın etkisi nedeniyle olabileceğini ifade etmiştir. Ö6 öğretmeni, yeni programın uygulandığı sınıflarda açıklama, deney, gösteri ve benzetim, diğer sınıflarda ise açıklama ve problem çözme sunumlarını kullanmaktadır. Öğretmenlerin deneyim yılları dikkate alındığında kullandıkları sunum çeşitleri bakımından farklılık göstermedikleri ancak uygulama öğretmeni Ö6'nın, danışmanlığını yürüttüğü öğretmen adayları ile bazı benzer sunum çeşitlerini veya araçlarını kullandığı veya önerdiği, diğer uygulama öğretmeni Ö4'ün ise böyle bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Ö6 öğretmenin öğretim uygulamaları sırasında öğretmen adaylarına laboratuvar ortamlarını veya teknolojik araç gereçleri kullanma imkânı verdiği ve Ö4 öğretmenin ise sınıf ortamlarını öğretmen adaylarının uygulamaları için yeterli gördüğü tespit edilmiştir.

Öğretmenlerin Oryantasyonları

Toplanılan veriler, Magnusson vd. (1999) sınıflaması dikkate alınarak çözümlenmiş ve Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Öğretmenlerin Oryantasyonları

	PAB Testi	Gözlem	Ders Planı
Ö1	Didaktik, Akademik hassasiyet, Kavramsal Değişim Etkinliğe Dayalı Öğretim	Akademik hassasiyet Etkinliğe Dayalı Öğretim Yönlendirilmiş Araştırma	Yönlendirilmiş- Araştırma
Ö2	Didaktik, Akademik hassasiyet	Akademik hassasiyet	Akademik hassasiyet
Ö3	Akademik hassasiyet, Alıştırma-uygulama, Didaktik, Proje Temelli Öğretim	Didaktik, Alıştırma-uygulama	Alıştırma-uygulama
Ö4	Didaktik, Akademik hassasiyet	Didaktik, Alıştırma-uygulama	Didaktik, Alıştırma-uygulama Akademik hassasiyet,
Ö5	Didaktik, Akademik hassasiyet	Didaktik, Alıştırma-uygulama	Didaktik, Alıştırma-uygulama
Ö6	Didaktik, Akademik hassasiyet, Etkinliğe Dayalı Öğretim	Didaktik, Akademik hassasiyet	Didaktik,

Tabloya göre katılımcı öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonların genellikle didaktik (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6), akademik hassasiyet (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6), etkinliğe dayalı öğretim (Ö1, Ö6) ve proje temelli (Ö3) olduğu görülmektedir. Magnusson vd.’nin (1999) sınıflamasında bulunan “araştırma” ve “keşif” öğretimi oryantasyonları ise hiçbir öğretmen tarafından sergilenmemiştir. Öğretim uygulamalarında ise bu oryantasyonların yanında alıştırma-uygulama ve yönlendirilmiş araştırma oryantasyonları da gözlenmiştir. Öğretmenlerin öğretimleri sırasında didaktik (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6), akademik hassasiyet (Ö1, Ö2, Ö6), etkinliğe dayalı öğretim (Ö1), yönlendirilmiş araştırma (Ö1), ve alıştırma-uygulama (Ö3, Ö4, Ö5) oryantasyonlarını sergiledikleri, Ö3, Ö4 ve Ö5 öğretmenlerinin PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını birlikte sergilemelerine rağmen, öğretimleri sırasında didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonlarına sahip olduklarını belirlenmiştir. Ö3 ve Ö4 öğretmenleri uygulamalarını aşağıdaki gibi açıklamaktadırlar:

“...Deney yapmıyorum, malzemeler çok eski, zaten her türlü malzeme de yok, ayrıca haftada 2 saat var ve müfredattaki konular çok fazla yetiştiremiyorum. Projeksiyon ve tepegöz var gösteri için ama kullanmıyorum. Bir sefer denedim CD’yi açmadı. Video gösterisi vardı onu izletecektim öğrencilere ama bilgisayar arızalıydı. Laboratuvar

dışında yapılabilecek birçok etkinlik de var... Deneyle zaman geçireceğime üniversite sınavına yönelik daha çok soru çözerim.” (Ö3, mülakat)

“...Ders kitabında sadece formül var. Deneme sınavlarındaki sorular ise eski sisteme göre. Formülden ötesi isteniyor. Bu yüzden daha çok örnek soru, problem çözmek istiyorum. Başka kaynaklar kullanıyorum.” (Ö4, mülakat)

Genel olarak Ö4 öğretmeni hariç diğer öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonları, uygulamalarda da sergiledikleri belirlenmiştir. PAB testine göre Ö1 öğretmeni didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarının yanında kavramsal değişim ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarını sergilemektedir. Öğretim uygulamaları sırasında öğretmenin, etkinliğe dayalı ve yönlendirilmiş araştırma oryantasyonlarını birlikte sergilediği gözlenmiş ancak PAB testinde belirlenen kavramsal değişim oryantasyonuna ilişkin herhangi bir veri elde edilememiştir. Ö2 öğretmenin uygulamaları sırasında, PAB testinde belirtilmeyen herhangi bir oryantasyon gözlenmemiştir. Ö3 öğretmeni PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarının yanında proje temelli öğretim oryantasyonu sergilemesine karşın uygulamalarında ve yapılan görüşmelerde proje temelli öğretim oryantasyonunu işaret eden herhangi bir veriye rastlanmamıştır.

