

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETMENLERİNİN PEDAGOJİK ALAN BİLGİ
(PAB) GELİŞİMİ

DOKTORA TEZİ

Işık Saliha KARAL EYÜBOĞLU

TRABZON
Haziran, 2011

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETMENLERİNİN PEDAGOJİK ALAN BİLGİ
(PAB) GELİŞİMİ

Işık Saliha KARAL EYÜBOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Doktora
(Fizik Eğitimi) Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV

TRABZON
Haziran, 2011

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir. 14/06/2011

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV

Üye : Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ

Üye : Prof. Dr. Hüsnü BAYSAL

Üye : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nevzat YİĞİT

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylanm.

**Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Haluk ÖZMEN**

BİLDİRİM

Tezimin içerdđiđi yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadđđımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediđđimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduđđunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynađđa eksiksiz atıf yapıldđđını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiđđimi beyan ediyorum.

Işık Saliha KARAL EYÜBOđđLU

26/06/2011

ÖNSÖZ

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) öğretmenlerin sahip oldukları alan bilgisini farklı bilgi türleriyle bütünleştirerek çeşitli deneyimler aracılığıyla geliştirdikleri bilgi çeşidi olarak tanımlanmaktadır. Bu bilginin doğasının, bileşenleri arasındaki etkileşimin ve ilişkisinin, PAB gelişiminin ve gelişimi etkileyen faktörlerin oldukça karmaşık olması öğretmen yetiştirme programlarının düzenlenmesini ve işleyişini etkilemektedir. PAB gelişimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bu gelişime katkı sağlayacak önlem ve uygulamaların hayata geçirilebilmesi için PAB gelişimi ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışma fizik öğretmen adaylarının PAB'nin öğretmen yetiştirme programı boyunca gelişimini izlemek ve deneyimli öğretmenlerle karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır.

Çalışma süresince danışmanlığımı üstlenen, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım ve kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında görüş ve önerilerinden yararlandığım hocalarım Prof. Dr. Ali Rıza AKDENİZ, Prof. Dr. Salih ÇEPNİ ve Yrd. Doç. Dr. Nevzat YİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmaya gönüllü olarak katılan, bilgi, düşünce ve uygulamalarını paylaşmaktan çekinmeyen değerli meslektaşlarıma, katılımcı öğretmen adaylarına çalışmamın yürütülmesi sırasındaki anlayışlarından dolayı okul idarecilerime teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmam sırasında maddi manevi destekleri için eşim Cem EYÜBOĞLU ve sevgili kardeşlerime teşekkür ederim. Son olarak akademik çalışmalarımın başlamasında, devam etmesindeki katkıları ve engin bilgisinden faydalandığım sevgili babam Prof. Dr. Hüseyin KARAL'a ve manevi destekleri için canım annem Hatice KARAL'a şükranlarımı sunuyorum ve çalışmamı onlara armağan ediyorum.

Işık Saliha KARAL EYÜBOĞLU
Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Problemi.....	7
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	9
1.4. Araştırmanın Amacı.....	11
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	11
1.6. Konu ile ilgili Yapılan Araştırmalar	12
1.6.1. PAB Bileşenleri	12
1.6.2. Öğretim Sunumları Bilgisi.....	14
1.6.3. Öğrenci Bilgisi.....	15
1.6.4. Öğretmenlerin Fen Öğretimi ile İlgili İnançları ve Oryantasyonları.....	16
1.6.5. Öğretmen Bilgisi Modelleri.....	19
1.6.6. Öğretmeyi Öğrenme	23
1.6.7. Öğretmen Yetiştirme Programları.	26
1.6.8. Elektrik ve Manyetizma Konusundaki Öğrenci zorlukları ve Kavram Yanılgıları	27
1.6.9. PAB ile ilgili Yapılan Çalışmalar	31
1.6.9.1. PAB'ni Belirlemeye İlişkin Yapılan Çalışmalar	31
1.6.9.2. PAB Gelişimine İlişkin Yapılan Çalışmalar.....	39
1.6.9.3. PAB ve PAB Gelişimi ile İlgili Yapılan Çalışmaların Özeti	45
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	49

2.1.	Araştırmanın Tasarlanması	49
2.2	Araştırmanın Yöntemi	55
2.2.1.	Nitel Araştırma Yaklaşımı	56
2.3.	İdari düzenlemeler	57
2.4.	Katılımcılar	57
2.5.	Veri Toplama Araçları	61
2.5.1.	Veri Toplama Araçlarının Seçimi.....	61
2.5.2.	PAB Testinin Geliştirilmesi.....	63
2.5.2.1.	Pedagojik Alan Bilgisi Testinin Uygulanması	66
2.5.3.	Dokümanlar	67
2.5.4.	Gözlem.....	68
2.5.5.	Mülakat	70
2.6.	Verilerin Analizi	71
2.6.1.	PAB Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi	71
2.6.1.1.	PAB Testindeki Alan Bilgisi Kısmından Elde Edilen Verilerinin Analizi...	71
2.6.1.2.	PAB Testindeki Sunum Çeşitlerinin Analizi	73
2.6.1.3.	PAB Testindeki Öğretmen Oryantasyonları Analizi	74
2.6.1.4.	PAB Testindeki Öğrenici Önbilgisi Bilgisi Analizi	75
2.6.1.5.	PAB Testindeki Öğrenici Zorlukları Bilgisi Analizi	76
2.6.2.	Gözlem Verilerinin Analizi	78
2.6.3.	Doküman ve Ders Planlarının Analizi	79
2.7.	Araştırmada Nitelik	79
2.8.	Araştırmada Etik	81
2.9.	Araştırmacının Rolü	81
3.	BULGULAR.....	83
3.1.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Konu Alanı Bilgisi.....	83
3.1.1.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Elektrik Akımı ile İlgili Alan Bilgileri	84
3.1.2.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Elektrik Akımının Manyetik Etkisi ile İlgili Alan Bilgileri	107
3.1.3.	Alan Bilgisi Bileşenine İlişkin Bulguların Özeti	115
3.2.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Sunum Çeşitleri Bilgisi	120
3.3.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Oryantasyonları	151
3.4.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenici Hakkındaki Bilgileri	176

3.4.1.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenici Önbilgisi Hakkındaki Bilgileri	176
3.4.2.	Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenici Zorlukları Bilgisi	200
4.	TARTIŞMA	236
4.1.	Katılımcıların Alan Bilgisine Yönelik Bulguların Tartışılması.....	236
4.2.	Katılımcıların Öğretim Sunumlarına Yönelik Bulguların Tartışılması	246
4.3.	Katılımcıların Oryantasyonlara Yönelik Bulguların Tartışılması	254
4.4.	Katılımcıların Öğrenici Önbilgi Hakkındaki Bilgilere Yönelik Bulguların Tartışılması	258
4.5.	Katılımcıların Öğrenici Zorlukları Hakkındaki Bilgilere Yönelik Bulguların Tartışılması	260
4.6.	PAB Gelişimine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması	268
5.	SONUÇLAR	282
5.1.	Alan Bilgisi Bileşenine Yönelik Sonuçlar	282
5.2.	Sunum Bileşenine Yönelik Sonuçlar	286
5.3.	Oryantasyon Bileşenine Yönelik Sonuçlar	288
5.4.	Öğrenici Bilgisi Bileşenine Yönelik Sonuçlar	289
5.5.	PAB Gelişimine Yönelik Sonuçlar	292
6.	ÖNERİLER.....	295
6.1.	Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler	295
6.2.	Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler	298
7.	KAYNAKLAR	300
8.	EKLER	316

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Fizik Öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgi Gelişimi

Bu çalışmada, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitiminden sonra Elektrik ve Manyetizma konusunda PAB gelişimlerini incelemek amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin PAB'lerini inceleyen ve betimsel boyuna-gelişimci araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmanın katılımcılarını, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği programına, alan bilgisi eğitimini tamamlamış ve 2007–2008 bahar döneminde eğitim fakültesinde alan eğitimi derslerine devam eden 6 öğretmen adayı ile Trabzon il merkezi ve ilçelerinde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı çeşitli liselerde görev yapan 6 öğretmen oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama araçları olarak PAB testi, gözlem, ders planları ve mülakatlar kullanılmıştır. Katılımcıların PAB'lerinin, *Alan Bilgisi*, *Öğrenici Bilgisi*, *Sunum Bilgisi* ve *Oryantasyon* bileşenlerini belirlemek için hazırlanan PAB testi, öğretmen adaylarına öğretmen yetiştirme programları sırasında dört farklı zamanda uygulanmıştır. 3 dönem süren veri toplama aşamasının son döneminde, katılımcıların öğretim uygulamaları gözlenerek, ders planlarına paralel olarak informal mülakatlar yürütülmüş ve elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Çalışma sonuçları, PAB'nin bu dört bileşeninin birbiri ile etkileşim halinde olduğunu, geçmiş deneyim, öğretim deneyimi, öğretmen eğitimi, yazılı kaynaklar, danışman öğretmenler, okul bağlamları ve program bilgisinin PAB gelişimini etkileyen en önemli faktörler olduğunu göstermiştir. Öğretmen yetiştirme programlarında alan bilgisi eğitiminden sonra alan bilgisi bileşeninde azalma, alan eğitimi sırasında sunum çeşitleri bilgisinde artma ve oryantasyonlarda değişim ve öğretmenlik uygulamaları sırasında, öğrenici zorlukları bilgisinde artış belirlenmiştir. Öğretmenlerin PAB'lerinin tutarlı olduğu, çalışma boyunca öğretmen adaylarının PAB'nin farklı bileşenlerinde değişimler meydana geldiği ancak bu bileşenleri öğretmenlik uygulamalarıyla birlikte bütünleştirmeye başladıkları ancak kararsız oryantasyonlar sergiledikleri sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pedagojik Alan Bilgisi, Fizik Öğretmeni, Elektrik ve Manyetizma, Öğretmen Eğitimi

ABSTRACT

Development of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK)

The purpose of this study was to investigate the development of pre-service physics teachers' PCK on the subject of electricity and magnetism after their completion of subject matter education (SME) in the Department of Secondary Science and Mathematics Education. In this study, the descriptive longitudinal development research method has been adopted to investigate the teachers' and pre-service teachers' PCK. The participants were six pre-service teachers (PSTs) who completed their subject matter education in the Faculty of Science and attended the Faculty of Education in 2007-2008 Spring-Term and six teachers who were working in high schools of the Ministry of National Education in Trabzon city and nearby towns. PCK test, observations, lesson plans and informal interviews are used as data collection instruments to determine the components of PCK, i.e. the subject matter knowledge, knowledge of presentations of subject matter, learners' prior knowledge and learning difficulties and orientations. PCK test was applied to the PSTs at four separate times during their teacher training program. During the last stage of the three-term data collection period, field-based experience of the PSTs was observed, informal interviews parallel to lesson plans were arranged and the collected data were analyzed using content analysis. The result of the research showed that the four components of PCK interact with each other and that prior experience, field-based experience, teacher training, written materials, mentors, school context, curriculum knowledge are the most important factors affecting the PCK development. In teacher training programs a decline in subject matter component is determined in the two terms. On the other hand, improvements in the varieties of presentation and changes in the orientations during the field-based experience, an increase in the knowledge of learning difficulties have been determined. It is concluded that PCK of teachers are well developed while changes in various components of the PCK of PSTs during this research occurred, but the pre-service teachers couldn't integrate these components until the beginning of field-based experience where they also displayed unstable orientations.

Key Words: Pedagogical Content Knowledge, Physics Teacher, Electricity and Magnetism, Teacher Training

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.	Konu alanı bilgisinin dönüşümü	5
Şekil 2.	Öğretmen bilgisi modeli	20
Şekil 3.	Meslekte yeni ve uzman öğretmenler için PAB modeli	21
Şekil 4.	PAB gelişimi metaforu	43
Şekil 5.	Tezin akış şeması	54
Şekil 6.	A ₇ adayının Ohm yasasına ilişkin kullandığı grafik	99
Şekil 7.	A ₆ adayının 3.soruya ilişkin cevabı.....	107
Şekil 8.	A ₅ adayının 3.soruya ilişkin cevabı.....	108
Şekil 9.	A ₁₀ öğretmen adayının dördüncü uygulamada altıncı soruya ilişkin cevabı .	110
Şekil 10.	A ₃ öğretmen adayının birinci uygulamada altıncı soruya ilişkin cevabı	110
Şekil 11.	A ₃ öğretmen adayının ikinci ve üçüncü uygulamalarda altıncı soruya ilişkin cevabı	111
Şekil 12.	A ₃ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı	111
Şekil 13.	A ₅ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı	113
Şekil 14.	A ₇ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı	113
Şekil 15.	A ₁₂ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı	114
Şekil 16.	A ₂ ve A ₁₁ öğretmen adaylarının üçüncü uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı	114
Şekil 17.	Her bir sorunun farklı uygulamalarda adaylardan aldığı puanların gösterimi	117
Şekil 18.	Adayların testten aldığı toplam puan durumu ve uygulamalara göre değişimi.....	118
Şekil 19.	Her bir sorunun farklı uygulamalarda öğretmenlerden aldığı puanların gösterimi	119
Şekil 20.	Öğretmenlerin testten aldığı toplam puanlar	120
Şekil 21.	A ₁ adayının kullandığı görselleştirme	122
Şekil 22.	A ₁ adayının kullandığı benzetimi.....	122
Şekil 23.	A ₃ adayının kullandığı benzetim.....	126
Şekil 24.	A ₇ adayının sunum içerisinde kullandığı gösteri	136
Şekil 25.	A ₁ adayının önbilgiyi değerlendirmek amacıyla hazırladığı çalışma yaprağı	178

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 26.	A ₃ adayının önbilgiyi değerlendirmek için kullandığı elektrik devreleri	182
Şekil 27.	A ₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem	183
Şekil 28.	A ₅ adayının önbilgiyi değerlendirmek amacıyla hazırladığı çalışma yaprağı	187
Şekil 29.	A ₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem	205
Şekil 30.	A ₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem	206
Şekil 31.	Ö ₃ öğretmenin ders içerisinde kullandığı görselleştirmeler	227
Şekil 32.	Ö ₅ öğretmenin ders içerisinde kullandığı görselleştirme	231
Şekil 33.	İletken telde elektronların hareketi	239
Şekil 34.	Bilyeler benzetimi	251
Şekil 35.	PAB gelişimini etkileyen faktörler	280

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	PAB bileşenlerinin farklı kavramsallaştırılması	13
Tablo 2.	Fen öğretimi için farklı oryantasyonlarla ilgili öğretimin doğası	17
Tablo 3.	PAB ile ilgili yapılan araştırmalarda yöntem ve örneklem	53
Tablo 4.	Öğretmen adaylarının özellikleri	59
Tablo 5.	Öğretmenlerin mesleki özellikleri	59
Tablo 6.	Örneklem grubunun seçimi	60
Tablo 7.	Gelişim göstergelerinin belirlenebileceği veri toplama araçları	62
Tablo 8.	Alan bilgisi sorularının özellikleri	64
Tablo 9.	PAB testi puanlayıcılar arası tutarlılık	66
Tablo 10.	Alan bilgisi verilerinin analizi	73
Tablo 11.	Sunum çeşitlerinin analizi	74
Tablo 12.	Öğrenci ön bilgisi bilgisinin analizi	76
Tablo 13.	Öğrenci zorlukları bilgisinin analizi	77
Tablo 14.	Soru 1'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	84
Tablo 15.	Soru 2'ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	86
Tablo 16.	Soru 4'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	88
Tablo 17.	Soru 5'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	89
Tablo 18.	Soru 7'ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	92
Tablo 19.	Soru 8'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	96
Tablo 20.	Soru 9'a verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	98
Tablo 21.	Soru 10'a verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	100
Tablo 22.	Soru 11'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	101
Tablo 23.	Soru 13'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	104
Tablo 24.	Soru 14'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	105
Tablo 25.	Soru 15'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	106
Tablo 26.	Soru 3'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	107
Tablo 27.	Soru 6'ya verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	109

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 28.	Soru 12'ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı	112
Tablo 29.	Öğretmen adaylarının farklı uygulama ve sorularda aldıkları puanlar	116
Tablo 30.	Öğretmenlerin sorulardan aldıkları puanlar	119
Tablo 31.	A ₁ adayının sergilediği sunum çeşitleri	121
Tablo 32.	A ₃ adayının sergilediği sunum çeşitleri	124
Tablo 33.	A ₄ adayının sergilediği sunum çeşitleri	128
Tablo 34.	A ₅ adayının sergilediği sunum çeşitleri	130
Tablo 35.	A ₆ adayının sergilediği sunum çeşitleri	133
Tablo 36.	A ₇ adayının sergilediği sunum çeşitleri	134
Tablo 37.	Öğretmenlerin sergilediği sunum çeşitleri	138
Tablo 38.	A ₁ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	151
Tablo 39.	A ₃ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	153
Tablo 40.	A ₄ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	155
Tablo 41.	A ₅ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	157
Tablo 42.	A ₆ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	159
Tablo 43.	A ₇ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri.....	161
Tablo 44.	Öğretmenlerin sergilediği oryantasyon çeşitleri	164
Tablo 45.	A ₁ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	177
Tablo 46.	A ₃ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	180
Tablo 47.	A ₄ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	184
Tablo 48.	A ₅ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	186
Tablo 49.	A ₆ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	189
Tablo 50.	A ₇ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi	190
Tablo 51.	Öğretmenlerin öğrenci ön bilgileri bilgisi	192
Tablo 52.	A ₁ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	201
Tablo 53.	A ₃ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	203
Tablo 54.	A ₄ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	208
Tablo 55.	A ₅ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	211
Tablo 56.	A ₆ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	215
Tablo 57.	A ₇ adayının öğrenci zorlukları bilgisi	217
Tablo 58.	Öğretmenlerin öğrenci zorlukları bilgisi	220

KISALTMALAR DİZİNİ

- PAB : Pedagojik Alan Bilgisi
KAB : Konu Alanı Bilgisi
A.B.Y : Alan Bilgisi Yok
A.B.V : Alan Bilgi Var
ÇPL : Çok Programlı Lise.
P.Y : Problem Yok.
Ö : Öğrenciler
S : Sınıf
A₁, A₂ : Öğretmen Adayları.
U₁ : Birinci Uygulama
U₂ : İkinci Uygulama..
U₃ : Üçüncü Uygulama.
U₄ : Dördüncü Uygulama
Ö₁, Ö₂, Ö₃, Ö₄, Ö₅, Ö₆: Öğretmenler.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Eğitimin niteliğinin, öğretmen eğitimine doğrudan bağlı olduğu ve öğretmen eğitimi ile ilgili problemlerin son yüzyıldır devam ettiği ifade edilmektedir (Korthagen vd., 2006). Bu nedenle, son 20–30 yılda dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde gerçekleştirilen eğitime yönelik reformların ardından, bu reformların uygulanmasında en etkin role sahip olan öğretmenlerin yetiştirilmesi ve niteliğine ilişkin çalışmalar ağırlık kazanmıştır (Meriç ve Tezcan, 2005; Bolat ve Sözen, 2009). Özellikle fen bilimleri kapsamındaki konuların anlaşılması ve öğretilmesindeki güçlükler nedeniyle fen öğretmeni yetiştirme programlarına, bu reformları uygulanabilir kılmak için oldukça önemli görevler düşmektedir (Adams ve Krockover, 1997). Pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de öğretmen yetiştirme programlarında yapılan yeni düzenlemeler, öğretmen eğitiminin çağdaştırılması ve niteliğinin yükseltilmesini amaçlamıştır. Yükseköğretim Kurulu'nun Dünya Bankası işbirliği ile 1998 yılında öğretmen yetiştirme konusunda yaptığı kapsamlı bir düzenleme ile “öğretmen yetiştirme modeli, öğretmen yetiştiren kurumların öğretim süreleri, bölümleri, program adları ve bağlantıları, programları, MEB ile işbirliği, Fen-Edebiyat Fakültesi/Eğitim Fakültesi İlişkileri gibi boyutlarda değişiklikler ve yenilikler ortaya konmuştur”(YÖK, 2007). Bu düzenlemede, ortaöğretim alan öğretmenlerinin daha güçlü ve derin alan bilgisi ve öğretim becerilerine sahip olmaları gerektiği düşünüldüğünden (Stratus vd., 1998; Veal vd., 1998) yüksek lisans seviyesinde yetiştirilmeleri önerilmiştir. Bu amaçla, ülkemizde öğretmen yetiştirme programlarına uygulanabilir nitelikte bir öğretmen yeterlikleri listesi ortaya konulmuştur. Ülkemizde 1998 yılında ortaya konulan öğretmen yeterlikleri listesi:

1. Konu alanı ve alan eğitimine ilişkin yeterlikler
2. Öğretme-öğrenme süreci ile ilgili yeterlikler
3. Öğrencilerin öğrenmelerini izleme, değerlendirme ve kayıt tutma ile ilgili yeterlikler
4. Tamamlayıcı mesleki yeterlikler

şeklinde dört ana bölümden oluşmaktadır (YÖK, 1998). Bu yeterliklerden konu alanı bilgisine ilişkin olarak;

1. Konulara ilişkin eğitim programının öngördüğü düzeyin üstünde bilgi birikiminin olduğunu gösterme
2. Konu alanına ilişkin kuram, ilke ve kavramları anlaşılabilir biçimde güvenle öğretebileceğini gösterme

alan eğitime ilişkin olarak ise:

1. Öğrencilerde yaygın biçimde gözlenen eksik ve yanlış kavramları fark etme
2. Öğrencilerin konuya ilişkin sorularına uygun ve yeterli yanıtlar oluşturabilme
3. Öğrencilerin bedensel, zihinsel, duygusal ve sosyal gelişiminin öğrenmelerini etkileyeceğini anlama
4. Konu alanının öğretim programlarına ilişkin bilgi sahibi olma,
5. Konu alanı ile ilgili özel öğretim, yaklaşım, yöntem ve tekniklerine ilişkin bilgi sahibi olma
6. Konu alanı ile ilgili bilgi teknolojilerinden yararlanma

şeklinde tanımlanmıştır (YÖK, 1998). 1998 yılında tanımlanan bu yeterlikler listesi, 2010 yılında alan bilgisi, alan eğitimi bilgisi ve alana özel okuryazarlık bilgisi olmak üzere üç bölümden oluşan özel alan yeterlikleri şeklinde yeniden ortaya konmuştur. Fizik öğretmenlerinin sahip olmaları beklenen özel alan yeterliklerinden;

1. Alan bilgisi yeterlik alanı; öğretim programının öngördüğü bilgileri ve buna ilaveten bilmesi gereken fizik kavramlarını, kanunlarını ve teorilerini, fiziğin diğer bilim dalları ile ilişkisini, doğa olaylarını ve teknolojik araçların çalışma ilkelerini kapsamaktadır.
2. Alan eğitimi bilgisi alanı; öğretim programını izleme ve değerlendirebilme, uygun olan öğrenme ve öğretim yaklaşımlarını seçebilme, materyal hazırlayabilme ve kullanabilme, öğrenme zorluklarını analiz edebilme becerilerini kapsamaktadır.
3. Fizik okuryazarlığı bilgisi alanı ise problem çözme becerileri ve laboratuvar kullanımını, fiziğin teknoloji, toplum ve çevre ile etkileşimini, bilişim ve iletişim becerileri ile mesleki gelişimi içine alan tutum ve değerleri kapsamaktadır.

Kuvvet ve etkisi, elektrik, ışık, dalgalar, modern fizik, madde ve özellikleri ile manyetizma konularına ilişkin alan bilgisi yeterliklerinin yanında, fizik öğretim programını izleyebilme, öğrencilerin öğretime katılmalarını sağlayabilecek öğrenme ortamlarını oluşturabilme, amaca ve konuya uygun öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını seçebilme, fizik eğitimi ile ilgili materyal seçebilme ve kullanabilme, öğrenme zorluklarını analiz edebilme, öğretimi değerlendirme şeklinde alan eğitimi bilgisi yeterlikleri ve bu yeterliklere ilişkin

performans göstergeleri fizik öğretmenleri özel alan yeterlikleri olarak tanımlanmaktadır (MEB-TTKB, 2010).

Öğretmenlerin sahip olmaları beklenen yeterliklere bakıldığında, alan bilgisinin öğretmen bilgisi için öncelikli bilgi olarak yeterlikler arasında yer aldığı görülmektedir (Schempp vd., 1998; Appleton, 2003). Öğretim başkalarının öğrenmesine rehberlik etmekse öğretimi yapılacak konuya ait bilgi, öğretim için temel gerekliliktir. Faydalı öğrenme etkinliklerinin seçimi, faydalı açıklamalar, üretken sorular sorma, öğrenci öğrenmesini değerlendirme gibi sayısız öğretim etkinliği, öğretmenin öğrencilerin ne öğrenmeleri gereken konulara ilişkin bilgisine dayanmaktadır (Ball ve McDiarmid, 1990). Bu nedenle konu alanı bilgisi ve etkin fen bilimleri öğretimi arasında önemli bir ilişkinin olduğuna dair güçlü kanıtlar mevcuttur (Zemba-Saul vd., 1999). Öğretmenlerin doğru olmayan alan bilgisine sahip olmaları ya da bilgilerini sınırlı yollarla dönüştürmeleri durumunda, bu fikirlerini öğrencilerine de aktarabilecekleri, öğrencilerin kavram yanılgılarını değiştirmede başarısız olabilecekleri, yazılı kaynakları eleştirel olarak kullanamayacakları ve uygun olmayan şekillerde değiştirebilecekleri belirtilmektedir (Käpyla vd., 2009; Hashweh, 1987). Başka bir ifadeyle öğretmenlerin sahip oldukları bilgi onların öğretim sırasındaki soracakları soru tarzından verecekleri ödevlere kadar tüm uygulamalarını şekillendirmektedir. Alan bilgisindeki eksikliğin sonuçlarından bazıları ise kavramsal sorulara cevap verme güçlüğü, ders kitaplarına veya yazılı kaynaklara aşırı bağlılık, öğrencilerin olası yaklaşım ve kavram yanılgılarını değerlendirememesi ve otoriter öğretim olarak ifade edilmektedir (Bukova-Güzel, Uğurel, Özgür ve Kula, 2010). Öğretmenlerin, iyi bilmedikleri konularda bazı özel öğrenci zorlukları hakkında çok az bilgi sahibi oldukları ve alan bilgisinin uygun sunumlarını seçmede zorluklar yaşadıkları ifade edilmektedir (Suh, 2005). Ayrıca bilmedikleri konularda öğretim yapan öğretmenler daha fazla yanlış kavramlar ifade edip daha uzun ve daha sık konuşup, öğrencilerine düşük bilişsel seviyede sorular yöneltmektedirler (Hashweh, 1987; Carlsen, 1999).

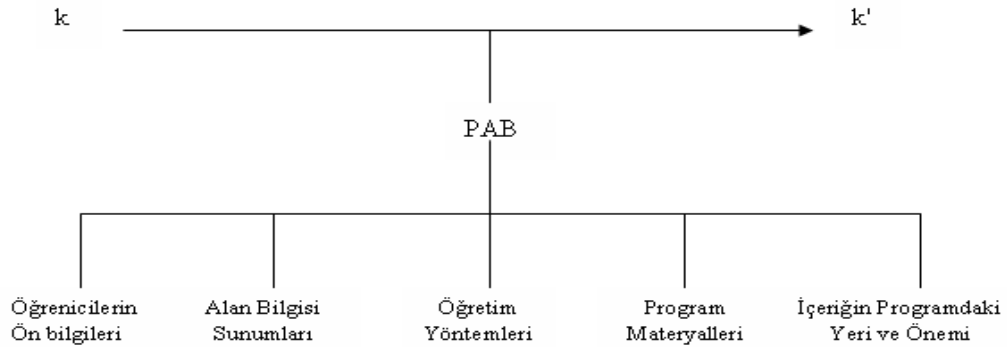
Öğretmenlerin alan bilgisi ile ilgili yapılan çalışmalar ise öğretmenlerin alan bilgisi bakımından beklenenden daha zayıf olduklarını (King vd., 2001; Azar ve Karaali, 2004), öğretmen adaylarının konularla ilgili yüzeysel bilgilerinin yanında alternatif kavramlara da sahip olduklarını göstermektedir (Kaya, 2009; Halim ve Meerah, 2002). Uzman kabul edilen öğretmenlerin de daha az olmakla birlikte benzer problemlere sahip olabileceği belirtilmektedir (Käpyla vd., 2009). Alan bilgisi ve öğretim sonuçları arasındaki ilişkilere yönelik yapılan çalışmalar, öğretmenin alan bilgisinin ölçümünün, alınan derslerin kredi

miktarı ile değil, niteliği ile ilgili olması gerektiği ifade edilmektedir (Jauhiainen vd., 2002; Johnston ve Ahtee, 2006; Henze vd., 2008; Arzi ve White, 2008). Öğretmenlerin aldığı derslerin kapsamı, miktarı, puanları ve çeşitli testlerdeki başarılarıyla öğrenci öğrenmesi arasındaki ilişkiler araştırılmış ve zayıf bağlantılar bulunmuştur (Carpenter vd., 1988; Gess-Newsome, 1999). Bu nedenle öğretmenlerin pedagojik bilgisiyle ilgili çalışmalara ağırlık verilmeye başlanmıştır (Ball ve McDiarmid, 1990). “Öğrencilerime fen kavramlarını anlamada nasıl yardımcı olurum?”, “Hangi materyaller bana yardım eder?”, “Öğrencilerim ne biliyorlar ve onlara zor gelecek olan şeyler nelerdir?” gibi sorular bir öğretmeni alan uzmanından ayıran bilginin anlaşılmasında ve tanımlanmasında önemli yere sahiptir (Feimen-Nemser ve Parker, 1990; Gess-Newsome, 1999). Gudmundsdottir (1990), alan uzmanının sahip olduğu alan bilgisinin öğretmenin alan bilgisinden farklı olmadığını, sadece bu bilginin öğretimi sürecinde nasıl düzenleneceği konusunda farklılık olduğunu belirtmektedir. Öğretmen bilgisi öğretim açısından düzenlenip öğrencilerin özel kavramları anlamalarına yardım etmede temel olarak kullanılırken, alan uzmanının bilgisi araştırma açısından düzenlenir ve alanda yeni bir bilgiyi geliştirmek için bir temel olarak kullanılmaktadır (Counts, 1999). Konu alanı bilgisi fen alanında uzman birisi için doğrular bütünü olup yeni araştırmalar aracılığıyla sonuca varmada yeterlidir. Oysaki bir öğretmen, bu bilgiyi öğrencinin psikolojisine ve bireysel öğrenme deneyimlerine uygun hale getirme konusunda başka bilgi çeşitlerine de ihtiyaç duymaktadır (Shannon, 2006). Bu nedenle öğretmenler, konu alanı bilgisinin (KAB) yanında pedagojik bilgiye de (PB) ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak pedagoji ile ilgili çalışmalar, alan bilgisinden ayrı olarak sınıftaki genel pedagojik uygulamalara odaklanmışlardır. Bunun sonucunda, yapılan bazı çalışmalar (Ball ve McDiarmid, 1990; Magnusson vd., 1999) öğretmeyi öğrenmede öğretmenin alan bilgisinin önemiyle ilgili tartışmaların yeniden başlamasına neden olmuştur (Veal ve MaKinster, 1999). Bu tartışmalar, konu alanı bilgisi kadar pedagojik bilginin de etkili öğretime katkı sağlamasına karşın, öğrenmeyi kolaylaştırmanın bu iki bilgi çeşidinin (KAB ve PB) kesiştiği noktada başladığını vurgulamaktadır. Bu nedenle öğretmenin, öğretmeyi öğrenmesinde sadece KAB’ın ve PB’nin miktarını artırması değil, bu iki bilgi çeşidini birleştirip bütünleştirmesi önemlidir (Gess-Newsome, 1999; Ball ve McDiarmid, 1990). Bu nedenle, öğretmenlerin derin bir KAB’a 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)

kavramın temelinde oluşturmaktadır (Shannon, 2006). Dolayısıyla öğretmenlerin, derin bir KAB ve PB yanında öğrenciler için kavramların sunum yollarını da anlamaları gerekmektedir. Bu bilgi ise Shulman (1986) tarafından kavramsallaştırılan PAB içerisinde yer almaktadır. PAB ilk defa Shulman tarafından tanımlanmış ve KAB ve PB arasında bir kaynaşma olarak kavramsallaştırılmıştır ve aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Shulman, 1986, s.9):

PAB bir konunun anlaşılmasını sağlayacak sunum yollarını, en güçlü analogileri, örnekleri, betimlemeleri ve açıklamaları kapsayan bilgi çeşididir.

Shulman'a göre PAB ayrıca, özel konuların ve ya problemlerin nasıl düzenleneceği, sunulacağı, farklı yetenek ve ilgideki öğrenciler için nasıl uyarlanacağı ile ilgili bilgiyi kapsamaktadır ve öğretim için gerekli olan en temel bilgi olarak belirtilmektedir (Veal ve MaKinster, 1999). Shulman'ın meslektaşları tarafından PAB daha sonra geliştirilerek KAB, PB ve bağlam bilgisi şeklindeki üç bilgi temelini sentezinden oluşan özel bir bilgi olarak tanımlanmıştır (Veal vd., 1999; Gess-Newsome, 1999). Bu bilginin en önemli özelliği konuya özel olmasıdır. PAB, KAB'ın dönüşümü olarak kabul edildiğinden KAB, PAB için ayrı bir önem taşımaktadır (Padilla vd., 2008). Bu dönüşüm Geddis ve Wood (1997) tarafından Şekil 1'deki gibi gösterilmektedir:



k: Öğretmenin alan bilgi ile ilgili kendi anlayışı
k': Bu bilginin öğrenciler için kabul edilebilir şekli

Şekil 1. Konu alanı bilgisinin dönüşümü

Bu modele göre öğretmenler, sahip oldukları KAB'ı (k), öğrencilerin anlayabileceği bilgi çeşidine (k') dönüştürmektedir. Shulman (1987)'a göre alan bilgisini öğrencilerin

anlayabileceği hale dönüştürmede modeller, analogiler, gösteriler, metaforlar, benzeşimler, örnekler ve çeşitli sınıf uygulamaları köprü görevi görmektedir. Bu dönüşüm ancak öğretmen KAB'ı yorumladıktan sonra, bu bilgiyi sunma ve öğrenciler için kabul edilebilir hale getirmede farklı yollar bulduğunda gerçekleşmektedir (Mishra ve Koehler, 2006).

Türkiye'de öğretmen eğitimin yeniden yapılandırılmasından sonra 2007 yılında Ortaöğretim Fizik Dersi Programı yeniden düzenlenmiş ve uygulamaya konulmuştur. Yeni fizik öğretim programında, fizik öğretmenlerinin öğretmen yeterlikleri arasında önemli yeri olduğu ifade edilen PAB'a sahip olmaları gerektiği belirtilerek, PAB'a sahip fizik öğretmenlerinin:

... bireylerin farklı motivasyon, öğrenme ve bilişsel stillere sahip olabileceklerini göz önünde bulundurmalıdır. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşebileceği ve öğrencilerin öğrenilecek konu ile ilgili ön bilgi veya hazır bulunuşluk düzeylerini ortaya çıkarmalarını sağlayacak ortamlar oluşturmalıdır. Ayrıca öğretmenler konunun doğasını, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri ve özelliklerini dikkate alarak en verimli öğretim yöntemini seçmeli ve öğrencilerin yeni kavramlarını farklı durumlara uygulamalarına fırsat vermelidir (MEB-TTKB, 2007).

Öğretmenlerin bilgi temellerine verilen önemden dolayı, öğretmenlerin mesleki durumunu geliştirme, öğretmen nitelikleri ve öğretimin iyileşmesi üzerine son tartışmaların ve araştırmaların çoğu, öğretmenin bilgisi üzerine odaklanmaktadır (Bromme, 1994; Harlen, 1997; Lloyd ve Smith, 1998; Sanders ve Morris, 2000; Stotsky, 2000; Llano vd., 2000; Darling-Hammond, 2000; Epik, 2001; Seputro, 1998; Dani, 2004; Johnston ve Ahtee, 2006; Arzi ve White, 2008; Käpyla vd., 2009). Özellikle birçok bilgi çeşidinin birleştirmesinden oluşan ve kendisi bu bilgi çeşitlerinden farklı olarak tanımlanan PAB öğretmenler için öğretmeyi kolaylaştıran eşsiz bir bilgi kategorisi olarak görüldüğünden bu bilgi çeşidinin önemi gün geçtikçe artmaktadır (Lee, Luft ve Roehring, 2007; Nilsson, 2008). Etkili fen öğretimi için PAB'a vurgular olmasına rağmen hala PAB ile ilgili yeterli çalışmanın olmadığı ifade edilmektedir (Veal vd., 1998; Padilla vd., 2008; Nilsson, 2008). Bu nedenle öğretmen adaylarının, sahip oldukları bilgi çeşitleri açısından ne durumda olduklarını ve PAB gelişimlerini belirlemeye yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir (Gudmundsdottir, 1990; Van Driel vd., 1998; Şen ve Özgün-Koca, 2002; Lesniak, 2003; Abell, 2008). Ayrıca ülkemizde ve dünyada öğretmen eğitimi programlarında, öğretmenin bilgi temeli ile ilgili eksiklerin de dikkate alınmasıyla yapılan değişiklikler ve yeniliklere paralel olarak, bu yeniliklerin öğretmen bilgisi ve öğretim

sonuçlarına nasıl yansıdığını irdeleyen çalışmaların gerekliliği vurgulanmaktadır (Cochran vd., 1993; Van Driel vd., 2002; Sarkim, 2004; Abell 2008).

Buraya kadar ifade edilen açıklamalardan görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin öğrenme ortamlarını öğrenci özelliklerine göre düzenleme ve içeriği sunma bilgisini içeren PAB'a sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu bilgiye ne düzeyde sahip olduklarının belirlenmesinin ve eksikliklerinin tespit edilmesinin, öğretmen yetiştirme programlarının veya hizmet içi programlarının düzenlenmesinde gerekli değişikliklerin veya yeniliklerin yapılabilmesine ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, bu çalışmanın problemi aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Öğretmenlerin istenilen nitelikte olabilmeleri de birtakım standartların olmasına bağlı olduğundan, öğretmen yetiştirme programlarından mezun olan öğretmen adaylarının KAB, PB ve PAB gibi bilgilerle yeterli seviyede donatılmış olması beklenmektedir (Seferoğlu, 2004; Şeker vd., 2004). Öğretmen nitelikleri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde öğretmenin gerek meslekî gerekse kişisel yeterlikleri olsun birçok ölçüt sıralamak mümkündür (Sönmez, 2003; Erden 1998; Erden, 2005). Bu yeterliklerin hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi aracılığı ile öğretmenlere kazandırılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda düzenlenen öğretmen eğitimi modelleri çoğu ülkede benzer olup alan bilgisi, genel eğitim ve kültür dersleri ve özel öğretim (alan eğitimi) bilgisi şeklinde üç ana bölümden oluşmaktadır. Öğretmen adayının öğretmeni olacağı alanda kazandığı alan bilgisini etkili bir biçimde hazırlayabilme ve sunabilme becerilerini geliştirdiği dersleri içeren alan eğitimi derslerine 1997 öncesi ülkemizde yapılmakta olan uygulamalarda diğer iki alana göre daha az önem verildiği ifade edilmektedir (YÖK/Dünya Bankası, 1998). Oysa alan bilgisi nitelikleri aynı olan öğretmenlerin öğretimlerinin farklı olduğunu gösteren çalışmalar (Lesniak, 2003; Käpyla vd., 2009) alan eğitimi bilgisinin önemini vurgulayarak, öğretmen adayının öğretmeni olduğu alandaki alan bilgisini aktarmayı öğrenebileceği ve uygulayabileceği en önemli derslerin alan eğitimi bilgisi kapsamında bulunan dersler olduğunu göstermektedir.

1997 yılında yapılan yeniden yapılanma çalışmaları ve 2010 yılında yeniden düzenlenen özel alan yeterlikleri göz önüne alındığında, öğretmenlerin sahip olmaları beklenen yeterliklerin, PAB'ın temelinde yatan konu alanı bilgisini öğrenciler için

anlaşılabilir hale getirme bilgisini kapsadığı görülmektedir. Bu yeterlikler, öğrenci zorlukları, program ve değerlendirme bilgisine sahip olmanın yanı sıra öğretim yöntemleri ve sunum çeşitlerini de içine almaktadır (MEB-TTKB, 2010).

Ülkemizde ve diğer ülkelerde benzer şekilde öğretmen eğitiminde yapılan yeniliklere ve öğretmen yeterliklerinin belirlenmesine rağmen, araştırmalar bazı problemlerin var olmaya devam ettiğini göstermektedir (Veenman, 1984; Feiman-Nemser ve Parker, 1990; Azar, 1998; Gess ve Newsome, 1999; Veal ve MaKinster, 1999; Goddard ve Foster, 2001; Gödek, 2002; Gödek, 2004; Üstüner, 2004; Gökçe ve Demirhan, 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Käpylä vd., 2009; Kaya, 2009; Tok, 2010). Öğretmen eğitim programlarının yeniden yapılanmasının alan bilgisi ve alan eğitimi bilgisi arasında kopukluğu gideremediği (Gess ve Newsome, 1999; Veal ve MaKinster, 1999; Kaya, 2009), öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin sahip oldukları bu temel bilgi alanları arasındaki kopukluğun giderilebilmesi için, PAB'ları ve gelişimleri hakkında araştırmaların yürütülmesi ve sonuçlarının hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitim programlarına uyarlanması gerektiği düşünülmektedir (Cochran vd., 1993; Veal ve MaKinster, 1999; Nilsson, 2008). Hizmet öncesi öğretmen eğitime yönelik, öğretmen adaylarının PAB'ları ve gelişimlerini inceleyen araştırmaların yetersiz olduğu ifade edilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999; Van Driel vd., 2002; Lesniak, 2003; Loughran, 2004; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Kind, 2009; Käpylä vd., 2009).