Akademik hassasiyet oryantasyonu kapsamında yer alan ve öğrencileri karmaşık problemlerle uğraştırma şeklindeki uygulamalardan ziyade, katılımcı öğretmenlerin genellikle üniversite sınavına hazırlık için çok sayıda çoktan seçmeli sorular çözerek alıştırmaya-uygulama oryantasyonunu sergiledikleri gözlenmiştir (Ö3, Ö4, Ö5). Didaktik ve alıştırmaya-uygulama oryantasyonlarını sergileyen katılımcılar, zaman ve araç-gereç sınırlılığında vurgu yaparak öğrencileri üniversite sınavına hazırlamanın öncelikli hedefleri olduğunu ifade etmişlerdir:

“Üniversite sınavından dolayı öğrencilere sorularla konuları öğretip farklı tarz sorularla yorum yeteneklerini geliştirmek için bir derste ortalama 5-6 soru çözüyorum basitten karmaşığa doğru. O sorularla da konuyu kavratıyorum...” (Ö4, mülakat)

“...Etkinlik yapsak, soru çözmesek bile yine konuları yetiştiremeyiz. Amacımız sınava öğrenci hazırlamak...” (Ö5, mülakat)

Öğretmenlerin hem programı yetiştirmek ve hem de üniversite sınavına öğrencileri hazırlamak için uygulamadaki oryantasyonlarının akademik hassasiyet, didaktik ve alıştırmaya-uygulama şeklinde olduğunu vurguladıkları belirlenmiştir.

Öğretmenlerin Öğrenci Hakkındaki Bilgileri: Öğrenci Önbilgisi

Katılımcıların öğrenci ön bilgilerine ilişkin bilgileri, PAB testi, ders planları ve gözlemlerden elde edilen veriler analiz edilerek bu kısımda sunulmuştur. PAB testinde verdikleri cevapların analiz edilmesiyle ortaya çıkan üç kategori ve bu kategorilerle ilgili tahmin sayıları ve bu tahminlere ilişkin doğrudan alıntılar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Öğretmenlerin Tahminleri ve Göstergeleri

KATEGORİ	ÖĞRETMENLER						GÖSTERGE
	(Tahmin Sayısı)						
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	(Örneklem Kodu, Soru No)
Tahminsiz	-	-	-	3	4	-	Önbilgisi olduğunu sanmıyorum (Ö5-S.3)
İçeriğe-Özel Bilgi	7	6	12	5	4	1	Devredeki akımı bulmak için Ohm yasasını, parlaklık için güç bağıntısını (Ö1-S10)
							Akımın çok hızlı gerçekleştiğini (Ö2-2)
							Devre elemanlarının devrenin potansiyelinden nasıl yaralandığını (Ö3-S.8)
							Doğru akımın ne olduğunu bildiklerini tahmin

						ediyorum (Ö5-S.4)	
						Manyetik kuvvetin varlığını bildiklerini tahmin ediyorum (Ö6-S.3)	
						Sadece elektrik akımının yönünü bildikleri (Ö1-S5)	
Derin Bilgi	8	9	3	7	7	14	Pillerin meydana getirdiği akımla şebeke cereyanının aynı olmadığını (Ö2-S.4)
						Katı, sıvı ve gazlarda elektrik akımının iletiminde iyon ve serbest elektronların fonksiyonu olduğu (Ö3-S.2)	

Tablo 7’den de görülebileceği gibi PAB testine göre, katılımcı öğretmenlerin öğrenci önbilgilerine ilişkin tahminlerinin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu, ancak Ö4 ve Ö5 öğretmenlerinin öğrencilerin sahip olabilecekleri ön bilgi konusunda tahminde bulunamadığı sorular olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerine ilişkin yaptıkları tahminlerin diğer disiplin alanları ile bağlantılı olduğu ve deneyime dayandığı dikkati çekmektedir. Yapılan gözlemlerde, Ö1 öğretmeni hariç diğer öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerini sık sık sorguladıkları, eksik olan yönlerini tamamlamak üzere açıklamalarda buldukları, yeni konu öncesi ve öğretimi sırasında öğrencilerin ön bilgileri ile yeni konu arasında ilişki kurdukları gözlenmiştir. Örneğin Ö3 öğretmeni, seri bağlı devrelerin özelliklerinin açıklanmasından önce, yayların bağlanma şekillerini hatırlatmıştır:

Ö3: Yayların bağlanması vardı. Biri bağlasın iki yayı seri olarak.

Ö3: Eşdeğer yay sabiti nasıldı?

Ö: $1/k_{eş} = 1/k_1 + 1/k_2$

Ö3: İki yayı paralel nasıl bağlamıştık?

Ö3: Dirençler de aynı şekilde seri ve paralel bağlanır...

Ö5 öğretmeni ise eşdeğer direncin hesaplanması konusunu açıklarken öğrencilerin ön bilgilerinden faydalanarak eski konularla yeni konuları aşağıdaki gibi ilişkilendirmeye çalışmıştır:

“Şimdi çocuklar eski konulardan hatırlarsınız bileşke kuvvet vardı. İki veya daha fazla kuvvetin yaptığı işi tek başına yapan kuvveti bileşke kuvvet... İki veya daha fazla direncin göstermiş olduğu tepkiyi tek başına gösterebilen dirençtir. $R_{eş}$ ile gösterilir.” (Ö5, Gözlem)

Diğer taraftan Ö4 öğretmeni lambaların parlaklığı konusuna ilişkin ders planında da, öğretme ve öğrenme etkinlikleri çerçevesinde, öğrencilerin yanlış ön bilgileri olup olmadığını tespit edip aşağıdaki alıntıda olduğu gibi düzeltmeyi amaçlamıştır:

“Lambalarda güç kavramından bahsedilecek. Güç kavramından yararlanılarak öğrencilere sorular çözdürülecek. Öğrencilerin yanlış ön bilgileri olup olmadığını tespit edilip düzeltilecek.” (Ö4, Ders Planı)

PAB testinde öğrenci önbilgilerine ilişkin derin kategorisinde en az tahmini Ö3 öğretmeni yapmasına rağmen, öğrencilerin ön bilgilerini irdeleyen ve yeni öğreteceği konu ile ilişkilendiren uygulamalar yaptığı gözlenmiştir. Ö3 öğretmenin Ö5 öğretmenine benzer şekilde öğrencilerin ön bilgilerinin yetersiz veya hiç olmadığını kabul ederek yeni konu için gerekli olabileceğini düşündüğü konuları tekrarladığı gözlenmiştir.