PAB'ın konuya özel vurgusuna rağmen (Shulman, 1986, 1987) literatür incelemesi sonucu belirli konularda ve seviyede PAB ile ilgili çalışmaların olmadığı veya yetersiz olduğu, yapılan çalışmaların fizikte özellikle mekanik konuları üzerine olduğu belirlenmiştir (Veal vd., 1998; Halim ve Meerah, 2002; Loughran vd., 2004; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Fazio, La Fata ve Lupo, 2006). Mekanik konularına oranla daha soyut olan elektrik ve manyetizma konularında öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin PAB'larını ve nasıl gelişim gösterdiklerini belirlemek bu araştırmanın ana problemini oluşturmaktadır. Bu araştırma problemi doğrultusunda aşağıda belirtilen sorulara cevap aranacaktır:

1. Öğretmen adaylarının, hizmet öncesi öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları alan bilgileri, sunum bilgileri, oryantasyonları, öğrenci bilgileri değişim göstermekte midir?
2. Öğretmenlerin, elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları alan bilgileri, sunum bilgileri, oryantasyonları ve öğrenci bilgileri nasıldır ve bu bilgi

- bileşenleri ile öğretmen adaylarının aynı bilgi bileşenleri arasında fark var mıdır?
3. Öğretmen adaylarının, hizmet öncesi öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusundaki PAB'ları nasıl bir değişim göstermektedir?
 4. Öğretmenlerin, elektrik ve manyetizma konusundaki PAB'ları nasıldır ve öğretmen adaylarının aynı konudaki PAB'ları arasında fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Bilgi çağının getirdiği toplumsal değişmeler, eğitim sistemlerini değiştirmeye zorlamakta; eğitimin amacına, öğrenmenin doğasına, bilimsel bilginin değerine, okulların yapı ve işleyişine ilişkin ortaya çıkan yeni yaklaşımlar eğitimin çağdaş bir yorumunun yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu doğrultuda, PAB ile ilgili yapılan çalışmalar da öğretime, öğrenmeye ve öğretmen eğitimine alternatif bakış açıları getirmektedir (Lesniak, 2003). PAB'ın gelişimi ile ilgili yapılacak çalışmaların henüz iyi anlaşılmayan fen bilimleri öğretmeyi anlama sürecine ve PAB gelişimine katkıda bulunan öğretmen eğitimi programlarının düzenlenmesine yön verebileceği düşünülmektedir (Lesniak, 2003; Lee vd., 2007). Çünkü, öğretmen adaylarının PAB'larının çeşitli yönlerini nasıl kazandıklarını ve geliştirdiklerini anlamak, geleceğin öğretmenlerini hazırlamada faydalı olabilecek önemli bilgiler sağlamaktadır (Cochran vd., 1993; Atay, Kaslıoğlu ve Kurt, 2010). Bu doğrultuda, öğretmenlerin bilgi temellerinin oluşmasında ve gelişmesinde önemli olan öğretmen eğitimi programlarını (hizmet öncesi ve hizmet içi) daha etkili hale getirmek ve alan öğretimini geliştirmek ancak yapılacak araştırma sonuçlarının kullanılmasıyla mümkün olacaktır.

Yapılan çalışmalar, alan bilgileri aynı düzeylerde olan öğretmenlerin konuları farklı şekillerde sunabildiklerini ve bunun PAB'larındaki farklılıklarından kaynaklandığını belirtmektedir (Hashweh, 1987; Käpyla vd., 2009). Öğretmenlerin bir konunun etkili öğretimi için konuya ilişkin öğrenici zorlukları bilgisi ve bu zorlukları giderebilecek sunum bilgisini kapsayan PAB'larının gelişmiş olması gerekmektedir. PAB'ın etkili fen bilimleri öğretimindeki öneminin kabul edilmesine karşın, bu alanda yapılan çalışmaların yeterli olmadığı, bunun nedeni, öğretmenlerin PAB'larının gelişiminin çok yönlü ve doğrusal olmaması (Veal ve Makinster, 1999) ve öğretmenlerin bilgisinin belirlenmesinin ve anlaşılmasının zor olması şeklinde açıklanmaktadır (Baxter ve Lederman, 1999). Ancak, araştırmacılar ve eğitimciler bu özel bilgi alanının anlaşılması, fen bilimleri öğretimi ve fen

bilimleri öğretmenlerinin eğitimlerinin geliştirilmesi için yeni araştırmaların yapılmasının gerekli olduğunu ifade etmektedir (Magnusson vd., 1999). Bununla birlikte, yapılacak olan araştırmaların konuya özel PAB çalışmaları olması gerektiği önerilmektedir (Van Driel vd., 1998; Loughran vd., 2004; Abell, 2008). Çünkü PAB ile ilgili araştırmaların çoğu özel bir konu hakkında öğretmenin PAB'ının bütününe belirlemekten çok, PAB'inin çeşitli yönlerini anlamayla ilgilidir.

PAB'in önemli özelliklerinden biri dinamik yapıda olması ve zamanla değişmesidir. PAB'in değişen yapısının ve zamanla nasıl değiştiğinin belirlenmesine ilişkin çalışmaların gerekli ve faydalı olduğu vurgulanmaktadır (Abell, 2008). Bu nedenle araştırmacılar, öğretmen adaylarının PAB gelişimiyle ilgili öğretmen eğitimi bağlamında özellikle boyuna çalışmaların yapılmasını önermektedir (Cochran vd., 1993; Zembal-Saul, Krajcik ve Blumenfeld, 2002; Lesniak, 2003; Mullholland ve Wallace, 2005; Abell, 2008).

Öğrenci zorlukları ve ön bilgileri ile bu zorluklara yönelik seçilebilecek sunumların her konu için farklı olması, konuya özel PAB araştırmalarını gerekli hale getirdiği ifade edilmektedir (Van Driel vd., 1998; Loughran vd., 2004; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Fazio vd., 2006; Henze vd., 2008; Käpyla vd., 2009). Literatür incelendiğinde, konuya özel PAB çalışmalarının kimyasal reaksiyonlar (Van Driel vd., 2002), güneş sistemi (Henze vd., 2008), fotosentez ve bitki gelişimi (Käpyla vd., 2009), ısı (Sperandeo-Mineo vd., 2005), kimyasal denge (Shannon, 2006), madde ve özellikleri (Johnston ve Ahtee, 2006), çiçekli bitkiler (Uşak, 2005), maddenin tanecikli yapısı (Canbazoglu, 2008), kimyasal denge ve madde miktarı (Rollnick vd., 2008) ozon tabakasının delinmesi (Kaya, 2009), ışık, hız, kuvvet ve ısı kavramları (Halim ve Meerah, 2002), doğrusal hareket, hız ve ivme (Veal vd., 1998), mekanik dalgaları (Fazio vd., 2006) gibi konular olduğu belirlenmiştir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının PAB'lerinin belirlenmesi ve gelişimi ile ilgili çalışmaların fizikte daha çok mekanik konularında olduğu ve literatürde elektrik ve manyetizma konusunda yapılan çalışma olmadığı belirlenmiştir. Konuya özel öğrenici ihtiyaçlarının farklılaşması (ön bilgileri, zorlukları ve zorluklarını giderebilecek öğrenme ortamları), elektrik ve manyetizma konusunda da PAB çalışmalarının yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca, bu çalışmanın hem seçilen konunun öğretiminde öğretmenlere ışık tutacağı hem de öğretmen eğitimcilerine öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilgi temellerini oluşturmada katkı sağlayacağı düşünülmüştür. Bununla birlikte, elektrik ve manyetizma konularının, öğrencilerin olduğu kadar öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin de zorluk çektiği bir alan olduğu dikkate alındığında (Abd-EI-

Khalick, 1997; Yip vd., 1998; Pardhan ve Bano, 2001; Mulhall, McKittrick, Gunstone, 2001; Akdeniz vd., 2004; Guisasola, 2004; Saarelainen vd., 2007; Tanel ve Erol, 2008; Ravanis vd., 2009; Karal vd., 2010) bu konuda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının PAB'lerinin belirlenmesi ve gelişiminin incelenmesi gerektiği düşünülmüştür.

Sonuç olarak öğretmenlerin bilgi temelleri, bu bilgi temellerinin nasıl geliştiği ve kullanıldığına dair yapılan araştırmaların, mesleki gelişim süreçlerini ve bu süreçlerin hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim programları aracılığıyla nasıl artırılabilirliğinin anlaşılmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir (Berry vd., 2008; Nilsson, 2008). Bu doğrultuda, elektrik ve manyetizma konusunda öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin PAB'lerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması, öğretmen adaylarının PAB'lerinin gelişimi ve bu gelişimi etkileyen faktörlerin belirlenmesinin konu olduğu bu çalışmanın ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitiminden sonra Elektrik ve Manyetizma konusunda PAB gelişimlerini ve deneyimli öğretmenlerin ilgili konudaki PAB'lerini incelemektir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Araştırma Lise- 1. Sınıf Fizik dersi müfredatından Elektrik ve Manyetizma ünitesi ile sınırlıdır.
2. Araştırmaya dâhil edilen öğretmenlerden mesleğe yeni başlamış öğretmenlerin fizik öğretmeni atamalarındaki azlıktan dolayı Trabzon ilinde çok az sayıda bulunması, olan öğretmenlerin mesleki deneyiminin en az 6 yıl olması çalışmanın sınırlılıklarından biridir.
3. Az sayıdaki yeni öğretmenlerden Lise-1 Fizik dersine girmeyenlerin olması meslekteki yeni öğretmen sayısını büyük ölçüde sınırlandırmıştır.

4. Araştırma, 2007- 2008 dönemi bahar dönemi ile 2008- 2009 eğitim öğretim yılı boyu Fatih Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Programı öğrencileriyle yürütülmüştür.
5. Gelişimsel araştırma olmasından dolayı 26 öğretmen adayı ile başlayan çalışmaya katılan örneklem sayısında zamanla azalma olmuştur.
6. Öğretmen adaylarının sadece bir kısmı ile gözlem ve mülakat çalışmaları yapılmıştır.
7. Gelişimsel araştırma nedeniyle aynı testlerin aynı örneklem grubuna 4 defa uygulanmasından dolayı bazı soruların hatırlanma olasılığı söz konusudur.
8. Bağlam, katılımcı sayısı ve belirli bir ünitenin seçilmiş olması yapılan gözlemlerin sürelerinin sınırlı olmasına neden olmuş ve bununda bir sınırlılık olduğu söylenebilir.

1.6. Konuyla İlgili Yapılan Çalışmalar

PAB'ı, özel konuların veya problemlerin nasıl düzenleneceği, sunulacağı, farklı yetenek ve ilgideki öğrenciler için nasıl uyarlanacağı ile ilgili anlayış ve bilgi olarak tanımlayan Shulman (1986, 1987), öğrenci bilgisi ve öğretim sunumlarını PAB bileşeni olarak belirtmiştir. Bu bileşenler, çeşitli araştırmacılar tarafından program, değerlendirme, eğitim amaçları, bağlam, oryantasyon gibi bileşenler de eklenerek genişletilmiştir. Değişik araştırmacılar tarafından tanımlanan ve araştırılan PAB bileşenleri izleyen kısımda sunulmaktadır.

1.6.1. PAB Bileşenleri

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, PAB'ın farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulan bileşenleri Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. PAB Bileşenlerinin farklı kavramsallaştırılması

Araştırmacılar	Alan Bilgisi Öğretimi İçin Amaçlar Bilgisi	Öğrenci Bilgisi	Program Bilgisi	Öğretim Yöntemleri ve Sunumları	Ölçme ve Değerlendirme Bilgisi	Alan Bilgisi	Bağlam Bilgisi	Pedagojik Bilgi
Shulman (1987)	D	O	D	O		D	D	D
Tamir (1988)		O	O	O	O	D		D
Grossman (1990)	O	O	O	O		D		
Smith ve Neale (1989)	O	O		O		D		
Cochran vd. (1993)		O		N		O	O	O
Geddis vd. (1993)		O	O	O				
Fernandez-Balboa ve Stiehl (1995)	O	O		O		O	O	
Magnusson vd. (1999)	O	O	O	O	O			
Hashweh (2005)	O	O	O	O	O	O	O	O
Loughran et al. (2006)	O	O		O		O	O	O

D: Yazar bu alt kategoriye PAB'ın dışında öğretim için ayrı bir bilgi temeli olarak almıştır.

N: Yazar bu alt kategoriye açık bir şekilde tartışmamıştır (Boş kısımla aynı fakat vurgu için kullanılmış)

O: Yazar bu alt kategoriye PAB'ın bir bileşeni olarak almıştır.

Tablo 1'den de görüldüğü gibi bütün araştırmacılar Shulman'ın (1987) PAB'ın 2 bileşeni olan öğrencilerin öğrenme zorluklarını anlama ve bu zorlukların üstesinden gelmek için sunum bilgisine sahip olma bileşenlerinde hem fikirdirler. Veal ve MaKinster (1999) bu bileşenlerden en önemli ikisinin alan bilgisi ve öğrenci bilgisi olduğunu, pedagojik bilginin diğer PAB modellerinde (Shulman, 1987; Tamir 1988) belirtildiği kadar önemli olmadığını, öğrenci bilgisi bileşeninin pedagojik bilgiyle karşılaştırıldığında daha önemli olduğunu belirtmektedirler. PAB gelişimi için en güçlü bileşenin alan bilgisi olduğu, öğretmenin güçlü alan bilgisine sahip olduğu zaman öğrenci hatalarını ve kavram yanlışlarını daha kolay bir şekilde tanıyabileceği, farklı ve beklenmedik durumlarda uygun bir şekilde davranmasını sağladığı belirtilmektedir (Van Dijk, 2009). Bu nedenle öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin konu alanı bilgisindeki gelişmeyi ihmal etmek, öğretmeyi öğrenmede ve öğretimde alan bilgisinin önemini görmezden gelinmesi anlamına gelmektedir (Shulman, 1986). Alan bilgisi 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 artırılabilceğini göstermektedir (Arzi ve White, 2008).

PAB ile ilgili olarak yapılan çeşitli araştırmalar PAB'ın farklı bileşenlerini kapsamaktadır. Yapılan çalışmalarda, konu alanı bilgisi (Tuan vd., 2000; Van Driel vd., 2002; Johnston ve Ahtee, 2005; Shannon, 2006; Van Dijk, 2009; Jang vd., 2009; Kaya, 2009), öğretim sunumları bilgisi (Lin ve Yang, 1995; Tuan vd., 2000; Van Driel vd., 2002; Halim ve Meerah, 2002; Davis, 2003; Monet, 2006; Shannon, 2006; Van Dijk, 2009; Henze vd., 2008; Jang vd., 2009), öğretim amaçları bilgisi (Sarkim, 2004; Henze vd., 2008; Käpyla vd., 2009; Jang vd., 2009), bağlam bilgisi (Jang vd., 2009), öğrenci bilgisi (Tuan vd., 2000; Van Driel vd., 2002; Halim ve Meerah, 2002; Sarkim, 2004; Johnston ve Ahtee, 2005; Monet, 2006; Shannon, 2006; Van Dijk, 2009; Henze vd., 2008; Käpyla vd., 2009; Kaya, 2009; Jang vd., 2009; Hanuscin vd., 2011), fen öğretimi oryantasyonları (Monet, 2006; Shannon, 2006; Käpyla vd., 2009), program bilgisi (Sarkim, 2004; Monet, 2006; Hanuscin vd., 2011) ve değerlendirme bilgisi (Sarkim, 2004; Henze vd., 2008; Kaya, 2009; Hanuscin vd., 2011) gibi bileşenler araştırmacılar tarafından dikkate alınmış ve incelenmiştir.

Bu çalışmada incelenen PAB bileşenlerinden alan bilgisi, öğretim sunumları bilgisi, öğrenci bilgisi ve oryantasyon bileşenleri ile ilgili bilgi izleyen kısımda sunulmaktadır. Ancak, PAB'ın temelini oluşturan alan bilgisine yönelik bilgi giriş bölümünde verilmiş olduğundan bu kısımda ayrıca irdelenmeyecektir.

1.6.2. Öğretim Sunumları Bilgisi

Öğretim sunumları, kavramların ve fikirlerin anlaşılmasında kullanılan gösteri veya açıklama yolları olarak tanımlanmakta, örnekler, görselleştirmeler, modeller, etkinlikler ve gösteriler gibi çeşitli şekillerde öğretim sürecinde yer almaktadırlar (Shulman, 1987; Davis ve Petish, 2005; Jang vd., 2009). Bilimsel gerçekler ve gerçek dünya uygulamaları arasında bağlantı kuran öğretim sunumları, öğrenmeyi kolaylaştırmada, özel kavram ve prensiplerin sunulma yollarına ilişkin öğretmen bilgisini kapsamaktadır (Magnusson vd., 1999; Davis ve Petish, 2005). Bu bilgi öğretmenlere, özel bir konunun öğretilmesi sırasında konuya ve öğrenci özelliklerine uygun sunumların seçilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Konuya özel sunum çeşitliliğinin sınırlı olmasının ise fen öğretimini olumsuz yönde etkileyeceği ifade edilmektedir (Magnusson vd., 1999).

Öğretim sunumlarının geliştirilmesi hem konu alanı bilgisine hem de pedagojik bilgiye dayanmaktadır. Daha tecrübeli ve daha uzman öğretmenlerin deneyimsizlere göre çok çeşitli sunum birikimine sahip oldukları belirtilmektedir (Arends, 2004). Güçlü alan bilgisine sahip öğretmenlerin daha açıklayıcı sunumlar geliştirebilecekleri, deneyimli öğretmenlere kıyasla sınırlı alan bilgisine sahip olan öğretmen adaylarının kaynaklardaki benzetimleri bilimsel açıdan uygun olmayacak şekilde çevirebilecekleri, benzetimleri birçok kavram için gereğinden fazla genelleştirebilecekleri ve bu bireysel benzetimlere bilimsel açıdan uygun olmasa bile aşırı ağırlık verebilecekleri belirtilmektedir (Davis ve Petish, 2005). Bununla birlikte, Käpyla vd. (2009) alan bilgisi iyi olan öğretmen adaylarının da öğretim sunumları hakkında yetersiz bilgiye sahip olduklarını ifade etmektedir. Deneyim öğretmenlerin sunum çeşitlerinin artırılmasına ve sunum ile ilgili problemlerin kaldırılmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, sunum bilgisi eksikliği genelde öğrencilerin sorduğu sorulara anında cevap verme durumlarında ortaya çıkmaktadır (Zemal-Saul vd., 2002). Bu nedenle, deneyimin dışında güçlü alan bilgisine sahip olunmalı, öğrencilerin ön bilgileri ile öğrenilen kavramlar arası ilişki kurulmalı ve aynı kavramla ilgili alternatif sunum çeşitleri bilgisine sahip olunmalıdır (Zemal-Saul, Star ve Krajcik, 1999). Her ne kadar uygun sunum çeşitleri için alan bilgisi gerekli olsa da, güçlü alan bilgisi sunum çeşitliliğinin garantisi olarak görülmemektedir (Magnusson vd., 1999). Bu nedenle öğretmenlerin etkili bir öğretim için alan bilgisinin yanında, farklı sunum çeşitleri hakkında da yeterli bilgiye sahip olmaları, bu sunumları öğrenci ve konu özelliklerine göre uygun bir biçimde seçerek kullanmaları gerekmektedir (Shulman, 1987; Magnusson vd., 1999). Öğrencilerine uygun sunum seçiminin yapılabilmesi için öğretmenlerin PAB'in temel bileşenlerinden olan öğrenci bilgilerinin yeterli olması gerekmektedir.

1.6.3. Öğrenci Bilgisi

Öğrenci bilgisi, öğrencilerin daha önceki deneyimleri nedeniyle sahip oldukları ön bilgiyi ve öğretim yapılacak konuya ilişkin karşılaşılabilecekleri öğrenme zorluklarını veya sahip olabilecekleri kavram yanlışları hakkındaki bilgiyi içermektedir (Tuan vd., 2000; Halim ve Meerah, 2002; Nilsson, 2008; Jang vd., 2009). Öğrenme sürecinde, öğrencilerin bir takım zorluklarla karşılaştıkları ifade edilmektedir (Magnusson vd., 1999). Bunlardan biri, öğrencilerin bazı soyut konularla ilgili olarak daha önce gerçek dünyada

deneyim sahibi olmamalarıdır. Diğer bir zorluk ise, öğrencilerin problemlerin çözümünde kullanılabilecek yöntemler ve bu yöntemlerin nasıl kullanıldığına ilişkin konularda bilgi sahibi olmamalarıdır. Öğrenmeyi zorlaştıran diğer bir etken ise öğrencilerin önceden sahip oldukları veya olmaları gereken ön bilgi ile önceden geliştirdikleri ve bilimsel kavramlarla çelişen kavram yanlışlarına sahip olmalarıdır (Magnusson vd., 1999). Öğretim sürecinde, öğrencilerin karşılaşılabilecekleri bu zorlukların öğretmen tarafından bilinmesi ve öğretimin buna göre düzenlenmesi gerekmektedir. Yapılandırmacı görüşe göre, bilginin yapılandırılması sürecinde önceki deneyimlerin ve bilginin önemli rolü olduğu düşüncesinin, PAB'ın öğrenci bilgisi bileşeni ile uyumlu olduğu ifade edilmektedir (Jang vd., 2009). Bu nedenle öğretmenlerin, öğrenme ortamlarını düzenlenmeleri ve konuya ilişkin zorluklar ile kavram yanlışlarını gidermeleri için yeterli öğrenci bilgisine sahip olması gerektiği ifade edilmektedir (Sarkim, 2004).