Öğretmenlerin Öğrenci Hakkındaki Bilgileri: Öğrenci Zorlukları

Katılımcıların öğrenci zorluklarına ilişkin bilgileri, PAB testi, ders planları ve gözlemlerden elde edilen veriler analiz edilerek bu kısımda sunulmuştur. PAB testinde verdikleri cevapların analiz edilmesiyle ortaya çıkan üç kategori ve bu kategorilerle ilgili tahmin sayıları ve bu tahminlere ilişkin doğrudan alıntılar Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Katılımcıların Öğrenci Zorluklarına İlişkin Tahminlerine Örnekler

KATEGORİ	ÖĞRETMENLER (Tahmin Sayısı)						GÖSTERGE (Örneklem Kodu, Soru No)
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	
Tahminsiz	3	-	-	-	1	-	Bu soru ile ilgili problem yaşanmaz (Ö5-S.11)
Yüzeysel Bilgi	-	-	-	1	-	6	Cebirsel toplama hataları (Ö6-S.8) İşlem hatası ve kavram yanlışlığı (Ö6-S.9,10)
İçeriğe-Özel Bilgi	4	8	8	8	11	4	Manyetik alanın ve manyetik kuvvetin yönünün belirlenmesinde sorun yaşıyorlar (Ö3-S.3) Elektronların (-) kutuptan (+) kutba doğru aktığını bilmiyorlardır (Ö5-S.5) Eşdeğer direncin hesaplanması, Ohm kanunun uygulanması (Ö6-S.1)
Derin Bilgi	4	8	8	8	11	4	R ₂ direncinin lambadan sonra gelmesinin sıkıntı olabileceği (Ö1-S.10) R ₂ direncinin artırıldığı durumda akımın ilk önce lambaya uğrayacağını düşünülüp, lambadan sonraki dirençte artma veya azalmanın sonucu değiştirmeyeceği (Ö1,Ö2,Ö4,Ö5, S.10) Elektrik alan ile manyetik alanın birbirine karıştırılması (Ö3-S.6) Öğrenciler sadece lambanın direncinin olduğunu, telin dirençsiz olduğunu düşünebilir (Ö3, S.1) Öğrencilerin tellerin uzunluğunu hesaba katmayacakları (Ö5-S.1)

Tablo 8’den de görülebileceği gibi katılımcı öğretmenlerin çoğunun PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili tahminlerinin, genellikle içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaştığı, sadece Ö6 öğretmenin tahminlerinin daha çok yüzeysel kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğrenci ön bilgisine ilişkin tahminlere görülmeyen yüzeysel kategorisindeki tahminler öğrenci zorlukları bilgisinde sadece Ö6 öğretmenin tahminlerinde yer almaktadır. Öğretmenlerin öğrenci zorlukları ile ilgili olarak PAB testinde ifade ettikleri derin kategorisindeki tahminlerden daha fazla bilgi sahibi oldukları ve bu zorluklar doğrultusunda açıklamalarını çeşitlendirdikleri gözlenmiştir. Öğretmenlerin öğrenci zorluklarını gidermek amacıyla, önceden öğrenilen kavram ve bağıntılar (Ö3, Ö5) ile diğer disiplinlerdeki bilgileri (Ö2, Ö6) ve günlük hayatla ilişkilendirmeleri (Ö2, Ö3, Ö6) kullandıkları belirlenmiştir. Ö3 öğretmeni basit bir elektrik devresinde anahtarın açık olduğu durumda elektrik akımı oluşmayacağını günlük hayattan örnek vererek açıklarken, Ö5 öğretmeni ise eşdeğer direnç kavramını önceden öğrenilen bileşke kuvvet kavramını kullanarak aşağıdaki gibi açıklamıştır:

“...Eski konulardan hatırlarsınız bileşke kuvvet vardı. İki veya daha fazla kuvvetin yaptığı işi tek başına yapan kuvvetti bileşke kuvvet. İki veya daha fazla direncin göstermiş olduğu tepkiyi tek başına gösterebilen dirençtir. R_{es} ile gösterilir.” (Ö5, Gözlem)

Benzer şekilde Coulomb kuvvetini açıklarken daha önceden öğrenilen kütle çekim kuvveti bağıntısını ($F=k.m_1.m_2/d^2$) hatırlatmış, benzerlik ve farklılıklarını aşağıdaki gibi açıklamıştır:

“Burada k Coulomb sabiti, m_1 ve m_2 kutup şiddeti ve d uzaklıktır. Coulomb kuvveti elektriksel cisimler arasında da mevcuttur. Orada q_1 ve q_2 gelecek. Buna benzer bir bağıntı daha yazmıştık neydi o?”

Ö: $F=G.m_1m_2/d^2$ (Ö5, Gözlem)

Öğretmenlerin uygulamalarında öğrenci zorluklarını dikkate alarak detaylı açıklamalarla zorlukları gidermeye çalıştıkları, öğretimi öğrenci açısından kolaylaştırmak için konu ve kavramları basitten karmaşığa doğru sundukları, bazı zorlukları ve bu zorlukları giderecek açıklamaları öğrenciler ifade etmeden öğretime dâhil ettikleri gözlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmanın amacı farklı tip okullarda çalışan fizik öğretmenlerinin 9. sınıf elektrik ve manyetizma konusunda KAB, sunum bilgisi, öğrenci bilgisi ve oryantasyonları bileşenlerine bağlı olarak PAB'larını belirlemeye çalışmaktır. Araştırma bulguları, deneyim yılları ve çalışma bağlamları farklı olan katılımcı öğretmenlerin elektrik ve manyetizma konusunda alan bilgilerinin birbirine yakın olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretmenler konuya ilişkin herhangi bir kavram yanlışlığı sergilememişler ancak bazı sorularda yanlış veya eksik cevaplar vermişlerdir. Bu soruların öğretim programı gereği öğretim yapmadıkları ohm kanununa uymayan maddeler konusunda veya üniversite sınavında sorulan konular içerisinde ağırlıklı olarak bulunmayan alternatif ve doğru akımla ilgili sorular olduğu belirlenmiştir. Bu bulgudan hareketle öğretim yaptıkları konularda alan bilgisini geliştiren öğretmenlerin bu konuların dışındaki alan bilgilerinin köreldiği söylenebilir. Bu sonuç, Arzi ve White (2008)'in öğretmenlerin alan bilgilerinin öğretim programı ile yakından ilişkili olduğu sonucu ile benzerlik göstermektedir. Ancak her ne kadar öğretim programı öğretmenlerin alan bilgisini etkiliyor olsa da bu çalışmada öğretmenlerin uygulamalarında bazı kavramların veya olguların öğretiminde konuyu programın ötesine geçerek daha da derinleştirdikleri ve böylece programda yer alan konulara ilişkin alan bilgilerinin olumsuz yönde etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Genel hatları ile hazırladıkları ders planlarının öğretim programı dışında birçok etkinlik ve uygulamayı kapsadığı ve bu uygulamaların öğretim programının gerekliliklerinden çok farklı amaçları yansıttığı görülmektedir. Anadolu liseleri ile düz liselerde çalışan öğretmenlerin, öğrencileri üniversite sınavına hazırlamaya öncelik tanıdığı ve konu anlatımı sonrası çok sayıda çoktan seçmeli problemlerin çözümü ile derslerini yürüttükleri belirlenmiştir. Yapılan gözlemlerden ve mülakatlardan meslek lisesinde çalışan öğretmenin amacının konuyu öğrencilerin anlayabileceği düzeye getirmek olduğu, ortaöğretim fizik ders kitapları yazarlarından olan öğretmenin uygulamalarının ise programa uygun öğretim yapma doğrultusunda olduğu belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar bağlamın öğretmenlerin konu alanı bilgilerini etkilediğini (Mulholland ve Wallace, 2005) gösteriyor olsa da bu çalışmada öğretmenlerin KAB'larındaki farklılığın az olmasının nedeninin öğretmenlerin bireysel özellikleri ve okuldan beklenen üniversiteye hazırlık çalışmaları olduğu düşünülmektedir.

Magnusson vd. (1999) PAB modeline göre bağlamdan kaynaklanan farklı oryantasyonlar geliştirdikleri, okul bağlamları ve hedefleri birbirine benzer öğretmenlerin ağırlıklı olarak didaktik oryantasyonunun yanı sıra bu çalışmada alıştırma-uygulama olarak adlandırdığımız oryantasyonları sergiledikleri ve başlıca amaçlarının öğrencileri üniversite sınavlarına hazırlamak olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin birden fazla ve karışık oryantasyonlara sahip olabileceğini belirten Friedrichsen ve Dana (2005)'a göre zaman yetersizliği öğretmenlerin oryantasyonlarını etkilemektedir. Oryantasyonu alıştırma-uygulama olan öğretmenler (Ö3, Ö4 ve Ö5), bu nedenle zamanın büyük bir kısmını kendi oryantasyonlarına uygun uygulamaları yürütmede kullandıklarını, programla uyumlu akademik hassasiyet gibi oryantasyonlarla uyumlu etkinlikleri yürütemediklerini ifade etmişlerdir. Ancak alıştırma-uygulama oryantasyonlarını sergilemeyen öğretmenlerin, yeni programla daha uyumlu olan akademik hassasiyet, etkinliğe dayalı öğretim gibi oryantasyonları sergiledikleri belirlenmiştir. Bu öğretmenlerin uygulamalarının çalıştıkları okul ve öğrenci özellikleri nedeniyle öğrencileri sınavlara hazırlamaktan çok öğretim programı doğrultusunda onlara temel fizik bilgisi kazandırmaya yönelik olduğu düşünülmektedir. Bu durum Lin ve Yang (1995) ve Carlsen (1999)'ın bağlamın öğretmenlerin çeşitli bilgi temellerini etkilediği ve öğretimle ilgili kararlarında belirleyici role sahip olduğu görüşüyle uyumlu görünmektedir. Öğretmenlerin, öğretim programındaki değişimlere karşın yazılı kaynakları ve öğretim uygulamalarını kendi oryantasyonlarına göre değiştirmeleri oryantasyonlarının kararlı olduğunu ve dış etkenlerden fazla etkilenmediğini göstermektedir. Bu sonuç Monet (2006)'nın konuya özel mesleki gelişim programının,

öğretmenlerin PAB'ın diğer bileşenlerinde değişim sağlamasına karşın oryantasyonlarına herhangi bir etkide bulunmadığı bulgusuyla benzerlik göstermektedir.