Öğretim sunumları ve öğrenci bilgisi bileşenlerine ek olarak öğretim uygulamalarını etkileyen öğretmen oryantasyonları da önemli bir PAB bileşeni olarak kavramsallaştırılmıştır. Bu çalışmada PAB bileşenlerinde biri olarak incelenen öğretmen oryantasyonlarına ilişkin bilgi izleyen kısımda sunulmaktadır.

1.6.4. Öğretmenlerin Fen Öğretimi ile İlgili İnançları ve Oryantasyonları

Öğretmenlerin fen öğretimi ve öğrenmeye yönelik düşünce ve inançları (oryantasyon) PAB'ın bir bileşeni olarak Magnusson, Krajcik ve Borko (1999) tarafından tanımlanmıştır. Oryantasyon, öğretmenlerin fen öğretimini nasıl kavramsallaştırdıklarını veya fen öğretimine ilişkin genel düşünce şekillerini ifade etmektedir (Magnusson vd. 1999). Volkmann, Abell ve Zgagacz (2005) ise oryantasyonu, öğrenme ve öğretime olan yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Fen öğretimi ve öğrenimine ilişkin bilgi ve inançların, uygulamaların düzenlenmesi, program materyallerinin ve yazılı kaynakların kullanılması ve öğrenci değerlendirilmesi gibi konularda öğretmenin öğretimle ilgili kararlarını yönlendirdiği ifade edilmektedir (Nilsson, 2008). Magnusson vd. (1999) tarafından tanımlanan oryantasyonlar ve öğretimdeki özellikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Fen öğretimi için farklı oryantasyon ilgili öğretimin doğası

ORYANTASYON	ÖĞRETİM ÖZELLİKLERİ
Süreç (Process)	Öğretmen öğrencilerine yeni bir bilgiyi kazanmada bilim adamları tarafından kullanılan düşünme süreçlerini sunar. Öğrenciler düşünce yeteneklerini bütünleştirmek ve düşünce süreçlerini geliştirmek için aktivitelerle meşgul olurlar.
Akademik Hassasiyet (Academic Rigor)	Öğrenciler zor problem ve aktivitelerle uğraştırılır. Özel kavramlar ve olaylar arasındaki ilişkilerin gösterilerek bilimsel kavramların doğrulanması için laboratuvar çalışmaları ve gösteriler kullanılır.
Didaktik (Didactic)	Öğretmen genelde anlatım ve tartışma yolu ile bilgiyi sunar ve bilimsel gerçekleri bilmekle sorumlu olan öğrencilere sorular yöneltir.
Kavramsal Değişim (Conceptual Change)	Öğrenciler dünya ile ilgili görüşlerini ifade etmesi için ve alternatif açıklamalar düşünmeleri konusunda sıkıştırılır. Öğretmen geçerli bilgi iddialarını kurmak için gerekli tartışmaları kolaylaştırır.
Etkinliğe Dayalı Öğretim (Activity-Driven)	Öğrenciler doğrulama veya keşif için kullanılan aktivitelere katılırlar. Eğer öğretmen özel aktivitelerin amaçlarını anlamamışsa seçilen aktiviteler kavramsal olarak tutarlı olmayabilir ve sonuç olarak aktivitelerin önemli yönleri uygun olmayan bir şekilde değişebilir veya atlanabilir.
Keşif (Discovery)	Öğrenci-merkezli. Öğrenciler kendi ilgi alanlarını takip ederek doğal dünyayı ve keşifleri sırasında dünyanın nasıl çalıştığı ile ilgili örnekleri keşfederler.
Proje Temelli Öğretim (Project-based Science)	Proje-merkezli. Öğretmen ve öğrenci aktiviteleri bir konudaki aktiviteleri sürükleyen ve kavramlar ile prensipleri düzenleyen sürükleyici soru etrafında odaklanır.
Araştırma (Inquiry)	Araştırma-merkezli. Öğretmen, öğrencilerini problemleri tanımlama ve araştırmada, sonuç çıkartmada ve sonuçlardan çıkan bilginin geçerliliğini değerlendirmede destekler.
Yönlendirilmiş Araştırma (Quided Inquiry)	Öğrenme topluluğu-merkezli. Öğretmen ve öğrenciler problemleri tanımlama ve araştırmaya, örnekleri belirlemeye, açıklamaları keşfetmeye ve test etmeye sonuçlarının uygunluğu ve verilerin geçerliliği ve faydalılığını değerlendirmeye katılırlar. Öğretmen öğrencilerin materyalleri ve araç gereçleri kendilerinin kullanabilmeleri için gerekli temelleri oluşturur.

Friedrichsen ve Dana (2005), Magnusson vd. (1999) tarafından tanımlanan bu oryantasyon çeşitlerinin yeterli olmadığını, oryantasyonların sadece alan bilgisi ile ilgili hedefleri değil, duygusal alan ve genel okul hedeflerini de kapsadığını ifade etmektedir. Ayrıca oryantasyonların sadece akademik hassasiyet veya didaktik olarak yorumlanamayacağı, böyle bir sınıflandırmanın, her iki çeşit oryantasyonun özelliklerini gösteren öğretmenin farklı amaçlarını maskeleyebileceği ifade edilmektedir. Friedrichsen ve Dana (2005) deneyimli öğretmenler ile yürütmüş oldukları çalışmalarında, öğretmen yetiştirme programlarının katılımcı öğretmenlerin oryantasyonları üzerine etkisini irdelememiş, ancak bireylerin oryantasyonlarının gelişimine öğretmen yetiştirme programlarındaki hangi deneyimlerin katkı sağladığının araştırılmasının gerekliliğine işaret

etmişlerdir. Jongmans vd. (1998) ise eğitimdeki yeni reformların uygulanmasının öğretmenlerin oryantasyonlarıyla olan ilişkisi nedeniyle yaptıkları çalışmada iki farklı oryantasyon ortaya çıkarmışlardır. Sınırlı oryantasyonu (less extended orientations) olan öğretmenlerin kendileri ve görevlerine ilişkin endişe ve ilgilerinin kapsamlı oryantasyona sahip öğretmenlere göre daha fazla olduğu, yeniliklerin uygulanmasında diğer öğretmenler ve okul yönetimi ile işbirliğinin kapsamlı oryantasyon (extended orientations) sahibi öğretmenler için daha önemli olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bazı çalışmalarla öğretmenlerin çeşitli alanlardaki bilgilerinin yanı sıra konuyla ilgili kavramlarda ve inançlarda farklılığa sahip olmalarının, konuyla ilgili öğretim kararlarını doğrudan etkilediği ve öğretmenlerin planlamalarını etkileyen başlıca unsur olduğu ifade edilmektedir (Dobey ve Schafer, 1984; Hashweh, 1996; Schmidt ve Kennedy, 1990; Smith ve Neale, 1989; Simmons vd., 1999; Holt-Reynolds 2000; Yerrick vd., 1997; King vd., 2001; Bryan ve Atwater, 2002; Haney ve McArthur., 2002; Yerrick ve Hoving, 2003). Bunun nedeni ise, öğretmenin bilgisinin, öğretim oryantasyonlarına ve öğretmenin epistemolojik inançlarına çok yakın olması olarak açıklanmaktadır (Käpyla vd., 2009). Bu nedenle öğretmenlerin sahip oldukları bilginin öğretmenin amaçlar, değerler ve eğitim prensipleriyle ilgili kendi kişisel inançlarını da kapsadığı düşünülmektedir (Levitt, 2001; Kind vd., 2001; Käpyla vd., 2009). Bu inançların davranışları, değerleri, yargıları, düşünceleri, ideolojileri, algıları, kavramları, zihinsel süreçleri, davranış yöntemlerini, uygulama kurallarını ve bakış açılarını kapsadığı belirtilmektedir (Haney ve McArthur, 2002). Bilgi ve inançlar arasındaki fark, inançların kişisel ve değişime açık olmaması, geçmiş deneyimlerden gelen güçlü etkisinin olması nedeniyle, inançların objektif olmadığı ve bireysel özellikleri taşıdığı ifade edilmektedir (Haney ve McArthur, 2002). Diğer taraftan öğretmenlerin inançları ile uygulamaları arasındaki bağlantı “inandığını uygular” gibi basit bir şekilde tanımlanmasına karşın oldukça karmaşıktır (Abd-El-Khalick vd., 1998; Levitt, 2001). Öğretmenlerin konu alanı bilgisi ile ilgili inançlarının, sınıf uygulamalarına aktarılmasında alan bilgisi, pedagojik bilgi, öğrencilerin ihtiyaçları, öğretmenin niyeti ve zaman gibi pek çok değişken tanımlanmıştır (Laplane, 1997; Abd-El-Khalick vd., 1998). Diğer taraftan öğretmen bilgisi ve bu bilginin nasıl kazanıldığına ilişkin yapılan çalışmalar, öğretmenlerin kendi disiplin alanlarına çeşitli görüşlerle geldiklerini ve bu inanç ve görüşlerin sınıf uygulamalarını etkilediğini göstermektedir (Tsangaridou, 2002; Dani, 2004). Genellikle öğrencilik deneyimlerinden gelen bu inançların, üniversite eğitimi sırasında öğretmenlik uygulaması süreci hariç değişmediği ifade edilmektedir

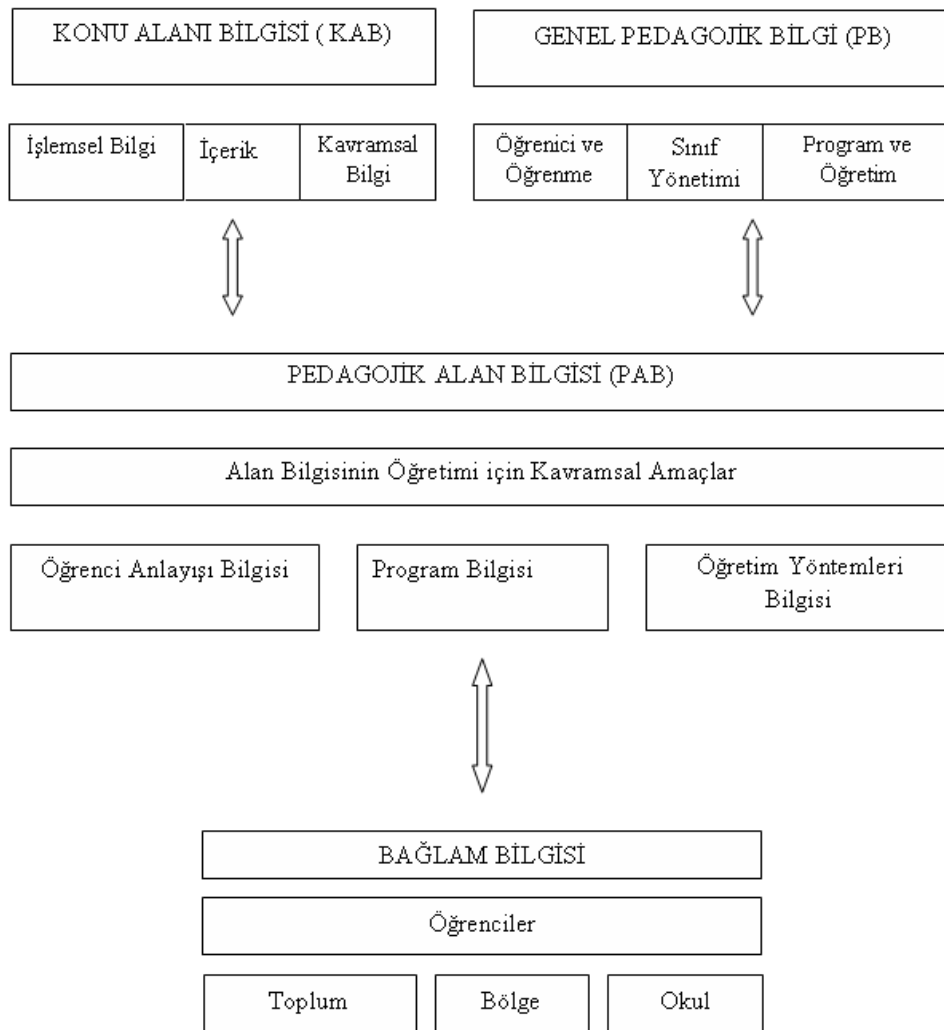
(Holt-Reynolds, 1991; Mellado, 1998; Eick ve Reed, 2002; Yerrick ve Hoving, 2003). Oysaki eğitimde son yıllarda sıklıkla karşılaşılan yenilikler, reformlar ve öğretim programlarındaki değişiklikler öğretmenlerin uygulamalarında değişimi zorunlu hale getirmektedir. Ancak fen öğretimindeki yenilikler, reformlar veya yeni programların başarılı olması, öğretmenlerin mevcut felsefe ve inançlarının, yeni programların felsefesi ve uygulamalarıyla uyumlu olmasına bağlıdır (Levitt, 2001; Haney ve McArthur, 2002). Eğer öğretmenlerin inançları yeni program reformlarının felsefesi ile uyumsuz ise amaçlanan reform prensipleri ile uygulanan reform prensipleri arasında değişimi engelleyecek boşluklar oluşacaktır (Levitt, 2001). Bununla birlikte yapılan çalışmalar, öğretmenlerin oryantasyonlarının yeni program gereklerinden ziyade öğretmenlerin kendi inanç sistemleriyle daha fazla ilişkili olduğunu göstermektedir (Yerrick vd., 1997). Özellikle deneyimli öğretmenlerin, eğitimdeki yeniliklerle ilgili ek bir eğitim alsalar dahi inanç sistemlerinin değişmesinin güç olduğunu ancak uygulamalarının değişebileceğini göstermektedir. Yerrick vd. (1997) iki haftalık bir kurs aracılığıyla öğretmenlerin bilimsel bilgi ve değerlendirme yöntemleriyle ilgili uygulamalarını değiştirmeyi amaçladıkları çalışmalarında, öğretmenlerin mevcut reform programlarını görmezden gelen yorumlara sığınmaya devam ettiklerini ve sahip oldukları temel inançlarını sürdürdüklerini belirlemişlerdir. Diğer taraftan, yeni öğretmenlerin inançlarının daha esnek olduğu, etkileşimde buldukları farklı öğrenci grupları, farklı programlar, diğer öğretmenler ve okul bağlamı gibi değişkenlerden etkilendikleri, hem uygulamalarının hem de inançlarının değiştiği belirlenmiştir (Luft, 2001).

Buraya kadar Shulman (1986, 1987) ve farklı araştırmacılar tarafından tanımlanan PAB bileşenleri ile bu çalışma kapsamında yer alan PAB bileşenlerine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. İzleyen kısımda bu çalışmanın teorik çerçevesini oluşturacak yine Shulman (1986,1987) tarafından oluşturulan ve farklı araştırmacılar tarafından değiştirilen öğretmen bilgisi modellerinin bazılarına ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

1.6.5. Öğretmen Bilgisi Modelleri

Yapılan araştırmalarda araştırmacılar teorik çerçevenin belirlenmesi için öğretmen bilgi temelleri arasındaki ilişki ve etkileşimi gösteren modelleri esas almakta ve bu doğrultuda verilerini toplamakta ve analiz etmektedirler (Gess-Newsome, 1999). Bu bakımdan ilk olarak Shulman (1986, 1987) tarafından sınıflanan öğretmen bilgi temellerini

esas olarak farklı araştırmacılar tarafından değişik bilgi temellerini esas alan modeller geliştirilmiştir (Grossman, 1990; Cochran vd., 1993; Turner-Bisset, 1999; Magnusson vd., 1999; Gess-Newsome, 1999). Shulman (1999), öğretmen bilgi temellerini ‐alan bilgisi‐, ‐genel pedagojik bilgi‐, ‐program bilgisi‐, ‐öğrenici bilgisi‐, ‐eğitim bağlamı bilgisi‐, ‐eğitimin felsefi ve tarihsel hedefleri bilgisi‐ ve ‐pedagojik alan bilgisi‐ olmak üzere yedi kategoride tanımlamıştır. Shulman’ın bu bilgi sınıflamasını temel alan Grossman (1990) öğretmen bilgi temellerini Şekil 2’teki gibi bir model etrafında yeniden tanımlamıştır.

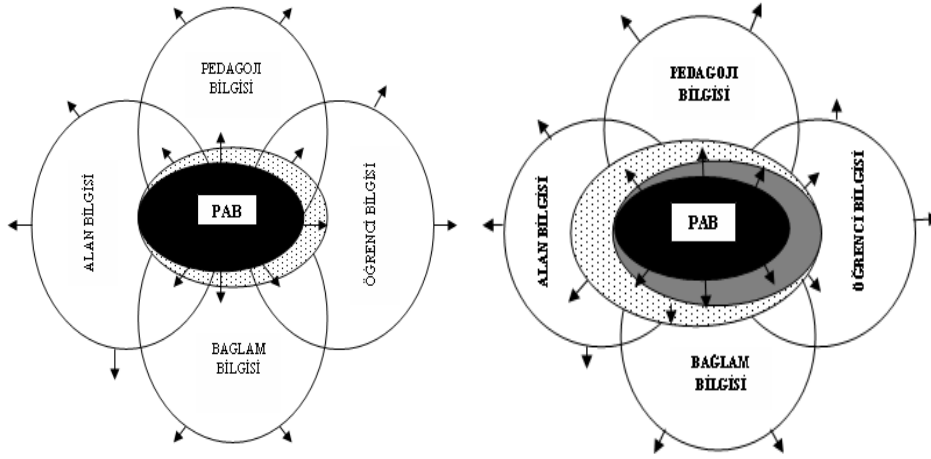


Şekil 2. Grossman’ın Öğretmen Bilgisi Modeli (Akt: Thorén, 2008, s.2)

Grossman’ın modelinde bilgi temellerini, işlemsel, kavramsal ve içerik bilgisini kapsayan ‐konu alanı bilgisi‐, öğrenici ve öğrenme, sınıf yönetimi ve program ve öğretim bilgisini kapsayan ‐genel pedagojik bilgi‐, öğrenci anlayışı, program ve öğretim

yöntemlerini kapsayan “pedagojik alan bilgisi” ve toplum, bölge ve okul bilgisini kapsayan “bağlam bilgisi” oluşturmaktadır.

Cochran vd. (1993) ise PAB’ın 4 bileşeni ile oluşturduğu modeli meslekte yeni ve deneyimli öğretmenler için Şekil 3’de görülmektedir. Bu model Shulman’ın (1987) sınıflamasından farkı olarak bağlam bilgisine ağırlık vermektedir. Cochran vd.’nin (1993) modelinde, bileşenler öğretmen adaylarının her bir alandaki bilgisinin öğretmen yetiştirme programları veya sonrasındaki deneyim veya uygulamalarla genişletilebildiği daireler şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 3. Meslekte yeni ve uzman öğretmenler için PAB Modeli (Cochran vd., 1993).

PAB çekirdeğinin etrafındaki daireler, PAB gelişim modeli zamanla değiştiğinden, ortak merkezli veya simetrik değildir. Modeldeki dört bilgi çeşidi, öğretmen yetiştirme programındaki deneyimlerin yapısına ve düzenlenişine göre, öğretmen adayı mezun oluncaya kadar eşit olmayan şekillerde gelişebilir veya bütünleşebilir. Cochran’ın (1993) modelinde alan bilgisinin PAB için önemi ve meslekte yeni öğretmenlerin öğrenci hakkındaki bilgilerinin deneyimli öğretmenlere göre daha az olduğu görülmektedir.

Magnusson vd. (1999) Grossman’ın (1990) modelini değiştirerek öğretimle ilgili inançları ve oryantasyonları dâhil ettiği bir model tanımlamıştır. Model, konu alanı bilgisi ve inançlar, pedagojik bilgi ve inançlar, bağlam ve inançlar ile pedagojik alan bilgisi ve inançlar şeklindeki bilgi alanlarını ve bu bilgi temelleri arasındaki ilişkileri kapsamaktadır.

Turner-Bisset (1997) Shulman'ın orijinal bilgi temellerini de kapsayacak şekilde işlemsel alan bilgisi, kavramsal alan bilgisi, konuyla ilgili inançlar, program bilgisi, öğretim bilgisi veya modelleri, bilişsel öğrenici bilgisi, deneysel öğrenici bilgisi, kendi hakkında bilgi, eğitim bağlamları bilgisi, eğitim sonuçları bilgisi ve genel pedagojik bilgi şeklinde bilgi çeşitlerinden oluşan yeni bir model geliştirmiştir (Turner-Bisset, 1999).

Gess-Newsome (1999) ise, bütünleştirici ve dönüştürücü olarak iki model tanımlamaktadır. Bu model Gess-Newsome (1999, 12–13), tarafından şu şekilde açıklanmaktadır:

Bütünleştirici modelde PAB yoktur ve öğretmen bilgisi konu alanı bilgisi, pedagoji ve bağlam olmak üzere üç yapının kesişmesiyle açıklanır. Bu model hizmet öncesi öğretmen yetiştirmenin geleneksel örneklerini yakından takip eder. Öğretim uygun bir öğretim şekli kullanılarak bazı ortamlarda öğrenciye içeriğin sunulmasına dayanmaktadır. Öğretmenin görevi, seçici bir şekilde alan bilgisi, pedagoji ve bağlam bilgilerini almak ve etkili öğrenme ortamları tasarlamada ihtiyaç duyuldukça onları bütünleştirmektir. Bu modele göre uzman bir öğretmen öğretim aktiviteleri sırasında iyi düzenlenmiş bireysel bilgi temellerine sahip olan kişidir. Öğretmen yetiştirme programlarında alan bilgisini ve pedagojik bilgiyi bütünleştirmek için gayretler olmasına rağmen, öğretmenler çoğunlukla ayrı bilgi temellerini devam ettirdiklerini ifade etmektedirler.

Diğer model olan dönüştürücü model ise Gess-Newsome (1999, 12–13), tarafından aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

Dönüştürücü model öğretim için birleştirilmiş bir bilgi temelinin önemini kabul etmektedir. PAB etkili bir öğretmen olmak için ihtiyaç duyulan tüm bilgilerin sentezidir. Bu durumda PAB, alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlamsal bilginin sadece öğretim uygulamalarını etkileyen eşsiz bir bilgi şekline dönüşümüdür. Bu da dönüştürücü model olarak adlandırılmaktadır. Bu modelde, alan bilgisi, pedagoji ve bağlam bilgisi var olsa bile kendi içlerinde gelişmemiş gizli kalmış potansiyel kaynaklardır ve sadece PAB'a dönüştüğünde faydalıdır. Bu modele göre uzman bir öğretmen, öğretilen tüm konular için iyi şekillendirilmiş bir PAB'a sahip olanıdır.

Bu iki model arasındaki farklılıklar bilginin bütünleştirilmesi ile dönüştürülmesi farklı olduğundan önemli görülmektedir. Gess-Newsome'a (1999) göre bütünleştirici modelde, başlangıç elemanları alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisidir ve bu bilgiler sınıf uygulamalarında bütünleştirilir. Dönüştürücü modelde ise, bu bilgi temelleri PAB'a dönüştürülebildiği sürece kullanılabilir ve dolayısıyla öğretmen farklı bilgi temellerini birleştirerek bu bilgileri yeni bir bilgi türü olan PAB'a dönüştürür.

Bu kısımda farklı bilgi çeşitleri arasındaki etkileşimi ve ilişkiyi açıklayan öğretmen bilgisi modelleri hakkında, izleyen kısımda ise öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının PAB'ını ve gelişimini açıklayan öğretmeyi öğrenme süreci hakkında bilgi verilmiştir.

1.6.6. Öğretmeyi Öğrenme

PAB, farklı bilgi çeşitlerinin bütünleştirilmesi ile alan bilgisinin öğrencilerin anlayabileceği şekle dönüştürülmesi olarak tanımlandığından aynı zamanda öğretmeyi öğrenme anlamına gelmektedir (Shulman, 1986, 1987). Herhangi bir konunun öğretimi ve planlanması öğretmenlerin farklı alanlardaki bilgiyi uygulamasını gerektiren karmaşık bilişsel bir aktivitedir ve öğretimin öğrenilebileceği düşünülmektedir (Reynolds, 1995). Öğretme eylemine giren bireyler ise okul yıllarında öğretmenlerini gözlemleyerek öğretim hakkında oldukça karmaşık bilişsel yapılar geliştirmektedirler. Bu yapıların yeni deneyimler kazanıldıkça gelişeceği ve durumun daha karmaşık bir hal alacağı ifade edilmektedir (Arends, 2004).

Frances Fuller ve Feimen-Nemser'in aşama teorisine göre acemi öğretmenler uzman öğretmen oluncaya kadar bazı aşamalardan geçmektedirler (Aktaran: Arends, 2004). Bu teoriye göre, ilk aşama öğretmenlerin, öğrencilerinin ve kendilerinin içsel yeterlilikleri, sınıf kontrolü ve ellerinde olmayan pek çok şey hakkında endişeye kapıldıkları, hayatta kalma aşamasıdır. İkinci aşama olan öğretim durumları aşamasında ise öğretmenler kendilerini düşünme dışında, dikkatlerini ve enerjilerini öğretim durumlarına kaydırmaya başlamaktadır. Artık sınıf gerçekleri, zamanla ilgili sorunlar, öğrenci sayısının fazlalığı, uygun olmayan öğretim materyalleri ya da kendi öğretim yöntemlerini oluşturma gibi konulara odaklanırlar. Son aşama olan öğrencilere ilişkin endişe ve uzmanlık aşamasında öğretmenler, öğretim ve sınıf yönetimi konularında uzmanlaşarak, öğrencilerin sosyal ve duygusal ihtiyaçları ile ilgili konularda sorular sormaya ve öğretim yöntemleri ile materyaller arasında karşılaştırma yapmaya başlarlar. En önemlisi bu aşamada öğrencilerin öğrenmesi ile ilgili tüm sorumluluğu ve endişeleri üstlenirler (Arends, 2004). Ancak, son yıllarda öğretmen gelişiminin nasıl olduğuna ilişkin olarak aşama teorisinden farklı ve daha esnek görüşlere doğru bir kayma olmuştur (Arends, 2004). Bu görüş Fuller ve Feimen-Nemser'in modelindeki gibi kesin olmayan, daha evrimsel ve gelişimin derece derece olduğunu savunan bir görüştür (Veal vd., 1998; Arends, 2004). Nitekim Gödek (2002) öğretmen adaylarının PAB'ına ilişkin çalışmasında öğretmeyi öğrenme sürecinin Fuller'in aşamalarında olduğu gibi doğrusal bir süreç olmadığını, aksine öğretmen adaylarının geçmişlerinin, ihtiyaçlarının ve öğretim deneyimlerinden gelen farklılıklar nedeniyle oldukça karmaşık bir süreç olduğunu, aldıkları desteğin ve öğretim yaptıkları bağlamların bu süreci etkilediğini belirtmektedir. Jones, Carter ve Rua (1999) ise

öğretmenlerin ilk yıllarında sınıf içerisinde kendileri ile ilgili birtakım endişeler yaşamalarına karşın, öğrencilerin öğrenmeleriyle oldukça fazla ilgilendiklerini belirlemişlerdir.

Gelişimi karmaşık bir süreç olarak tanımlanan PAB, 1980'li yıllardan beri araştırma konusu olmasına ve öğretim için temel bilgi tabanı olarak önemiyle ilgili pek çok şey yazılmasına rağmen, gelişim süreci hakkında çok az şey bilinmektedir. Veal ve Makinster (2001) öğretmenlerin PAB'larının gelişiminin çok yönlü ve doğrusal olmadığını, bu nedenle PAB'ın belirlenmesinin çok karmaşık olduğunu belirtmektedir. Arends (2004) ise öğretmenlerin kişisel olarak gelişimlerinin yeni deneyimler kazanıldıkça ve olaylar geliştikçe daha ileri aşamalara doğru ilerleyeceğini ifade etmektedir. PAB gelişimi için konu alanı bilgisi ve öğretim deneyimi gibi iki gerekli bileşenin kabul edilmesine karşın (Davis, 2003), alan bilgisi, pedagojik bilgi, öğrencilerin sahip olduğu bilgi, değerler, düşünme yetenekleri, yansıtma kabiliyeti, bireysel tercihler, öğretmen tercihleri ve kültürel özelliklerin de gelişime katkıda bulunduğu ifade edilmektedir (Uşak, 2005).

Yapılan çalışmalar, PAB gelişiminin büyük ölçüde alan bilgisi gelişimine bağlı olduğunu göstermektedir (Kaya, 2009; Käpyla vd., 2009). Kaya'ya (2009) göre PAB gelişimine çoğunlukla öğretim deneyimleri, üniversite eğitimi ve uygulama öğretmenleri ile yapılan görüşmeler etki etmektedir. Ancak Bukova-Güzel, Kula, Uğurel ve Özgür (2010) alan bilgisi derslerinin PAB gelişimine katkı sağlamasına karşın, PAB gelişiminde özellikle öğrenci zorluklarına ilişkin problemlerin ve sınırlılıkların devam ettiğini belirtmektedirler. Atay, Kaslıoğlu ve Kurt (2010) ise PAB gelişiminde öğretmen adaylarına teoride öğrendiklerini uygulama fırsatı verilmesi gerektiğini ve geribildirim bu uygulama ve deneyimlerin bir parçası olması gerektiğini ifade etmektedirler. Smith ve Neale (1989) seminer çalışmalarının PAB gelişimini etkilediğini ancak yetersiz olduğunu ifade etmektedirler. PAB'ın gelişiminin aniden ve birden bire olmadığını belirten Veal vd. (1998) ise bir öğretmen adayının PAB'ının gelişmesine neden olan tek bir olay veya etkinliğin olmadığını ifade etmektedir. Araştırmacılara göre gelişme kademe kademe ve yavaş yavaş ancak hep ileriye doğru olmaktadır. Öğretmeyi öğrenmek büyük ve ani dönüşümlerden ziyade nitel dönüşümlerle ve doğrusal olmayan aşamalar yoluyla gerçekleşmektedir. Veal vd.'nin (1998) çalışmasında öğretmen adaylarının PAB gelişimiyle ilgili 6 aşama belirlenmiştir:

1. Öğretmen adayları programı, kaynak kitapları veya ders kitaplarını ders planlarında kullanabilmektedirler.

2. Öğretmen adaylarının fizik ya da kimya öğretimine bakış açıları zamanla farklılaşmaktadır.
3. Öğretmen adayları kimya ve fiziğin nasıl öğretileceğiyle ilgili kendi inançlarıyla uyumsuzluklar yaratan birtakım karmaşalarla karşılaşmaktadırlar.
4. Öğretmen adayları inançları, içerik bilgileri ve zihinsel karmaşaları ile ilgili yansımalarında bulunabilmektedirler.
5. Öğretmen adayları, fırsat verildiğinde ve kendi başlarına kaldıklarında çatışan inançlarla da boğuşmaktadırlar.
6. Öğretmen adayları öğrenme ortamlarının pek çok yönünü hesaba katan yeni kişisel teoriler geliştirip değiştirerek bütünleştirmektedirler.

Veal vd.'ne (1998: s. 27) göre öğretmen adaylarının PAB gelişimleri kendilerinin, alan (içerik), öğrenci ve pedagojik bilgilerindeki farklılıklarından dolayı değişik aşamalardan başlayabilir. Bir kere gelişim başladı mı öğretmen adayları aşamalardan farklı hızlarda geçebilirler. Bir aşama gelişirken kazanılan bilgi, diğer aşamada gelişen deneyim ve bilgiyle ilişkilidir. Öğretmen adaylarının PAB gelişimindeki farklı aşamalar, öğretmen yetiştirme programlarına ve öğretmen adaylarının öğretim deneyimlerine bağlı olarak farklı zamanlarda olabilir.

Yapılan çalışmalar öğretim deneyiminin, öğretmen yetiştirme programlarında alınan derslerin, fen alanında yapılan çeşitli çalışmaların yanında öğretmenlerin kendi aralarında yaptıkları grup çalışmaları ile hizmet içi kurslar ya da programlarda öğretmen adaylarının küçük gruplar halindeki tartışmaların, işbirlikçi çalışmaların, yansımalarının ve ortak planlarının da PAB gelişimine katkıda bulunduğunu göstermektedir (Geddies, 1993; Van Driel vd., 1998; Jauhiainen vd., 2002; Ho ve Toh, 2004). Ayrıca öğretmen adayları veya öğretmenlerin sahip oldukları mesleki bilgilerini meslektaşlarına ve öğretmen adaylarına açıklamaları ve onlarla paylaşmalarının da mesleki gelişimleri için önemli olduğu belirtilmektedir (Henze vd., 2008; Hanuscin vd., 2011). Morine-Dershimer ve Kent (1999) ise PAB'in şekillenmesi ve gelişiminde bireyin öğretim ve öğrenmeyle ilgili kişisel inançlarının ve algılarının da rolü olduğunu ifade etmektedirler.

Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre, öğrencilerin ön bilgileri ve güçlüklerinin bilinmesi ve buna uygun öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekmektedir. PAB'in temel bileşenlerinden olan öğrenici bilgisi bileşeni de öğrenci fikirlerini ve sorunlarını öğrenmeye odaklanan sorgulamaları ifade etmektedir (Eick ve Reed, 2002). Ancak, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sürecinde yeterli deneyimi

olmadığından, öğrenci zorluklarını ve önbilgilerini sorgulamaya dayalı dersleri planlanmaları ve yürütülmelerinin zor olduğu ifade edilmektedir (Adams ve Krockover, 1997; Eick ve Reed, 2002).

Bu nedenle öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarındaki mesleki gelişim süreçlerinin belirlenmesi, öğretmen yetiştirme programlarının düzenlenmesi açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla, öğretmen yetiştirme programları ve programların öğretmen adaylarının PAB'ları ve gelişimi üzerindeki etkisine ilişkin tartışmalar izleyen bölümde yer almaktadır.

1.6.7. Öğretmen Yetiştirme Programları

Öğretmenlerin, öğretmen eğitim programlarında kazandıkları bilgi ve düşüncelerinin, okullardaki deneyimleri aracılığıyla geliştirdikleri ile bağlantısız olabileceği ifade edilmektedir (Davis, 2003). Van Driel vd. (1998) ve Davis (2003) öğretmen adaylarının bilgi yapılarının temelinin öğretmen eğitiminin ilk yıllarında alınan dersler aracılığı ile oluşturulduğunu, başlangıçta belirsiz olan bu bilgi temellerinin öğretmen eğitimi sırasında daha tutarlı ve mantıklı hale geldiğini ve geliştiğini ifade etmektedirler. Öğretmenlerin, PAB'ı öğretmen yetiştirme programlarından bir şeyler öğrendikçe geliştirdiklerini kabul etmenin bu nedenle mantıklı olduğu ifade edilmektedir (Abell, 2008). Öğretmen adayları öğretmen yetiştirme programlarına geldiklerinde, önceki okul yıllarından pek çok öğretmeni gözlemleyerek sahip oldukları deneyimleri nedeniyle zaten belli bir PAB'a sahiptirler (Arends, 2004; Mulholland ve Wallace, 2005). Uygulama öncesi öğretmen eğitim programlarında aldıkları dersler ve bu derslerdeki gözlemleri de öğretmen adaylarının PAB'larının şekillenmesine katkı sağlamakta, öğretim deneyimine başladıklarında ve öğrencilerle etkileşime girdiklerinde ise, öğretim öncesi sahip oldukları PAB'larını uygulamaya koymaktadırlar (Davis, 2003). Zembal-Saul, Krajcik ve Blumenfeld (2000) ise öğretmen adaylarının, öğretim deneyimine sahip olmasalar bile en azından PAB'ın öğretim sunumları bilgisine sahip olduklarını belirtmektedirler.

Fizik eğitimi alanında yapılan çalışmalar, öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarına farklı düzeylerde alan bilgisi ile geldiklerini ifade etmektedir (Sperandeo-Mineo, Fazio ve Tarantino, 2005). Bu nedenle öğretmen yetiştirme programlarının, farklı bilgiye sahip öğretmen adaylarının ihtiyaç duydukları bilgi ve deneyimlerin gelişimine katkıda bulunacak ve bu bilgi temellerinin PAB'a dönüşümünü sağlayacak fırsatlar

oluşturması gerektiği belirtilmektedir (Nilsson, 2008). Tiberghien, Jossem ve Barojas (1998) ise öğretmen adaylarının alan bilgisi derslerinde aldıkları bilginin fizik öğretimi için uygun olmadığı belirtmektedir. Bu uyumsuzluk, öğretmen adaylarının sahip oldukları alan bilgisini öğretebilecekleri şekle dönüştürmede, alan bilgilerini diğer alan eğitimi derslerinde kazandıkları bilgilerle bütünleştirip yeniden şekillendirmelerine duyulan ihtiyacın var olduğunu göstermektedir (Sperandeo-Mineo vd., 2005). Bu süreçte öğretmen eğitimcilerinin önemli rolleri olduğu belirtilmektedir (Mulholland ve Wallace, 2005). Öğretmen eğitimcileri, özellikle öğretmen adaylarının öğrenci zorlukları ve sunum çeşitleri bilgisinin gelişimine odaklanmalıdırlar (Johnston ve Ahtee, 2006). Ayrıca öğretmen yetiştirme programlarının öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerini artırmaları için, öğretmen eğitimcilerinin mesleki olarak gelişim süreçlerini ve bu gelişimi destekleyecek şartları bilmeleri ve alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisi arasında bağlantı kurabilecek özel dersler tasarımları gerekmektedir (Nilsson, 2008).

Bu çalışmada incelenen PAB bileşenlerinden öğrenci zorlukları bilgisi, özellikle öğretmen adaylarının PAB'larının gelişimi bakımından önem taşımakta ve yukarıda da ifade edildiği gibi öğretmen adaylarının bu konuda bilgilendirilmesi gerekmektedir. İzleyen kısımda, bu çalışmada incelenen elektrik ve manyetizma ünitesi ile ilgili öğrenci zorlukları hakkında yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda belirlenen kavram yanlışları yer almaktadır.

1.6.8. Elektrik ve Manyetizma Konusundaki Öğrenci Zorlukları ve Kavram Yanlışları

PAB özel bir konunun öğrenilmesini kolay ya da zor hale neyin getirdiğinin anlaşılmasını kapsamaktadır. Konunun öğrenilmesini zor ya da kolay hale getiren etkenlerden biri olan kavram yanlışları PAB'ın öğrenci zorlukları bileşeni ile ilişkili olduğundan, özel bir konu alanındaki yaygın kavram yanlışlarının bilinmesi ve yorumlanması PAB çalışmalarında önemli hale gelmektedir. Bu nedenle bu çalışmada seçilen konu olan Elektrik ve Manyetizma ünitesinde özellikle Lise-1 Fizik programda belirtilen kavramlarla ilgili yaygın kavram yanlışları yer almaktadır.

Pek çok konuda olduğu gibi soyut doğasından dolayı elektrik konusunda da anlaşılması oldukça zor olan kavramlar mevcuttur. Bu nedenle tüm seviyelerdeki öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerin elektrik konusundaki bilgilerini ve

yanılgılarını inceleyen birçok araştırma yürütülmüştür (Duit ve Rhöneck, 1997; Cheng ve Kwen, 1998; Chambers ve Andre, 1997; Azar 2001; Gemici vd., 2002; Küçüközer, 2003; Engelhart ve Beichner, 2004; Küçüker, 2004; Ateş ve Polat, 2005). Elektrik konusunun kavramlarının günlük hayatta fazla kullanılmasından dolayı, herhangi bir formal öğrenme olmadan da bireyler bu kavramlar hakkında anlayış geliştirmekte ve bu anlayışları okul ortamına taşımaktadırlar. Geliştirilen bu anlayışlar akım, direnç, güç ve potansiyel gibi fizik kavramlarının bilimsel anlamlarıyla çoğu durumda uyuşmamaktadır (Çıldır ve Şen, 2006). Bilimsel görüşlerin öğrenilmesinden önce dış dünyadaki olaylarla ilgili geliştirilen bu açıklamalar, alternatif kavramlar olarak ifade edilmektedir (Yip vd., 1998). Bu alternatif kavramlar bireysel deneyimlere dayalı olarak öğrenen tarafından oluşturulmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda fen eğitiminde kavram yanılgılarının ortaya çıkarılması ve giderilmesi önem kazanmıştır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Yapılan birçok araştırma, öğrencilerin fizik derslerinde özellikle de elektrik konusunda çok sayıda kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermektedir (Çepni ve Keleş, 2006; Yıldırım vd., 2008). Duit ve Rhöneck'in (1997) çalışmasında, öğrencilerin elektrik akımının pilde depo edildiği ve ampul tarafından tüketildiği düşüncesine sahip oldukları ortaya konulmuştur. Cheng ve Kwen (1998) öğrencilerin, elektrik ve elektrik akımı kavramlarını karıştırdıklarını, Lee ve Law (2001), ortaöğretim öğrencilerinin akımın devre elemanları üzerinden geçtikçe azaldığı ve ampul tarafından tüketildiği, pilin akım kaynağı olduğu ve pilden yayılan akımın dış devredeki değişiklikten etkilenmediği fikrine sahip olduklarını belirtmektedir. Çıldır ve Şen (2006) ise, akımın üreticinin içinde depo edildiği, potansiyel farkın, akımın nedeni olarak değil de sonucu olarak algılandığı, üreticinin kaynağının dirence gücünü verdiği, üreticinin kaynağının gücü depo eden bir araç olarak algılandığı şeklindeki kavram yanılgılarını belirlemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin akım ve elektrik enerjisi kavramlarını karıştırdıkları, direncin değerinin üzerinden geçen akım miktarına göre değişebileceğini, devreye uygulanan potansiyel farkının devredeki direnç değeri değiştirilerek değişebileceğini düşündükleri belirtilmektedir. Bu çalışmada öğrencilerin en çok elektrik kavramı ile üreticinin kaynağı kavramları arasında kurdukları ilişkilerde kavram yanılgısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Cohen vd. (1983), öğrencilerin potansiyel farkı akımın bir nedeni değil de sonucu olduğunu, pili sabit bir akım kaynağı olarak düşündüklerini, devrede yapılan değişikliğin diğer devre elemanları üzerindeki etkisini algılamakta zorlandıklarını belirtmektedirler.