Öğretmenlerin öğretimleri sırasında kullandıkları sunum çeşitliliğinin buldukları bağlama dolayısı ile oryantasyona göre değiştiği görülmektedir. Oryantasyonu alıştırma-uygulama olan öğretmenlerin konuyu farklı sunumlar aracılığı ile açıklamak yerine konuyu farklı problemler çözerek açıklamaya çalıştıkları ve oryantasyonlarıyla uyumlu olmayan araç-gereç ve materyalleri kullanmadıkları belirlenmiştir. Başlıca oryantasyonu alıştırma-uygulama olmayan öğretmenlerin kavramsal açıklamalar üzerinde daha fazla durduğu, konuyu açıklamada yardımcı olacak benzetimleri, görselleştirmeleri, gösteri ve deneyleri sıklıkla kullandığı tespit edilmiştir. Sunum çeşitliliğinin oryantasyonlarla yakından ilişkili olduğunu gösteren bu bulgular Gess-Newsome (1999), Lee ve Luft (2008)'un görüş ve sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Katılımcıların sunum bilgisinin, oryantasyonların yanı sıra öğretim programından ve yazılı kaynaklardan da etkilendiği belirlenmiştir. Öğretmenlerin kullandıkları benzetimlerin yazılı kaynaklara dayalı olduğu ancak bu kaynakların üniversite seviyesinde değil, ortaöğretim düzeyindeki ders kitapları ve yardımcı kaynaklar olduğu belirlenmiştir. Ancak ortaöğretim düzeyindeki bu kaynaklarda yer alan bilyeler, bilardo topları, domino taşları gibi elektrik akımının oluşumunu açıklamada yetersiz veya uygun olmayan benzetimleri kullanan öğretmenlerin, öğrencilerin akımın devrede tüketilmesi veya akımın dirençten sonra azalması şeklindeki kavram yanlışlarının önüne geçemediği düşünülmektedir. Oysaki öğretmenlerin farklı kitaplarda yer alan bilgi ve örneklerin değerini ve kullanılabilirliğini analiz edebilmeleri beklenmekte (Van Dijk, 2009) ve uygun olmayan benzetimlerin kullanılmasının, öğrenci zorluklarını artıracacağı ifade edilmektedir (Geddies, 1993; Davis ve Petish, 2005).

Öğrenci zorluklarına ilişkin bulgular ise öğretmenlerin, öğrencilerin ilgili konu veya kavrama yönelik ön bilgilerinin olmadığını kabul ederek öğretimlerini düzenlediklerini göstermektedir. Ayrıca katılımcı öğretmenlerin çoğunun konu ve kavramlar ile problemleri basitten karmaşığa doğru düzenleyerek öğretimlerini yürüttükleri, hakkında bilgi sahibi oldukları öğrenci zorluklarını öğretim sırasında karşılaşmadan da gidermeye çalıştıkları belirlenmiştir. Thorén vd. (2008), fen öğretiminde özellikle konuları belirli bir sıra ve düzende sunmanın öğrenme için önemli rolü olduğunu ifade etmektedir. Öğretmenlerin öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorluklara ilişkin yaptıkları tahminlerin birçoğunun literatürde ifade edilen kavram yanlışlarını kapsadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, öğretim deneyiminin öğrencilerle etkileşimi artırmasından dolayı, deneyimin öğrenci zorluklarını tahmin etmeye katkısı olduğunu ifade eden çalışmalarla (Zemba-Saul vd., 1999; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Henze vd., 2008) benzer görülmektedir. PAB testinde alan bilgisi bölümünü doğru olarak cevaplandıran öğretmenlerin öğrenci zorlukları ile ilgili bölümde derin kategorisinde daha fazla tahminde buldukları ve bunun da alan bilgisi seviyesinin öğrenci zorluklarını doğru bir şekilde tahmin etmede etkili olduğunu gösteren çalışmalarla (Hashweh, 1987; Halim ve Merah, 2002; Käpylä vd., 2009; Kaya, 2009) uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak bazı çalışmalar öğrenci zorlukları bilgisinin sadece alan bilgisi ile ilişkilendirilmediğini ve alan bilgisinin gerekli ancak tek başına yeterli olmadığını göstermektedir (Ball vd., 2008; Thorén vd., 2008; Käpylä vd., 2009).

Öneriler

Eğitim ve teknoloji alanındaki gelişmelerle birlikte değişen ve gelişen sunum çeşitliliğine ilişkin yeniliklerden ve eğitim araştırmalarıyla belirlenen kavram yanlışları ile öğrenci zorluklarına ilişkin bilgilerden öğretmenlerin haberdar olması amacıyla hizmet içi programlar yürütülmesi önerilmektedir. Ayrıca öğrenci zorlukları ve bu zorlukları gidermeye yönelik sunum çeşitliliği konudan konuya değişiklik gösterdiği için farklı konularda öğretmenlerin PAB'larının değişeceği bu nedenle öğretim programlarında yer alan diğer konularda farklı öğretmenlerle PAB çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra yazılı kaynakların öğretmenlerin çeşitli bilgi temellerini etkilediği sonucu göz önüne alındığında bu kaynakların öğretmenlerin bilgilerini geliştirecek yönde düzenlenmesi önerilebilir.

Kaynakça

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain useful idea?. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.
- Arzi, H.J. ve White, R.T. (2008). Change in Teachers' Knowledge of Subject Matter: A 17-Year Longitudinal Study. *Science Education* 92, 221-251.