Basit elektrik devrelerindeki kavram yanlışları ile ilgili yapılan çalışmalarda öğrencilerin ve öğretmenlerin sahip olduğu kavram yanlışları, güç çeken model ve ya bir kutuplu akım, zayıflayan akım, paylaşılan akım modelleri, deneysel kural, güç kaynağını sabit akım kaynağı olarak algılama, bölgesel ve ardışık düşünce, kısa devre önyargısı, eşdeğer direnç önyargısı şeklindedir (Cohen vd., 1983; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Küçüközer ve Demirci, 2008; Ateş ve Polat, 2005; Küçüközer, 2003; Pardhan ve Bano, 2001; Çepni ve Keleş, 2006; Engelhart ve Beichner, 2004; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Lee ve Law, 2001). Bu yanlışların dışında Demirci ve Çirkinoğlu (2004, s. 118) literatüre ve web sayfalarına dayanarak elektrik ve manyetizma konularında, üniversite ve lise seviyesindeki öğrencilerin, doğru akım devreleri ile ilgili genel olarak, sahip oldukları kavram yanlışlarının, dirençler akım harcarlar, elektronlar devrede (ışık hızına yakın hızlarda) hızlı hareket eder, yükler direnç üzerinden geçerken yavaşlarlar, üretcin kutupları arasında bir akım yoktur, cisimlerin büyüklüğü ile direnci daima doğru orantılıdır, akım devre boyunca aktıkça kullanılıp biter, iletken telin direnci yoktur, paralel oluşturulan dirençlerin eşdeğeri en büyük dirençten daha büyüktür, devredeki yükler pil (üreteç) tarafından üretilir, daha büyük pil daha büyük gerilim demektir, güç ve enerji aynı şeylerdir şeklinde olduğunu belirtmektedir.

Yukarıda tartışılan alternatif kavramlar ve kavram yanlışlarına ek olarak Yip vd. (1998) öğretmenlerin alan bilgilerindeki yetersizliğe, bilgi eksikliği ve problem çözümedeki yetersizliklerini de eklemiştir. Bilgi eksikliği, yaygın anlamdaki bilgi eksikliğinin yanında, fizik kanunlarının uygulaması ile ilgili bilgisizlik, kavramların resimsel betimlemeleriyle ilgili örnek yokluğu ve eksikliğini de kapsamaktadır. Bu boyut ayrıca, anlaşılması daha zor bilgi yetersizliklerini de içermektedir. Bunlar: örnek bulma, hipotez kurma, deney düzenleme, sonuçların güvenilirliğini test etme ve fizik kanunlarını hiyerarşik olarak düzenleme ve bağlantıları tanımlama konusundaki yetenek eksikliği şeklinde ifade edilmektedir. Bir bataryanın iç direnci ile dış devredeki voltaj düşüşü arasındaki bağlantıyı görmedeki başarısızlığın bu tarz bilgi eksikliği ile ilgili olduğu belirtilmektedir (Yip vd.1998).

Öğrenciler gibi, öğretmenler ve öğretmen adaylarının da bu zorluklara sahip oldukları ifade edilmektedir (Abd-EI-Khalick, 1997; Yip vd., 1998; Pardhan ve Bano, 2001; Mulhall vd., 2001). Elektrik konusunda, öğretmen adaylarıyla ilgili yapılan çalışmalar, öğretmen adaylarının üniversitelerden sınırlı miktarda alan bilgisi ile ayrıldığını (Karal, 2003), öğretecekleri alanda öğrencilerin sahip olması muhtemel alternatif kavram

(Pardhan ve Bano, 2001) ve kavram yanlışlarına (Küçüközer ve Demirci, 2008) kendileri de sahip oldukları halde bu konuları öğretmeleri beklenmektedir (Abd-El-Khalick ve BouJaoude, 1997).

Elektrikte yaygın kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleriyle ilgili yapılan çalışmaların manyetizma konusuna göre daha fazla yapılmasına karşın, son zamanlarda manyetizma konusuyla ilgili yapılan çalışmalarda da artış görülmektedir. Ravanis vd. (2009), orta öğretim öğrencilerinin manyetik alanın doğasını anlamayla ilgili problemler yaşadıklarını ifade etmektedir. Kocaküllah (2002) öğretmen adaylarının manyetik alan ile manyetik kuvveti karıştırdıklarını, manyetik alan çizgilerini kuvvet kaynağı olarak gördüklerini, manyetik alan içindeki çerçevenin alan çizgileri yönünde hareket edeceğini, akım taşıyan iletkenlerin elektrik alanı veya elektrik kuvveti üreteceğini düşündüklerini belirlemiştir. Saarelainen vd. (2007) üniversite öğrencilerinin manyetik alan ile ilgili çeşitli alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermiştir. Manyetik alanın yönü, bileşkesi ve şiddeti ile ilgili, öğrencilerin vektörel işlemleri elektromanyetizmada kullanamadıkları, öğrencilerin akım taşıyan tel etrafındaki manyetik alan çizgilerini gösterebildikleri ancak telden uzaktaki bir noktada manyetik alanın yönü ve şiddetini vektörel olarak gösteremedikleri, Faraday'ın temel kanununun anlaşılmadığı, manyetik alanın kaynağı hakkında fikir sahibi olmadıkları belirlenmiştir. Tanel ve Erol (2008) yazılı kaynaklarda manyetik alanın, genelde manyetik alanda hareket eden yüklü bir parçacık üzerine etki eden kuvvet kavramıyla birlikte sunulduğunu ve bu sunumun her iki kavramın anlaşılmasını zorlaştırdığını ifade etmektedir. Guisasola, Almudi ve Zubimendi (2004) ve Karal vd. (2009) çoğu üniversite öğrencisinin manyetik alanın kaynağını tanımlamada başarısız olduğunu ve manyetik alan ile manyetik kuvveti karıştırdıklarını belirtmektedir. Guisasola vd. (2004) öğrencilerin elektriksel olaylar için kullanılan analogileri yanlış bir biçimde manyetizma için kullanarak açıklama eğiliminde olduklarını belirtmektedir. Ayrıca öğrenciler mıknatısları yüklü cisimler olarak ve manyetik alanın kaynağının ise durgun yükler olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bu yüzden elektrik ve manyetik alan kavramları manyetik alan etkileşimlerinin Coulomb kuvveti kullanılarak açıklanmasıyla sonuçlanacak biçimde yanlış anlaşılmaktadır. Bu çalışma ayrıca öğrencilerin elektrik alan ile manyetik alanı birbirine karıştırdıklarını, manyetik kuvveti elektriksel kuvvet gibi düşündüklerini, manyetik alanda bulunan bir elektrik yükünün manyetik alanla aynı veya zıt yönde hareket edeceğini ifade ettiklerini vurgulamaktadır.

Yapılan çalışmalar, öğretmen yetiştirme programlarından yeterli ve uygun bir alan bilgisine ayrıldığı kabul edilen öğretmen adaylarının, kabul edildiği gibi yeterli alan bilgisine sahip olmadığını hatta çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermektedir. Oysaki gelişmiş PAB, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin yanlışlarının olmamasını, buna ek olarak öğrencilerinin konu ile ilgili muhtemel yanlışlarını ve zorluklarını da bilmeleri ve onları giderecek öğretim gerçekleştirmelerini gerektirmektedir. Bu bakımdan öğretmen yetiştirme programları, öğretmen adaylarının fizik konularında yanlışlarını giderecek ve önemli bir kısmı öğretim programında da verilmiş olan muhtemel öğrenci yanlışları ve zorlukları hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamalıdır.

1.6.9. PAB ile İlgili Yapılan Çalışmalar

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'nin doğasını anlama, PAB'ı belirleme şeklinde genel açılardan başlamış (Cochran vd., 1993), daha sonraları PAB bileşenlerine, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yürütülen ve PAB bileşenlerine odaklanmıştır. Son yıllarda ise, araştırmalar konuya özel PAB çalışmalarına, PAB bileşenleri arasındaki etkileşime ve PAB gelişimine odaklanmıştır. Bu bölümde farklı disiplin alanlarında, farklı örneklem ve yöntemleri kapsayan çalışmalara ilişkin yürütülen PAB çalışmaları yer almaktadır.

1.6.9.1. PAB'ı Belirlemeye İlişkin Yapılan Çalışmalar

Hashweh'in (1987) deneyimli öğretmenlerin öğretimdeki farklılıklarının nedenlerini irdedeği araştırması, konu alanı bilgisinin PAB kapsamında yorumlanan ilk çalışmalardan biri olarak kabul edilmektedir. Konu alanı bilgisinin, öğretimin planlanması üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmacı, 6 deneyimli ortaöğretim öğretmenin (3 fizik, 3 biyoloji) konu alanı bilgilerini fotosentez ve kaldıraçlar konularında farazi öğretim planları yoluyla belirlemeye çalışmıştır. Öğretmenlerin alan bilgileri, kavram haritaları, kart seçme ve konuya ilişkin bilgilerini açıklamalarının istendiği açık uçlu testler, öğrenci zorlukları ve sunum çeşitleri bileşenleri ise ders planları ve mülakatlar aracılığıyla ile belirlenmiştir.

Çoklu değerlendirme metotlarının kullanıldığı çalışma sonuçları, öğretmenlerin, uzmanlık alanlarında öğretim yaparken daha geniş konu alanı bilgisine, diğer disiplinlere ilişkin kavramlarla ilgili daha fazla bilgiye, öğretimi yapılan konuyu alandaki diğer olay ve durumlarla ilişkilendirmeleri hakkında daha fazla bilgiye sahip olduklarını göstermiştir. Alan bilgisi iyi olan öğretmenler yazılı kaynaklarda yer alan bilgiyi eleştirel olarak yorumlayarak faydalılığını değerlendirip, metni sadece kendi konu alanı yaklaşımıyla uyduğunda kabul ederken, alanı dışında öğretim yapan öğretmenler yazılı kaynaklardaki bilgiye bağlı kaldıkları belirlenmiştir. Araştırmacı ayrıca öğretmenlerin alan bilgisindeki uzmanlıklarına göre yazılı metinlerin kapsamını ve yazılı kaynaklardaki etkinlikleri değiştirdiklerini, uzman olmayan öğretmenlerin ise önemli kabul etmedikleri veya hatırlayamadıkları materyalleri çoğu zaman görmezden geldiklerini ve yazılı kaynakların önerdiği sunum çeşitlerine bağlı kaldıklarını belirtmektedir. Alan bilgisi iyi olan öğretmenlerin ders kitaplarına bağlı kalmadıkları, öğrenci zorluklarını belirlemede ve öğrenci düşüncelerini öğretime dâhil etmede daha başarılı oldukları, alan bilgisi yetersiz olan öğretmenlerin ise öğrenci yorumlarını öğretime nasıl dâhil edileceği konusunda emin olmadıkları belirlenmiştir.

Counts (1999), özel durum çalışması ile yürüttüğü ve bir öğretim üyesinin PAB'ını belirlemek ve nasıl geliştiğini belirlemeyi amaçladığı çalışmasında gözlem, mülakat ve anket gibi çoklu veri toplama tekniklerini kullanmıştır. Çalışma sonucunda, katılımcının PAB'ını yansıtan, öğretim amaçları bilgisi, öğrenci bilgisi, insanlarla iletişim bilgisi, derslerin düzenlenmesi ve program bilgisi, pozitif öğrenme ortamları bilgisi gibi beş ana bileşen ortaya çıkmıştır. Bu çalışma, Shulman ve Grossman'ın önerdiği dört PAB bileşenine ek olarak katılımcının iletişim bilgisini PAB'ın bileşeni olarak ortaya koymuştur.

Halim ve Meerah'ın (2002), 12 fizik öğretmen adayının PAB'ını ve bu bilginin fizik öğretime etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, seçilen bazı fizik kavramları ile ilgili öğretmen adaylarının PAB'ının öğrenci zorlukları ve sunum bilgisi bileşenlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada, öğretmen adaylarına açık uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanmış, bu sorulara sanki öğrencilere bazı fikirleri açıklıyormuş gibi cevap vermeleri istenmiş ve adaylarla mülakat yapılmıştır. Bu çalışmada, özellikle alan bilgisi eksik olan öğretmen adaylarının PAB'larının geliştirilmesinin faydalı olacağı vurgulanmakla birlikte, öğretmen eğitiminin öğretmeyi öğrenme sürecinin küçük bir kısmını oluşturmasından dolayı ancak sınırlı konularda PAB'larının gelişimi mümkün olacağı vurgulanmaktadır. Çalışmada ayrıca öğretmen adaylarına yeterince öğretim yapma

fırsatının verilmesi gerektiği, bunun öğretimini yaptıkları konulardaki kendi yanılgılarını fark etme ve gidermede yardım edeceği ve sonuç olarak PAB'larını geliştirebilecekleri belirtilmektedir. Bununla birlikte, hizmet öncesi öğretmen eğitimi sırasında sınırlı konularda PAB'ın ancak gelişebileceği, öğretmenliğe başladıktan sonra hizmet içi kurslar aracılığı ile diğer konularda da PAB'larının geliştirilmesine imkân sağlayacak programların düzenlenmesine ihtiyaç olduğu ifade edilmektedir.

Loughran vd. (2004), öğretmenlerin PAB'ını belgeleyebilmek ve açıklayabilmek için yeni metotlar bulmayı amaçladıkları çalışmalarında, PAB'ını ortaya çıkarmanın ve açıklayabilmenin zor bir süreç olduğunu ifade etmektedirler. PAB'ları iyi gelişmiş olsa dahi mülakat ve yazılı dokümanlarda sahip oldukları PAB'larını açık bir şekilde ifade edemedikleri için ortaöğretim fen öğretmenlerinin PAB'ları, laboratuvar çalışmaları, gösteriler gibi içerik öğretim yöntemleri, öğretmenlerle öğretimleri hakkında tartışmalar, sınıf gözlemleri ve diğer yaklaşımlar aracılığıyla araştırılmıştır. Araştırmanın iyi bir şekilde tasarlanıp iki yılda yürütülmesine karşın araştırmacılar, öğretmenlerin PAB'larını açık bir şekilde belirleyemediklerini ve literatürdeki somut örneklerin az olmasının nedenini PAB'ı belirleyebilecek bir metodun ortaya çıkartılmasının bu kadar uzun süre alması olarak ifade etmektedirler. Araştırma sonuçları öğretmenlerle bireysel çalışmaların PAB'ı ortaya çıkarmaya yetmediğini, grup çalışmalarının PAB'ın farklı fakat tamamlayıcı yönlerini açığa çıkardığını göstermektedir.

Dani (2004), ortaöğretim fen öğretmenlerinin PAB'larını ve inançlarını tanımlamak, alınan bir fizik dersinin, öğretmenlerin PAB'larını ve inançlarını nasıl etkilediğini test etmek ve öğretmenlerin inanç ve PAB'larının öğretim uygulamalarından nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla yürüttüğü nitel özel durum çalışmasında, mülakatlar ve gözlemler ile öğretmenin bilgi, inanç ve uygulamalarını belirlemeye çalışmıştır. Çalışmanın sonuçları, öğretmenlerin PAB'ları arasında farklılıkların bulunduğunu, 23 yıllık deneyime sahip bir öğretmenin PAB'ının 3 yıllık deneyime sahip öğretmeninkinden daha az tutarlı ve daha az bütünleşmiş olduğunu göstermiştir. Ayrıca alınan fizik dersinin öğretmenlerin PAB'larını, öğrenci bilgisi ve öğretim yöntemleri hakkındaki bilgilerini ve inançlarını benzer şekillerde etkilediği, öğretmenlerin PAB temellerinin, önceki yıllarda kazandıkları deneyimlerine, öğretmen yetiştirme programlarında aldıkları derslere ve öğretim deneyimlerine dayandığı sonucuna varılmıştır.

Sarkim (2004), ortaöğretim fizik öğretmenlerinin öğretim amaçları, değerlendirme, öğrenici, öğretim yöntemleri ve program bilgisi bileşenlerini kapsayan PAB'larının

doğasını belirlemeyi amaçladığı çalışmasında, iki deneyimli ve iki deneyimsiz öğretmen ile mülakatlar ve gözlemler yürütmüştür. Çalışma sonuçları, öğretmenlerin düşük seviyede PAB bilgisi ve uygulaması sergilediklerini, öğretmen yetiştirme programlarının çağdaş öğretim yöntemlerini uygulamada öğretmenlere çok az katkı sağladığını göstermektedir. Öğretmenlerin fizikteki ve öğretim yöntemlerindeki yeterlikleri gibi öğretmenlerden kaynaklanan iç etkenlerin ve program, değerlendirme sistemi, sosyo-kültürel öğrenci-öğretmen bağlamı, iyi öğretimin nasıl olduğu ile ilgili toplumsal beklentiler gibi öğretmenin dışında olan ve öğretmenin çözmesinin mümkün olmadığı dış etkenlerin öğretmenlerin PAB gelişimini etkilediği belirtilmektedir.

Uşak (2005), ilköğretim öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler konusunda KAB ve PAB'lerini belirlemeyi amaçladığı çalışmada, dört fen bilgisi öğretmen adayıyla nitel yaklaşıma dayalı özel durum çalışması yürütmüştür. Öğretim uygulamalarına ilişkin gözlemler, kavram haritaları, ders planları, kelime ilişkilendirme testi, yazılı dokümanlar ve mülakatların veri toplamak için kullanıldığı çalışma sonucunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkiler konusunda yanlış kavramalara sahip oldukları ve görsel soruların cevaplanması ile ilgili problemlerle karşılaştıkları belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının KAB'ları ile PAB arasında ilişki olmadığı, PAB'in öğrenci bilgisi, müfredat bilgisi, öğretim bilgisi ve değerlendirme bilgisi bileşenlerinin her bir öğretmen adayı için farklılık gösterdiği çalışma sonuçları arasında yer almaktadır.

Johnston ve Ahtee (2006), madde ve özellikleri konusunda İngiltere ve Finlandiya'daki öğretmen adaylarının, KAB'larını ve PAB'ini bir fizik etkinliği ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Öğretmen adaylarının KAB'ları, havanın ağırlığının olup olmadığına ilişkin bir etkinlik kullanılarak belirlenmiş ve olası alternatif kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının etkinliğe ilişkin tahminlerini ve açıklamalarını yazmaları istendikten sonra deneysel olarak gerçekleştirilen etkinliği gözlemleri istenmiştir. Öğretmen adaylarından tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırmaları istenmiş ve bilgi eksiklikleri ve yanılgılarını fark etmeleri amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının PAB'leri ise, bu konudaki öğrenci zorluklarına ve kendi ihtiyaçlarına ilişkin sorular aracılığıyla belirlenmiştir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının KAB'ının iyi olmadığını, bu durumun öğretmen adaylarının öğrencilerin düşüncelerine ve süreç becerilerine odaklanmalarına engel olduğunu göstermiştir. Kavram yanılgısı veya bilgi eksikliği olan öğretmen adaylarının öğrenci zorluğu olarak belirttiklerinin aslında kendi yanılgıları olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, fizik eğitimi programlarının öğrenci

zorlukları ve bu zorlukların giderilmesine yönelik uygulamalara odaklanmaları gerektiği araştırmacılar tarafından önerilmektedir. Araştırmacılar, adayların etkili öğretim gerçekleştirebilmeleri için PAB'lerini geliştirmeleri gerektiğini, bunun için öncelikle fizikle ilgili genel fikirler geliştirmeleri ve bilimsel prensipleri anlamaları gerektiğini belirtmektedir.

Shannon (2006), kimyasal denge konusunun öğretimi sırasında, PAB'ın doğası ve gelişiminden çok özel konularda nasıl kullanıldığının üzerine odaklanmıştır. Özel durum çalışması ile 4 (ikisi birinci, ikisi üçüncü yılında olan) ortaöğretim kimya öğretmeninin sahip oldukları PAB'larının kimyasal denge konusunun öğretimini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla öğretmenlerin ders planı hazırlarken, öğretim yaparken ve uygulamalarının yansımaları esnasında nasıl öğretim kararları aldıklarını belirlemişlerdir. Bulgular, öğretmenlerin mevcut PAB'larını ve uygulama sırasında bu PAB'larını nasıl kullandıklarına ilişkin meslekteki birinci ve üçüncü yılları arasında belli farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Öğretmenlerin PAB bileşenlerinden KAB, öğrenci bilgisi ve öğretim yöntemleri bilgilerinin, ders planı hazırlama sırasında verdikleri kararları ile sınıf içi iletişimlerini şekillendirdiği belirlenmiştir. Deneyimi az olan öğretmenlerin kontrolcü bir iletişim anlayışına sahip olmalarının, öğrencilerin bilgi ve düşüncelerini kendi karar verme süreçlerine dâhil olmasını engellediği, bu durumun ise öğrencilerin konuyu anlamalarını sağlayacak sunumların seçilmesine engel olduğu tespit edilmiştir. Deneyimli olan öğretmenler ise karar verme süreçlerine öğrencilerin katılmalarını sağlamış ve bu durum öğrencilerin öğrenmesini destekleyecek sunumların seçimine katkıda bulunmuştur.

Canbazoglu (2008), maddenin tanecikli yapısı konusunda ilköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının PAB'ını değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasını, öğretmen yetiştirme programının son yılındaki 5 öğretmen adayı ile yürütmüştür. Katılımcılar 40 öğretmen adayına uygulanan alan bilgisi testi sonuçlarına göre belirlenmiştir. Gözlem, mülakat ve doküman analizi yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, PAB'ın; pedagojik bilgi, alan bilgisi, müfredat bilgisi, öğretim yöntemleri bilgisi, ölçme değerlendirme bilgisi, öğrenci zorlukları bilgisi bileşenleri incelenmiştir. Çalışma sonuçları, PAB gelişimine deneyimin katkısı olduğunu ve KAB'ın PAB için bir ön gereklilik olduğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının pedagojik bilgilerine ait sonuçlara göre, adaylar konuya uygun ders planı hazırlayabilmekte ancak uygulamada plana uyma sıkıntısı yaşamaktadırlar. KAB sonuçlarına göre; bazı adayların alan bilgisi yönünden eksik oldukları ve bu adayların öğretim sırasında öğrencilere sınırlı bilgi aktardıkları,

mülakatlarda açıklamada zorlandıkları kavramlara derslerde değinmekten kaçındıkları belirlenmiştir. Okul deneyimi ve öğretmenlik uygulaması deneyimi, öğretmen adaylarının program bilgilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Öğretim yöntem ve teknikleri sonuçlarına göre; öğretmen adaylarının sahip oldukları alan bilgisinin öğretim yöntemlerinin kullanımını etkilediği, öğretim deneyiminin öğretim yöntem ve tekniklerinin dersin kazanımlarına uygun olarak kullanılmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. Ölçme ve değerlendirme bilgileri ile ilgili sonuçlara göre; alternatif değerlendirme yöntemleri hakkında yeterli bilgileri olmadığı için adaylar geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntem ve tekniklerini kullanmaktadır. Öğrenci zorlukları ile ilgili sonuçlara göre; öğretmen adayları kendilerinin zorlandıkları kavramlarda öğrencilerin de zorlanacağını ve kavram yanlışlarının olacağını, kavramları açıklamada zorluk yaşamayan adaylar ise öğrencilerin de zorluk yaşamayacaklarını ifade etmektedirler. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının sahip olduğu alan bilgisinin, öğrencilerin zorluklarını tahmin etmede etkili olduğu ve öğretmen adaylarının öğrencilerin kavram yanlışısına sahip olduklarını iddia ettikleri konularda kendilerinin de kavram yanlışısına sahip oldukları ve bunun farkında olmadıkları ifade edilmektedir.

Lee ve Luft (2008), mesleğe yeni başlayan ortaöğretim fen öğretmenlerine rehberlik yapan 4 deneyimli öğretmenin PAB'ını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada konuya özel PAB'ına değil genel PAB üzerine odaklanmışlardır. Özel durum çalışması ile yürütülen çalışmada, yarı yapılandırılmış mülakatlar, gözlemler, ders planları ve yansıtıcı notlardan veri toplama aracı olarak faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda, öğretmenlerin alan bilgisi, öğrenci bilgisi, program bilgisi, sunum bilgisi, değerlendirme bilgisi ve laboratuvar teknolojileri ile çoklu ortam materyallerini kapsayan kaynak bilgisi olmak üzere 7 PAB bileşeni sergiledikleri ortaya çıkmıştır. Çalışma, genel PAB'ın farklı alanları olduğunu ve öğretmenlerin alan bilgisi, amaç bilgisi ve öğrenci bilgisini kapsayan temel (çekirdek) bir PAB tanımladıklarını, bu bileşenlerin özel bir konu alanında farklı şekillerde olabileceğini belirtmektedir. Öğretmenlerin PAB'larının mesleki kariyerlerindeki farklı zamanlarda farklı şekillerde gelişeceğini, bu nedenle meslekteki yeni öğretmenlerin konuya özel değil alan bilgisi, amaç bilgisi ve öğrenci bilgisini içeren ve gelişen genel PAB'ına sahip oldukları ifade edilmektedir. Çalışma sonuçları ayrıca PAB'ın açık bir şekilde tanımlanmasının hala zor olduğunu, deneyimli öğretmenlerin hem dönüştürücü hem de bütüncü modelin niteliklerini birlikte taşıdıklarını göstermektedir.

Käpyla vd. (2009), öğretmen adaylarının sahip oldukları KAB'larının PAB'larına etkisini araştırdıkları çalışmalarında, alan bilgisini az olarak belirledikleri ilköğretim biyoloji öğretmen adayları ile alan bilgisini yeterli olarak belirledikleri ortaöğretim biyoloji öğretmen adaylarının PAB'ını fotosentez ve bitki gelişimi konusunda karşılaştırmışlardır. 10 ilköğretim 10 ortaöğretim öğretmen adayı ile yürütülen çalışmada, adayların alan bilgileri ve PAB'ları ders planları, testler ve mülakatlar ile belirlenmiştir. Adaylardan belirli bir süre içerisinde herhangi bir kaynak kullanmadan ve birbirleriyle tartışma yapmadan araştırmacıların gözetiminde bireysel olarak ders planı hazırlamaları istenmiştir. Planların ardından, biri adayların geçmişleri ile ilgili diğeri ise adayların konudaki öğrenme zorlukları, alternatif kavramlar, öğrencilerin ön bilgileri ile ilgili kendi görüşlerinin sorulduğu iki test uygulanmıştır. Mülakatlar ise ders planlarının hazırlanmasından sonra, ders planlarının hazırlanması ve bu hazırlık sırasında karşılaşılan zorlukları ortaya çıkarmak ve öğretimde duyulan ihtiyaçları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Öğrenici zorlukları bilgisi, program bilgisi, öğretim yöntemleri bilgisi, değerlendirme bilgisi ve fen öğretimine yönelik oryantasyon bileşenleri üzerine odaklanan çalışmada, adayların planlarında değerlendirme ile ilgili herhangi bir içerik almadıklarından ve aktif bir öğretim yapılmadığından değerlendirme bilgisi bileşeni çalışma kapsamından çıkartılmıştır. Çalışma sonuçları, ilköğretim öğretmen adaylarının yetersiz bilgiye, kavram yanlışlarına ve farklı kavramlar arasındaki bağlantıları anlamada bir takım zorluklara sahip olduklarını göstermektedir. Orta öğretim öğretmen adaylarının ise alan uzmanı gibi KAB'a ve daha az kavram yanlışısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Sonuçlar, iyi alan bilgisinin etkili öğretim ve PAB üzerinde olumlu etkileri olduğunu, alan bilgisinde iyi olanların diğerlerine oranla öğrencilerin kavramsal zorlukları hakkında daha bilgili olduklarını göstermektedir. Çalışmanın ilginç sonuçlarından biri ise, daha iyi alan bilgisine sahip olmanın, öğretim sunumları bilgisini önemli ölçüde etkilememesidir. Çalışmada ayrıca ilköğretim öğretmen adaylarının, öğrencilerin öğrenme ile ilgili zorluklarının farkında olmadıkları tespit edilmiştir. Araştırmacılar Magnusson vd. (1999) tarafından tanımlanan etkinlik merkezli, rehberlikçi veya keşif gibi oryantasyonları yapılandırmacı oryantasyon olarak, kavramsal öğretim ve didaktik gibi oryantasyonları ise didaktik oryantasyon olarak tanımlamışlardır. İlköğretim öğretmenlerinde yapılandırmacı oryantasyonun, ortaöğretim öğretmen adaylarında ise karışık oryantasyonların baskın olduğu belirlenmiştir. Ders planı yapmada karşılaşılan zorluklara ilişkin sonuçlar, KAB, öğrenici zorlukları bilgisi, zaman, motivasyon ve sınıf yönetimi olarak ifade edilmektedir. İlköğretim öğretmen adaylarının

yaşamış olduğu en büyük sorun yeterli KAB eksikliği iken, ortaöğretim öğretmen adaylarının yaşadığı en büyük sorun öğrencilerin sahip olabileceği ön bilgilerin neler olduğu ve öğrencilerin ne düşündüğünü tahmin etmedeki zorluklar olarak ifade edilmiştir. Çalışmada adayların en önemli ihtiyaçlarının, KAB ve konuyu somut hale getirmede ve sunmada farklı yollar hakkındaki bilgi eksikliği olduğu belirlenmiştir.

Kaya (2009), ozon tabakasının delinmesi konusunda ilköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının PAB bileşenleri arasındaki ilişkiyi nicel yaklaşımla incelediği çalışmada, 216 öğretmen adayına alan bilgisi testi uygulamış ve bu sonuçlara göre 75 katılımcıdan oluşan üst, orta ve düşük yetenekli gruplar belirlemiştir. Her bir gruptan rastgele seçilen 25 kişi ile PAB'nin bileşenlerini kapsayan sorularla ilgili mülakatlar yürütülmüştür. Sonuçlar, KAB ve pedagojik bilginin genel sonuçları, PAB'nin bileşenleri arasında iç ve ara ilişkiler ve alan bilgisi seviyesindeki farklılıklar olmak üzere üç bölüm halinde sunulmuştur. Genel sonuçlar, öğretmen adaylarının çoğunun konuyu öğretebilecek yeterli bilgiye sahip olmadığını, PAB ve PAB bileşenleri arasındaki iç ve ara ilişki sonuçları ise alan bilgisi ile PAB ve PAB bileşenleri arasında değerlendirme bilgisi bileşeni hariç pozitif korelasyonun olduğunu ortaya koymuştur. KAB testine göre yüksek yetenekli gruptaki adayların çoğunluğunun yeni ve eski program arasındaki farkları ayırt ettikleri, olası öğrenme zorlukları ile ilgili ayrıntılı açıklamalarda bulunarak öğrencilerin niçin bu zorluklara sahip olabileceklerine veya alternatif kavramlar geliştirebileceklerine ilişkin uygun sebepler gösterdikleri belirlenmiştir. Ayrıca bu gruptaki adaylar tarafından önerilen öğretim yöntemlerinin ve uygulamalarının, kavramsal değişim yöntemleri, araştırmaya dayalı öğrenme, probleme dayalı öğrenme gibi çağdaş öğretim yaklaşımları olduğu belirlenmiştir. Alan bilgisi testine göre ortalama yetenek kategorisindeki adayların, olası öğrenme zorluklarını tanımladıkları ancak niçin ve nasıl olabileceği ile ilgili uygun sebepler sunamadıkları vurgulanmaktadır. Düşük yetenek gurubundaki öğretmen adaylarının sunduğu öğretim yaklaşımlarının geleneksel öğretim metotlarına yakın olduğu ve öğrenciye kendi deneyim ve ön bilgileri yardımıyla bilgiyi yapılandırmasına fırsat sağlayacak şekilde olmadığı ifade edilmektedir. Çalışma sonucu, daha az alan bilgisine sahip öğretmen adaylarının çoğunun yeni program hakkında daha yüzeysel bilgiye sahip olduklarını, alan bilgisi daha iyi olan adayların ise programın ana hatlarını daha iyi bildiklerini ve program materyallerini daha iyi kullanabildiklerini göstermektedir. Alan bilgisi az olanların aksine alan bilgisi daha iyi olan adaylar, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerde bulunarak derslerde öğrenci önbilgilerini belirlemenin önemine vurgu yapmışlardır. Çalışma

sonucunda, PAB'ın KAB ve değerlendirme bilgisi bileşenleri arasında önemli bir ilişki bulunmasına rağmen, diğer bileşenlerdeki gibi güçlü olmadığı sonucuna varılmış, adayların çok azının uygun değerlendirme bilgisine sahip oldukları ve öğretim süreci ve değerlendirmeyi birbirinden ayrı olarak düşündükleri belirlenmiştir. Araştırmacı ayrıca, PAB'ın bir bileşeni hakkında gelişmiş bilgiye sahip olan adayın diğer bileşenlerde de iyi olacağını ve zayıf PAB'ın temelde KAB eksikliğine bağlı olduğunu belirtmektedir.

1.6.9.2. PAB Gelişimine İlişkin Yapılan Çalışmalar

Veal vd. (1998), ortaöğretim fizik öğretmen adaylarındaki PAB değişikliğini tanımlamak amacıyla iki öğretmen adayının fen bilimleri derslerinde ve okul deneyimi sırasında PAB gelişimlerini izlemişlerdir. Veriler içeriğe özel durum vignetleri (içeriği araştırmacı tarafından belirlenen açık uçlu sorulardan oluşan ve katılımcılar tarafından kronolojiyi de dikkate alarak gözlemlerine dayalı olarak cevapladıkları veri toplama aracı) kullanılarak toplanmış ve nitel içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Ders aşaması ve okul deneyimi olmak üzere iki aşamadan oluşan çalışmada, konuya özel durum vignetleri her aşamada öğretmen adaylarına 4'er kez uygulanmıştır. Mikro-genetik metodu olarak adlandırılan bu metot katılımcıların belirli zaman aralıklarında aynı görevle sık sık karşılaşmaları olarak tanımlamakta ve PAB gelişimini belirlemede ideal görülmektedir. Alan deneyimi sırasında katılımcı gözlemci olarak davranan araştırmacılar, öğretmen adayları, uygulama öğretmenleri ve öğretim üyeleriyle yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütmüşlerdir. Alan notları ise hem sınıfta hem alan deneyimi sırasında alınmış, katılımcılardan düşünce ve deneyimleriyle ilgili yansıtıcı günlükleri saklamaları, proje ve ödevlerini tartışmaları ve paylaşımları istenmiştir. Çalışma sonuçları, öğretmen adaylarının sınıftaki deneyimlerinin PAB gelişimlerinin tamamlayıcı bir parçası olduğunu, öğretim yaklaşımlarında öğrenci merkezli oldukları ve fen öğretimi ve öğrenimiyle ilgili kendi inançlarını yansıtmaya başladıklarını, PAB gelişiminin karmaşık olduğu ve doğrusal olmadığı ve PAB gelişiminde en önemli bilginin alan bilgisi olduğunu göstermektedir.

Van Driel vd. (2002), öğretmen yetiştirme programının son yılında 12 ortaöğretim kimya öğretmen adayının PAB gelişimini araştırdıkları çalışmada, kimyasal reaksiyonlar gibi gözlenebilen olaylar ve mikroskobik özellikleri arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. Çalışma ayrıca öğretmen yetiştirme programlarının PAB'ın alan bilgisi, öğretim sunumları

ve öğrenci zorlukları bileşenleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Nitel araştırma yaklaşımının kullanıldığı çalışmada açık uçlu sorulardan oluşan iki ayrı test, öğretmen adayları ve uygulama öğretmenleri ile mülakatlar ve öğretmen yetiştirme programlarında yürütülen özel çalıştayların kayıtları veri toplamak için kullanılmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının PAB gelişiminin, çoğunlukla öğretim deneyimleri ve uygulama öğretmenlerinin rehberliğinden etkilendiğini ortaya koymuştur. Yazılı kaynakların ve tartışma ortamlarının öğrenci zorlukları bilgisinin gelişimine katkıda bulunduğu, her öğretmen adayının KAB seviyelerinin farklı olduğu ve bu farklılığın PAB gelişimini de farklı şekillerde etkilediği belirlenmiştir. Öğretim deneyimi ile öğretmen adayları daha fazla öğrenci zorluğu tanımlamış, sunum çeşitlerini kullanma ve alan bilgilerinde artış belirlenmiştir. Çalışmada, bulguların genelleme yapmada yeterli olmadığı, farklı gruplarla çalışmaların yürütülmesi, uygulama öğretmenlerinin PAB gelişimine olan etkilerinin derinlemesine araştırılması ve öğretmen yetiştirme programlarında konuya özel uygulamaların yürütülmesi gerektiği önerilmektedir.

Lesniak (2003), iki ortaöğretim fen öğretmen adayının öğretmen eğitimi programının beşinci yıllarında öğretmeyi öğrenme süreçlerini araştırmıştır. Çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının fen bilimlerini öğrenme ve öğretme hakkındaki inançlarının ve ön bilgilerinin PAB'lerinin gelişimine katkıda bulunan alan deneyimleriyle ilişkisini araştırmaktır. Çalışmada, iki aday öğretmenin sınıf davranışlarını ve açıklamalarını tanımlamak için karşılaştırmalı özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının yazılı çalışmaları, gözlem ve mülakatlar gibi çoklu veri toplama araçlarının kullanıldığı çalışmada veriler tümevarım analizi ile yapılmıştır. Bulgular, benzer niteliklere sahip öğretmen adaylarının oryantasyonlarının ve PAB gelişiminin birbirinden farklı olduğunu, PAB gelişiminin önceki deneyimlere dayanan bilgi ve inançlardan ve öğretim bağlamındaki deneyimlerden etkilendiğini göstermiştir.

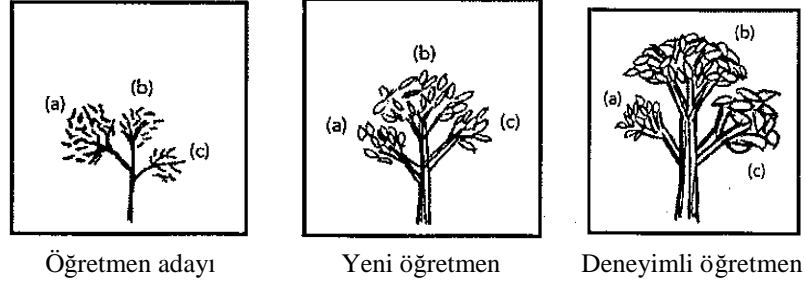
Sperandeo-Mineo vd. (2005), termal fizik olaylarını modellendirme konusunda 28 öğretmen adayının PAB'lerini nasıl geliştirdiklerini araştırmışlardır. Lisansüstü öğretmen yetiştirme programının 2. yılının ilk sömestri sırasındaki PAB gelişimini belirlemeyi amaçlayan çalışma maddenin makroskopik sıcaklık özellikleri, yorumlanması veya açıklanması gibi gözlenebilen olaylar arasındaki ilişkilere odaklanmaktadır. Adaylardan çalıştay sırasında öğrenci zorluklarını da kapsayan deneyimlerini dikkate alarak 2 ders saatini kapsayacak bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Özel durum yaklaşımının kullanıldığı çalışmada veri toplama araçları olarak adayların alan bilgilerinin değerlendirme

testi, adayların modellemelerindeki gelişimi gösterecek olan açık uçlu iki test, adayların çalışma kâğıtları ve deneysel materyalleri, 2 uygulama öğretmeni ve araştırmacının günlükleri kullanılmıştır. Öğretmen adaylarından gruplar halinde çalışmaları ve ortam dışında çeşitli ev ödevleri yapmaları istenmiştir. Uygulama öğretmenleri, konuyla ilgili öğrenici zorlukları ve anlaşılmayan noktaların olması durumunda nasıl bir öğretim yapılacağı konusunda adaylara rehberlik yapmışlardır. 2 deneyimli fizik öğretmeni olan uygulama öğretmenleri ve bir araştırmacı çalıştay sırasında öğretmen adaylarına katılmış ve araştırmacı çalıştayın tüm aşamalarını kaydetmiştir. Araştırmacılara göre, özel kavramlarda öğrenici zorlukları bilgisi ve konunun farklı sunumları bilgisindeki değişim PAB gelişiminin başlamasına katkı sağlamıştır. Çalışma sonuçları, adayların başlangıçta iyi seviyede alan bilgisine sahip olmalarına karşın, deneyleri planlama ve araştırma yapma gibi bazı konularda derin bilgi sahibi olmadıklarını, öğrenme-öğretme ortamının PAB'ın yapılanmasında etkili olduğunu, çalışma bağlamının adaylara daha önceden sahip olmadıkları şekillerde öğretim ve öğretimi planlama konusunda yardımcı olduğunu göstermektedir.