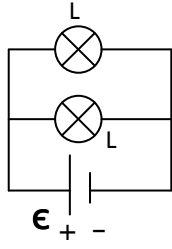
- Ball, D.L., Thames, M.H. ve Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What makes it special?. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Baxter, J.A. ve Lederman, N.G. (1999). Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education* (p.p. 147-161). London: Kluwer Academics Publishers.
- Bryman, A. ve Cramer, D. (2001). *Quantitative Data Analysis with SPSS Release 10 for Windows: A guide for Social Scientists*. London: Routledge.
- Canbazoğlu, S. (2008). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Carlsen, W.S. (1999). Domains of Teacher Knowledge. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education* (p.p. 133-144). London: Kluwer Academics Publishers.
- Chabay, R. ve Sherwood, B. (2006). Restructuring the introductory electricity and magnetism course. *American Journal of Physics*, 74, 329-336.
- Cochran, K.F., King, R.A. ve DeRuiter, J.A. (1993). Pedagogical content knowledge: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272.
- Counts, M.C. (1999). *A Case Study OF College Physics Professor's Pedagogical Content Knowledge*. PhD Thesis, Georgia State University, USA.
- Davis, E.A. ve Petish, D. (2005). Real-Word Applications and Instructional Representations among Prospective Elementary Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 263–286.
- Fazio, C.C., La Fata, L. ve Lupo, L. (2006). Physics Teacher Pedagogical Content Knowledge for Modelling Mechanical Wave Propagation. In Proceedings GIREP Conference: Modelling in Physics and Physics Education, edited by E.van den Berg, A.L. Ellermeijer, O. Slooten (Amsterdam: University of Amsterdam), 20, 737–741.
- Friedrichsen, P.M. ve Dana, T.M.(2005). Substantive-Level Theory of Highly Regarded Secondary Bioloy Teachers' Science Teaching Orientations. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 218-244.
- Geddies, A. N. (1993). Transforming subject matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International journal of Science education*, 15, 673–683.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education* (p.p. 3-17). London: Kluwer Academics Publishers.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Newyork: Teacher College Press.
- Halim. L. ve Meerah., S. (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Its Influence on Physics Teaching. *Research in Science and Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Hanuscin, D.L., Lee, M.H. ve Akerson, V. L. (2011). Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science. *Science Teacher Education*, 95, 145-167.
- Hashweh, M.Z. (1987). Effects of Subject Matter Knowledge in the Teaching of Biology and Physics. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 109-120.
- Hayes, N. (1997). *Doing Qualitative Analysis in Psychology*. Psychology Press, UK.
- Henze, I., Van Driel, J. ve Verloop, N. (2008). Development of Experienced Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Models of the Solar System and the Universe. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1321-1342.
- Jabot, M.E. (2002). *Teacher Pedagogical Content Knowledge As A Predictor of Student Learning Gains in Direct Current Circuits*. PhD Thesis, the Graduate School Syracuse University, USA.
- Johnston, J. ve Ahtee, M. (2006). Comparing Primary Student Teacher's Attitudes, Subject Knowledge and Pedagogical Content Knowledge Needs in A Physics Activity. *Teaching and Teacher Education*, 22, 503-512.
- Käpylä, M., Heikkinen, J.P. ve Asunta, T. (2009). Influence of Content Knowledge on Pedagogical Content Knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*. 31(10), 1395–1415.

- Kaya, O. (2009). The Nature of Relationships among the Components of Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Science Teachers: 'Ozone layer depletion' as an example. *International Journal of Science Education*, 31(7), 961–988.
- Köksal, M.S. (2010). Examining science teachers' understanding of the NOS aspect through the use of knowledge test and open-ended questions. *Science Education International*, 21(3), 197–211.
- Lee, E. ve Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343–1363.
- Lin, S. ve Yang, J. (1995). Biology Teachers' Knowledge Base of Instructional Representations. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, April 22–25, 143–150.
- Magnusson, S., Krajcik, J. ve Borko, H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education* (p.p. 95-132). London: Kluwer Academics Publishers.
- Monet, J.A. (2006). *Examining Topic-Specific PCK as a Conceptual Framework for In-Service Teacher Professional Development in Earth Science*. PhD Thesis, The State University of New Jersey.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Mulhall, P., McKittrick, B. ve Gunstone, R. A. (2001). Perspective on the Resolution of Confusion in the Teaching of Electricity. *Research in Science Education*, 31, 575-587.
- Mulholland, J. ve Wallace, J. (2005). Growing the Tree of Teacher Knowledge: Ten Years of Learning to Teach Elementary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 767–790.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281–1299.
- Park, S. ve Oliver, J.S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. Third Edition, Sage Publications, London.
- Pardhan, H. & Bano, Y. (2001). Science Teachers' Alternate Conceptions about Direct Currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318.
- Rollnick, M., Bennett, J., Rhemtula, M., Dharsey, N. ve Ndlovu, T. (2008). The Place of Subject Matter Knowledge in Pedagogical Content Knowledge: A case study of South African teachers teaching the amount of substance and chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1365-1387.
- Sarkim, T. (2004). Investigating Secondary School Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge: A Case Study. *Post-Script*, 5(1), 82–96.
- Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundation of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-21.
- Sperandeo-Mineo, R.M., Fazio, C. & Tarantino, G. (2005). Pedagogical Content Knowledge Development and Pre-Service Physics Teacher Education: A case study. *Research in Science Education*, 36(3), 235-268.
- Stake, R.E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Sage, London.
- Tamir, P., 1988. Subject Matter and Related Pedagogical Knowledge in Teacher Education, *Teaching and Teacher Education*, 4, 2, 99-110.
- Thorén, I., Kellner, E., Gullberg, A. ve Attorp, I. (2008). Developing Transformative Pedagogical Content Knowledge in Science and Mathematics Teacher Education, University of Gavle, Sweden, <http://www.hig.se/pdf/n-inst/Slutrapport0501F3.pdf>, 17 Aralık 2008.
- Tsangaridou, N. (2002). Enacted Pedagogical Content Knowledge in Physical Education: A Case Study of a Prospective Classroom Teacher. *European Physical Education Review*, 8(1), 21-36.
- Uşak, M. (2005). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bitkiler Konusundaki Pedagojik Alan Bilgileri*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

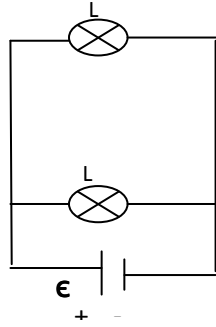
- Van Dijk, E.M. (2009). Teachers' views on understanding evolutionary theory: A PCK-Study in the framework of the ERTE-model. *Teaching and Teacher Education*, 25(2), 259-267.
- Van Driel, J.H., Verloop, N. ve De Vos, W. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Van Driel, J.H., Verloop, N. ve Jong, O. (2002). The Development of Preservice Chemistry Teachers Pedagogical Content Knowledge. *Science Teacher Education*, 86(4), 572-590.
- Veal, W.R., Tippins, D.J. ve Bell, J. (1998). The Evolution of Pedagogical Content Knowledge in Prospective Secondary Physics Teachers", <http://www.narst.org/conference/98conference/veal2.pdf>, 10 Temmuz 2007
- Veal, W. R. ve Tippins, D. J., Bell, J. (1998). The Evolution of Pedagogical Content Knowledge in Prospective Secondary Physics Teachers. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.
- Yin, R.K. (2003). *Case Study Research: design and methods*. Third Edition, Sage, London.
- Zemal-Saul, C., Star, M. ve Krajcik, J. (1999). Constructing a Framework for Elementary Science Teaching Using Pedagogical Content Knowledge. In Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The construct and its implications for science education* (p.p. 237-256). London: Kluwer Academics Publishers.

Ek: PAB Testi (1. Sorudaki b, c, d şıkları testteki soruların tamamında sorulmuştur.)

1-a) Şekil 1 ve Şekil 2 deki üreteçler ve lambalar (L) özdeşdir. Bu lambaların parlaklıkları nasıl olur? Sebebini açıklayın.



Şekil 1



Şekil 2

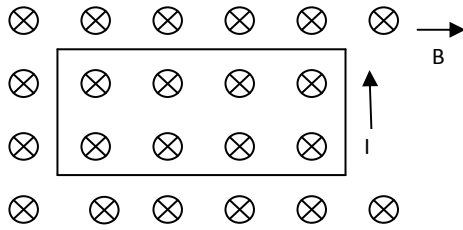
b) Bu kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin sahip olabilecekleri ön bilgilerin neler olabileceğini tahmin ediyorsunuz?

c) Bu soruyla ilgili olarak öğrencilerin hangi problemlerle karşılaşacağını tahmin ediyorsunuz?

d) c'deki problemlerin giderilmesinde ne yaparsınız?

2-a) Elektronların iletken içindeki sürüklenme hızları çok küçük olmasına rağmen, anahtar kapatıldığında ışığın hemen gelmesi nasıl mümkün olmaktadır? Açıklayınız.

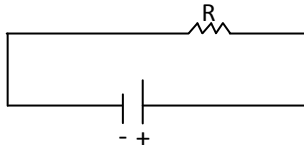
3-



a) Düzgün bir manyetik alan içerisinde üzerinden şekildeki gibi bir I akımı geçen çerçevenin uzun kenarlarına etkiyen kuvvetler var mıdır? Varsa yönleri nasıldır?

4-a) Doğru akım ile alternatif akım arasındaki fark nedir? Bu akımlar nasıl oluşturulur? Açıklayınız.

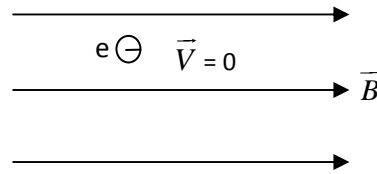
5-



a) Şekildeki bir elektrik devresinde elektronların hareket yönünü hem devre içinde hem de batarya içinde gösteriniz. Elektronların akma yönü ile elektrik akımının yönü nasıldır? Cevabınızın sebebini açıklayınız.

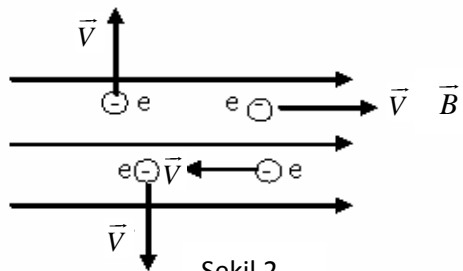
6-a)

Şekil 1'de duran bir elektronun olduğu yerde düzgün bir manyetik alan oluşturuluyor. Bu elektron harekete geçer mi? Açıklayınız.



Şekil 1

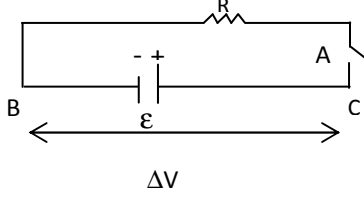
Şekil 2'de aynı V hızı ile gösterilen yönlerde hareket eden yükler düzgün bir manyetik alan etkisine girdiklerinde ne olur? Her bir elektron için açıklayın.



Şekil 2

7-a) Basit bir elektrik devresinde, akımı ve gerilimi ölçmek için hangi ölçü aletlerinin devreye nasıl bağlayacağını şekil çizerek gösteriniz. Niçin o şekilde bağladığınızı açıklayınız.

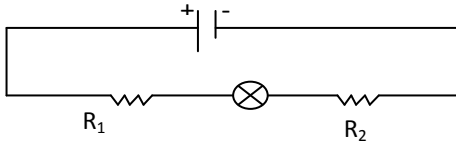
8-



a) Şekildeki A anahtarı açık iken ve anahtar kapalı iken B ve C noktaları arasındaki potansiyel farkı ΔV nasıl olur? Açıklayınız.

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

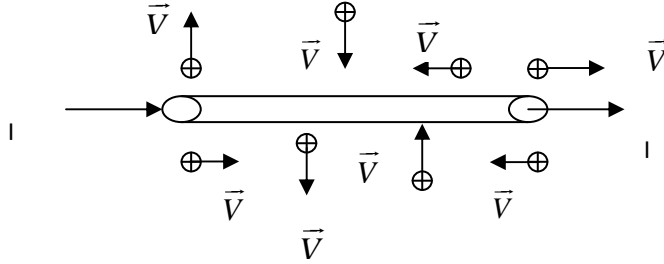
10-



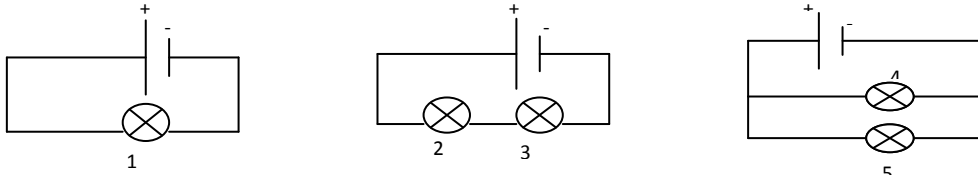
a) Şekildeki devrede R_1 direnci azaltıldığında ve artırıldığında lambanın parlaklığı nasıl olur? Açıklayınız

11-a) Bir iletkenin direnci nelere nasıl bağlıdır? Açıklayınız.

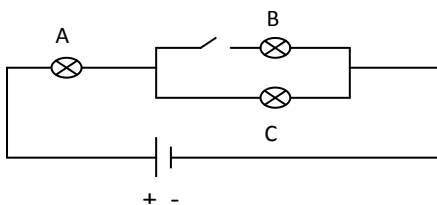
12-a) İçinden I akımı geçen iletken tel etrafında V sürati ile şekilde gösterilen yönlerde hareket eden + yüklere etki eden manyetik kuvvetlerin yönünü gösterin.



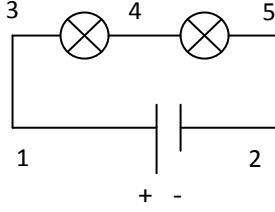
13-a) Aşağıdaki 3 devrede de lambalar ve piller özdeşdir. Buna göre lambaların parlaklığını büyükten küçüğe doğru sıralayarak bu sonuca nasıl ulaştığınızı açıklayın.



14-a) Özdeş lambalardan oluşan devrede anahtar kapatıldığında A ve B lambasının parlaklıkları nasıl olur? Açıklayınız.



15-a) Şekildeki 1–2, 3–4, 4–5 ve 3–5 noktaları arasındaki potansiyel farklarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.



Extended Abstract

Pedagogical content knowledge (PCK) was introduced as a specific category of teachers' knowledge which includes the ways of representing and formulating the subject that make it accessible to students of different ages and backgrounds (Shulman 1986,1987) and knowledge of student understanding and representations have been accepted as key aspects of PCK (Van Driel et al., 1998). But these elements were extended by other scholars such as knowledge of curriculum, assessment, context, educational aims and orientations (Park and Oliver, 2008). Research show that majority of the studies has been carried out with student teachers and those which examine teachers' PCK have been done with primary teachers. Research also shows that there was limited number of content-specific PCK studies. Due to all these reasons we decided to study on teachers' PCK on a specific content-electricity and magnetism. Therefore, purpose of this study was to investigate physics teachers' PCK on the subject of 9th grade electricity and magnetism topic.

Multi-case study method was employed in this study in which we selected six practicing teachers from different contexts as particular cases to understand the detail of interaction with their contexts as each itself is of special interest (Stake, 1995) and to seek to understand their knowledge bases within their own contexts. Multiple data sources such as PCK test with open-ended questions, classroom observations, lesson plans and informal interviews were used to define the participants' PCK in this study. The pilot study of the PCK test was carried out with 70 STs attending SMK education in the fall term of 2007-2008 academic year and the resulting data were used to shape the final form of the test. The inter-rater consistency which was used to estimate the validity of the test consisting of open-ended questions was checked by two researchers and Pearson correlation coefficient was found to be 0.916. The participating teachers were asked if they are volunteered to be video-recorded during their teaching and two teachers' teaching was video-recorded, two teachers' teaching was tape-recorded and the other two were not volunteered to be recorded. However, the researchers took field notes in every teacher's teaching sessions. Their lesson plans were examined to understand how PCK was represented in their lesson plans. Informal interviews were conducted before and after observations to determine teachers' views or interpretations concerning their teaching. The data related to the components of PCK were analyzed by using content analyses (Patton, 2002). For the trustworthiness of the study data were triangulated using PCK test, observations, lesson plans and informal interviews.

Research findings reveal that participating teachers' subject matter knowledge in the topics of electricity and magnetism are at similar levels. The results also show that teachers exhibited no misconceptions but provided incorrect and deficient answers in the subject which they had not taught but they improved their subject matter knowledge in topics they taught before. It is seen that the lesson plans prepared by participants cover a number of activities and applications which are rarely compatible with the requirements of the curriculum. It was determined that teachers have developed various context-based orientations and the teachers having similar aims and context displayed mainly didactic and drill and practice orientations and their primary aims were to prepare students to university-entrance examination. While teachers who adopted drill and practice orientation expressed that they spent their time to carry out activities compatible with their orientations, they accepted that they didn't prefer activities not parallel to their orientations, such as those of academic-rigor and activity-driven, which reflect objectives of the curriculum. But it was determined that teachers who didn't hold drill and practice orientation displayed academic-rigor and activity-driven orientations which are more compatible with the curriculum. The teachers didn't adapt themselves to the syllabus changed in 2007, and they chose the some aspects of the new program. This shows that the teachers'

orientations remained essentially stable and unaffected by program directions. It is seen that diversity of representations used by teachers changed depending on the context and thus to the orientation. It was determined that teachers who adopted drill and practice orientation explained the subject via problem-solving instead of using different representations and they didn't use equipment and materials incompatible with their orientations. It was determined that teachers who did not primarily adopt the drill and practice-orientation focused on conceptual explanations and frequently used demonstrations, analogies, illustrations and experiments to explain the subject. Findings show that knowledge of representation is closely related to orientations and affected by the written sources and syllabus. It is thought that the analogies used by teachers were based on written sources of secondary level but analogies like billiard balls or dominos are not proper representations for explaining electric current and thus couldn't prevent possible student learning difficulties. Findings related to learner difficulties show that teachers organised their teaching assuming that students didn't have any prior knowledge about the subject. In addition, it is concluded that most of the teachers carried out their teaching by organising the subjects' concepts and problems from simple to complex order and they tried to eliminate learner difficulties during the teaching process. It was determined that some misconceptions discussed in the literature were correctly predicted by most of the teachers. Teachers answering subject matter knowledge section of PCK test better made more valid predictions about the learner difficulties in the deep-category and this shows that the level of subject matter knowledge is effective in predicting learning difficulties. There is still need to study content-specific PCK and its development in different subject areas and different topics.