Suh (2005), kırsal bir bölgede ve sosyo-ekonomik düzeyi düşük etnik azınlıkların bulunduğu bir okulda fen öğretiminde bir ilköğretim öğretmenin PAB gelişimini araştırdığı çalışmasında, PAB'ın anahtar bir bileşeni olan bağlamsal bilgi üzerine odaklanmıştır. Çalışmada, PAB, KAB, pedagoji ve bağlam bilgisinin dönüşümü olarak tanımlanmıştır. Öğretmenin PAB gelişimini belirlemek için, öncelikle bu üç bilgi alanı açısından öğretmenin var olan PAB temelleri belirlenmiş, ardından bağlamsal bilgi ve diğer iki bilgi alanları arasındaki ilişki ve sınıf uygulamaları sırasında PAB gelişimi gözlenmiştir. Özel durum çalışması kullanılan araştırmada veriler, gözlem, doküman analizi ve mülakatlar yoluyla toplanmıştır. Bulgular üç bilgi temelini hangi şekilde bağlantılı olduğunu, öğretim süresince PAB olarak nasıl geliştirildiğini ve öğretmenin bağlamsal bilgisinin PAB gelişiminde ve şekillendirilmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Öğretmenin okuldaki test sistemi ve yönetim politikalarıyla ilgili bağlamsal bilgisinin, öğretimden önce plan yapma ve karar vermesini kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Öğretimi sırasında, öğretmenin, öğrencilerin sosyo-kültürel özelliklerine ilişkin bilgisinin öğrencilerin ihtiyaçları ve ilgilerine uygun kaynakları ve özel öğretim yöntemlerini belirlemesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Mulholland ve Wallace (2005), bir ilköğretim fen öğretmenin on yıllık bir zaman zarfı içerisindeki PAB gelişimini izledikleri çalışmalarında, öğretmen kariyerindeki üç

önemli ölçüt kabul edilen hizmet öncesi yılları, mesleğe yeni başladığı yıllar ve deneyimli öğretmen olarak kabul edilebilecek dönemlerindeki PAB gelişimini bilgi ağacı metaforunu (Şekil 4) kullanarak tanımlamaya çalışmışlardır. Ağaç metaforu, KAB'ın başlangıçta PAB'in en gelişmiş dalı olduğunu, sonraları PAB'in diğer dalları olan genel öğretim ve etkileşimli bilgi dalları (bağlam, öğretim yöntemleri, değerlendirme, program bilgisi vb.) tarafından gölgede bırakıldığını göstermektedir. Bununla birlikte, tüm ağaç dallarının temsil ettiği bilgi temellerinin, zamanla sağlam bir PAB ağacı oluşumuna katkıda bulunduğu ifade edilmektedir. Çalışmanın ilk aşaması, öğretmen yetiştirme programının 2 ve 3. yıllarında, ikinci aşaması, öğretmenin mezuniyeti sonrasında ve son aşama öğretmenin meslekteki 8 ve 9. yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış mülakatlar, katılımcı gözlem, günlükler ve alan notları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler, tümevarım analizi kullanılarak çözümlenmiş ve öğretmenin bilgi gelişimi KAB, genel öğretim ve etkileşim bilgisi olmak üzere üç bilgi alanı doğrultusunda tanımlanmıştır. KAB ile ilgili sonuçlar, öğretmen içeriği kontrol edebileceği bilgiye dayalı öğretim şeklini tercih ettiğini, öğretimin her aşamasında yazılı kaynakları kullandığını ve bu kaynakların öğretmenin alan bilgisinin kaynağını oluşturduğunu göstermektedir. Öğretmenin, başlangıçta derslerini kendi yeteneklerine göre düzenlerken, deneyim kazandıkça öğrenme sonuçlarına ve okul bağlamına uygun hale getirdiği, zamanla yeni program kaynaklarını kullanmada kendine daha fazla güvendiği belirtilmektedir. Genel öğretim bilgisi sonuçları ise, meslekteki ilk yıllarında öğretmenin bu bilgi temellerinin sınırlı olması nedeni ile uygulamalarının sınırlı olduğunu, başlangıçta grup çalışması yapmada zorluk yaşayan öğretmenin deneyim kazandıkça becerilerini geliştirdiğini ve on yılın sonunda bu bilgi temellerinin PAB'in en büyük ve en ayrıntılı bilgi temeli haline geldiğini göstermektedir. Etkileşimli bilgi temelleri sonuçlarına göre, öğretmenin deneyim kazandıkça öğrencilerin tepkilerini tahmin edebildiği, bu tahminlerinin çalışma gruplarını ayırıp düzenlemesine yardım ettiği ve öğrencileri ileride fen bilimleri ile ilgili çalışmaya motive ettiği belirlenmiştir. Şekil 4'te öğretmenin PAB gelişimini gösteren bilgi ağacı metaforunda (Şekil 4), (a) alan bilgisini, (b) genel öğretim bilgisini ve (c) etkileşim bilgisini simgelemektedir.



Şekil 4. PAB gelişimi metaforu

Çalışma sonunda oluşturulan metafora göre, KAB başlangıçta PAB'in en gelişmiş dalı olduğu, zamanla gelişen genel öğretim ve etkileşim bilgisinin gölgesinde kaldığı ancak öğretmenin PAB'ini temsil eden bilgi ağacının on yılda küçük bir fidandan gelişerek sağlam bir organizmaya dönüştüğü ifade edilmektedir. Öğretmenin KAB'ının sağlam olması ve alan deneyimini lisede yapması ilköğretim okuluna KAB'ın daha da güçlendirerek gelmesini sağlamış, okul ortamı ve var olan genel pedagojik bilgisi, konu alanı bilgisinin daha da gelişmesini sınırlandırmıştır. Yönetimi kolay olduğu için öğretmen merkezli dersleri tercih eden öğretmenin diğer bilgi temelleri güçlendikçe KAB yavaş da olsa yeniden güçlenmeye başlamıştır. Çalışma sonucunda ayrıca boyuna gelişimsel araştırmaların, bir öğretmenin PAB gelişimini ve gelişim kaynaklarını belirlemede önemli bir yöntem olduğunu gösterdiği belirtilmektedir.

Nilsson (2008), 4 ilköğretim öğretmen adayının PAB gelişimini araştırdığı çalışmada, adayların kendi öğretimlerine ilişkin yansıtıcı düşüncelerinin sahip oldukları KAB, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisi ile bu bilgi çeşitlerinin nasıl bütünleştirildiği ve öğretmeyi öğrenme sürecini nasıl etkilediğini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada öğretmen adayları bir yıllık zaman süresinde, haftada bir ortaöğretim öğrencilerine fizik öğretimi yapmışlar ve bu derslerin bazıları video ile kaydedilmiş, öğretmen adaylarına kendi uygulamaları izlettirilerek yansıtıcı düşünceleri alınmıştır. Katılımcı öğretmen adayları, alan bilgisi ve pedagojik eğitimlerini tamamlamış ve öğretmenlik uygulamalarını sürdüren adaylar arasından seçilmiştir. Adaylar, proje kapsamında öğretim yapacakları konuları kendileri seçmiş ve ders planlarını herhangi bir programa bağlı olmadan ikili gruplar halinde yapmışlardır. Adaylar öğretim yapacakları konuları, karmaşık ve zor olarak tanımladıkları, elektrik, mekanik, ısı ve ışık gibi fizik konularından seçmişler ve adaylara fikirlerini paylaşabilecekleri ve işbirliği yapabilecekleri ortamlar sağlanmıştır. Çalışma sonuçları, öğretmen adaylarının alan bilgisine ilişkin dersleri geçmelerine ve sunum

çeşitleri ve öğretim yöntemleri birikimleri olmasına karşın, alan bilgisindeki yetersizlikleri nedeniyle, bilgilerini sözel olarak ifade etme, günlük hayatla ilişkilendirmede zorluk, teorik bilgi ile günlük uygulamalar arasında bağlantı kurma gibi öğretimleri sırasında birtakım zorluklarla karşılaştıkları belirtilmektedir. Bu nedenle, bilgi bileşenlerinin birindeki gelişimin yeterli olmayabileceği, öğretmen yetiştirme programlarının bu bileşenleri belirleme, geliştirme ve dönüştürme süreçlerini dikkate almaları gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, öğretmen eğitimi uygulamalarının geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının öğretmeyi nasıl öğrendiklerini belirlemek için nitel araştırmaların yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Öğretmen yetiştirme programlarının KAB, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisinin ilişkilendirildiği özel dersler düzenlemeleri gerektiği ve öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarına ilişkin deneyimlerini ve yansımalarını paylaşmalarına olanak verilmesinin PAB'ı oluşturan bilgi temelleri arasındaki etkileşimin oluşmasına katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Henze vd. (2008), güneş sistemi modeli ve evren konusunda 9 deneyimli öğretmenin PAB gelişimlerini incelemişlerdir. PAB'ın öğretim yöntemleri, öğrenci zorlukları, değerlendirme ve programdaki amaçlar bileşenlerini kapsayan çalışmanın amacı, öğretmenlerin 3 yıllık bir zaman zarfı içerisinde PAB'larının nasıl geliştiğini incelemektir. Veriler, 5 farklı okulda çalışan ve deneyim yılı 8–26 yıl arasında olan 3 fizik, 3 kimya ve 3 biyoloji öğretmeniyle 2002–2004 yılları arasında her yılın ilk ayında yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlar yürütülerek toplanmıştır. Çalışma sonunda öğretmenlerin hepsinin başlangıçtaki bilgilerini zamanla genişlettikleri belirlenmiş ve iki çeşit PAB (A tipi ve B tipi) tanımlanmıştır. A tipi PAB, içerik modeline odaklanırken, B tipi PAB, içerik modeli, model üretimi ve modellerin doğası hakkında düşünmeye odaklanmaktadır. A tipi PAB'da öğretim yöntemleri ile ilgili bilgi daha fazla gelişmiş ve bu gelişim öğrencilerin yazılı sınav sonuçlarını yorumlamalarından ve grup çalışması raporlarından etkilenmiş olduğu belirlenmiştir. Bu tip PAB'da, öğretim amaçları bilgisinde önemli bir gelişme görülmediği, öğretim yöntemleri bilgilerinin zamanla geliştiği ve değerlendirme bilgilerinin ise büyük ölçüde değişmediği ifade edilmektedir. Ayrıca A tipi PAB'da bileşenler arasındaki etkileşim durgun iken, B tipi PAB'da bileşenler arası etkileşimin daha fazla olduğu, ancak B tipi PAB'da program bilgisinin değişmediği belirtilmektedir. A tipi PAB gelişiminin öğretmen merkezli ve B tipi PAB gelişiminin ise öğrenci merkezli olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak, öğretmenlerin PAB gelişimleri, başlangıçtaki pedagojik bilgileri, epistemolojik görüşleri ve KAB'larıyla ilişkili olduğu ifade edilmektedir.

Hanuscin vd. (2011) bilimin doğası konusunda üç ilköğretim öğretmenin PAB'ını Magnusson vd. (1999) tarafından kavramsallaştırılan çerçeveye göre üç yıl boyunca program, değerlendirme, sunum, öğrenci zorlukları bilgisi ile oryantasyon bileşenlerindeki gelişimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Mülakatlar, testler, gözlem ve derslerde ortaya çıkan ürünlerin veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmada, öğretmenlerin güçlü öğretim yöntemleri bilgisine sahip olmalarına karşın, değerlendirme bilgisi yönünden eksiklikleri olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, öğretmenlerin başlangıçta etkinliğe dayalı oryantasyon sergiledikleri ancak bu oryantasyonun sonradan araştırma oryantasyonuna dönüştüğü dolayısıyla oryantasyonların zamanla değişebileceği ifade edilmektedir. Öğretmenlerin öğretim uygulamalarında program bilgisini kullanmadıkları, değerlendirme bilgisindeki eksikliklerinin ise öğrenci zorluklarını belirlemelerine engel olduğu belirtilmektedir.

Buraya kadar PAB ile ilgili yapılan çalışmalar özetlendiğinde ortaya çıkan sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

1.6.9.3. PAB ve PAB Gelişimi ile İlgili Yapılan Çalışmaların Özeti

PAB ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, PAB'ın belirlenmesine ve gelişimine ilişkin çalışmalar olmak üzere bir önceki kısımda iki başlık altında incelenmiş ve bu çalışmalar, PAB bileşenleri, çalışma grupları, seçilen konu alanları ve araştırma yöntem ve teknikleri bakımından irdelenerek literatürden çıkartılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

PAB, yapısı gereği tanımlanması ve belirlenmesi kolay olmayan bir bilgi temeli olarak ifade edilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). Bu nedenle PAB ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir bölümünün öğretmenlerin mevcut PAB'ını belirlemeye yönelik olduğu görülmektedir (Counts, 1999; Halim ve Meerah, 2002; Loughran vd., 2004; Dani, 2004; Sarkim, 2004; Uşak, 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Shannon, 2006; Canbazoğlu, 2008; Käpyla vd., 2009; Kaya, 2009). Bu çalışmalarda, genellikle çoklu veri toplama tekniklerinin kullanıldığı özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır (Feiman-Nemser ve Buchmann, 1986; Feiman-Nemser ve Parker, 1990; Sickie vd., 1996; Veal vd., 1998; Tsangaridou, 2002; Lesniak, 2003; Dani, 2004; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Shannon, 2006; Lee ve Luft, 2008; Rollnick vd., 2008; Park ve Oliver, 2008). Abell (2008) şimdiye kadar yapılan PAB çalışmalarının tanımlayıcı olduğunu ancak öğretmenlerin PAB'larının belirlenmesi kadar öğretmenlerin ve öğretmen eğitimindeki önemli sorunların çözülmesine

katkı sağlayacak PAB gelişimini irdeleyen araştırmaların yürütülmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu gerekçeyle PAB ile ilgili yürütülen son çalışmaların PAB gelişimi ve bu gelişimi etkileyen faktörler üzerine odaklandığı belirlenmiştir (Veal vd., 1998; Van Driel vd., 2002; Lesniak, 2003; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Mulholland ve Wallace, 2005; Suh, 2005; Nilsson, 2008; Henze vd., 2008).

PAB gelişimi ile ilgili yapılan çalışmaların, genelde özel bir dersin, hizmet içi kursların ve ya ğretmen yetiştirme programlarının belli bir döneminin PAB gelişimine olan etkilerini ortaya çıkarmayı amaçladıkları görülmektedir (Van Driel vd., 2002; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Nilsson, 2008). Ancak ğretmenlerin mesleki gelişim süreçlerinde bazı dönemlerin ve uygulamaların PAB için ayrı bir önemi olduğu, bu dönemlerin ve uygulamaların etkilerinin belirlenmesi için gelişimsel (boyuna veya enine gelişimci araştırmalar) alışmaların yapılması gerektiği ifade edilmektedir (Mulholland ve Wallace, 2005; Henze vd., 2008; Abell, 2008). Boyuna gelişimsel araştırmaların yürütülmesine karşın (Mulholland ve Wallace, 2005; Henze vd., 2008; Hanuscin vd., 2011) az sayıda olduğu ve sınırlı katılımcı ile yürütüldüğü belirlenmiştir.

PAB ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların birçoğunda PAB'ın öğrenici zorlukları ve ğretim sunumları bileşenleri ile alan bilgisinin irdelendiği, değerlendirme bilgisi (Canbazoglu, 2008; Kaya, 2009; Hanuscin, 2011), amaçlar bilgisi (Sarkim, 2004; Henze vd., 2008; Kpyla vd., 2009; Jang vd., 2009) veya program bilgisi (Sarkim, 2004; Monet, 2006; Hanuscin vd., 2011) şeklindeki diğer bileşenlerin bazı çalışmalarda irdelendiği belirlenmiştir. Öğretmen oryantasyonlarının Magnusson vd. (1999) tarafından PAB bileşenini olarak kabul edilmesinden sonra, oryantasyonların ğretmenlerin PAB'larının niteliğini belirlemede etkisi olması ve bu bileşene ilişkin çalışmaların az sayıda olması (Kpyla vd., 2009; Hanuscin, 2011), oryantasyon bileşenini de kapsayan PAB çalışmalarının yürütülmesini gerektirmektedir (Abell, 2008). Program bilgisi ve değerlendirme bilgisi bileşenlerinin, ğretmen yetiştirme programlarından ziyade okul bağlamında gelişeceği, ğretim sunumları bilgisinin ise ğretmen yetiştirme programları öncesinde ve sırasında gelişiminin daha fazla olacağı ifade edilmektedir (Davis, 2003; Kpyla vd., 2009).

Özel konuların ğretimi bilgisi anlamına gelen PAB ile ilgili çalışmaların genellikle kimya ve biyoloji alanlarında olduğu, fizik alanında yapılan çalışmaların ise ısı, madde ve özellikleri, ışık, hız, kuvvet, doğrusal hareket, ivme ve mekanik dalgaları gibi konularda olduğu belirlenmiştir. Ancak PAB'ın konuya özel olması ve her konu için farklılık

göstermesi, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının farklı konularda farklı PAB'a sahip olacakları anlamına gelmektedir (Lee ve Luft, 2008). Çalışmalar, PAB'ın konuya özel farklılık göstermesinin nedenini, her konuda öğrenci yeterlikleri, önbilgileri ve zorluklarının farklı olması şeklinde açıklamaktadırlar. Bu nedenle, 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).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırma örneklemini ya sadece öğretmen adaylarının ya da sadece öğretmenlerin oluşturduğu ve nitel çalışmaların az sayıda katılımcı ile yürütüldüğü dikkati çekmektedir. Bu nedenle, öğretmen adayları ve öğretmenlerin PAB'ları ve gelişimlerini irdeleyen hem öğretmen-öğretmen adayı hem de öğretmenlerin kendi arasında karşılaştırmalı çalışmaların yetersiz olduğu ifade edilmekte ve bu tür çalışmaların yapılması önerilmektedir (Abell, 2008).

PAB, KAB'ın öğrenici özelliklerine göre düzenlenerek sunulmasını kapsayan bir dönüşümü ifade ettiğinden, KAB'm, PAB ile ilgili çalışmalarda önemli yeri olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalarda (Hashweh, 1987; Even, 1993; Johnston ve Ahtee, 2006; Rollnick vd., 2008) çoğunlukla KAB'ın, PAB veya PAB gelişimine etkisi üzerinde durulduğu belirlenmiştir. PAB'ın bir bileşeni olarak, KAB'ın PAB içerisindeki gelişimini inceleyen çalışmaların az olduğu (Mulholland ve Wallace, 2005) ve KAB gelişimi ile ilgili yapılan çalışmaların ise sadece KAB'ı kapsadığı görülmektedir (Arzi ve White, 2008; Kind, 2009). Yapılan çalışmalar, KAB'daki gelişimin veya değişimin PAB'daki değişime doğrudan etki ettiğini ve bundan dolayı KAB'm bir PAB bileşeni olarak ele alındığı PAB gelişim çalışmalarının yapılması gerektiğini ortaya çıkartmaktadır (Shulman, 1999).

PAB ile ilgili yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak ilköğretim öğretmenlerinin PAB'ları veya PAB gelişimleri üzerine olduğu dikkati çekmektedir (Feiman-Nemser ve Buchmann, 1986; Carpenter vd., 1988; Tsangaridou, 2002; Suh, 2005; Mulholland ve Wallace, 2005; Uşak, 2005; Johnston ve Ahtee, 2006; Nilsson, 2008; Henze vd., 2008; Canbazoglu, 2008; Kaya 2009; Akkoç ve Yeşildere, 2010; Hanuscin vd., 2011). Yapılan çalışmalar ayrıca, ilk ve ortaöğretim öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının sahip oldukları oryantasyonlar, sunum çeşitleri bilgisi ve KAB bakımından farklılık gösterdiklerini ortaya koymaktadır. İlköğretim öğretmenleri ve öğretmen adayları KAB bakımından ortaöğretim öğretmen ve öğretmen adaylarına göre sınırlı bilgiye sahipken, sunum çeşitleri bilgisi bakımından ağırlıklı olarak etkinliğe dayalı öğretim

gerçekleştirmekte ve öğrenci merkezli oryantasyonlar sergiledikleri ifade edilmektedir (Käpyla vd., 2009). Ortaöğretim öğretmen ve öğretmen adaylarının yukarıda ifade edilen PAB bileşenleri bakımından farklılıklarından dolayı, ilköğretim öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan PAB belirleme ve gelişim çalışmalarının, ortaöğretim öğretmen adayı ve öğretmenlerinin PAB ve gelişimlerini açıklayabilecek durumda olmadığı ve bu seviyede öğretmen ve öğretmen adayları ile ilgili PAB belirleme ve özellikle gelişim çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Appleton, 2002; Abell, 2008).

Bu bölümde, araştırmanın problem durumu, gerekçesi, önemi, amacı, sınırlılıkları ve konu ile ilgili yapılan çalışmalar sunulmuştur. Bir sonraki bölümde ise araştırmanın tasarlanması, yöntemi, kullanılan veri toplama araçları, özellikleri, araştırmada nasıl kullanıldığı ve verilerin nasıl analiz edildiğine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, fizik öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin Elektrik ve Manyetizma ünitesine ilişkin Pedagojik Alan Bilgilerini ve gelişimleri belirlemeye yönelik PAB testi geliştirilerek uygulanmış ve öğretim uygulamaları gözlenmiştir. Bu bölümde araştırmanın yöntemi, örnekleme, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, verilerin analizi ile geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Tasarlanması

Öğretmenlerin, alan bilgisini öğrencilerin anlayabilecekleri şekle dönüştürme bilgisi olan PAB'a sahip olması beklenmektedir. Bu amaçla eğitim fakültelerinde, öğretmen adaylarının istenen yeterliklere ulaşmaları için bilgi temellerini kapsayan çeşitli reformlar yapılmıştır. Ancak yapılan çalışmalar, eğitim fakültelerinden mezun olan öğretmen adaylarının ve hatta öğretmenlerin alan bilgisini öğrenci için dönüştürme (PAB) ve öğrenciye aktarma konusunda problemler yaşadıklarını ortaya koymuştur (Feiman-Nemser ve Parker, 1990; Halim ve Meerah, 2002; Dani, 2004; Canbazoglu, 2008). Bu nedenle, öğretmen adaylarının PAB'ını nasıl geliştirdiklerini, gelişimlerini etkileyen faktörlerin neler olduğunu, PAB'ın bileşenleri arasındaki ilişkilerin nasıl değiştiğini, öğretimi nasıl etkilediğini anlamanın, yeni düzenlemelerin planlanmasında ve uygulamasında önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. PAB, öğretmenlerin ne bildiği ve uyguladığıyla ilgili yapılan çalışmalarda üç yaklaşımdan biri olarak görülmektedir (Mulholland ve Wallace, 2005). Diğer iki yaklaşım ise, uzman-acemi çalışmalarını ve öğretmen düşüncesini kapsayan bilgi süreç ve öğretmenlerin uygulama bilgisi yaklaşımlarıdır (Mulholland ve Wallace, 2005). Bu çalışmada, PAB gelişimini incelemek için üç yaklaşımı da kapsayan gelişimsel araştırma yöntemi kullanılmıştır.

Abell (2008), PAB ile ilgili çalışmaların tasarlanması aşamasında araştırmacıların dikkate alması gerekenleri aşağıdaki gibi ifade etmektedir.

1. Yapılan çalışmalarda genelde özel durum yaklaşımı kullanılmıştır. Diğer araştırma tasarımları ne(ler) olabilir? Bu tasarımlar fen öğretmenlerinin bilgileri ile ilgili araştırmalara ne katkı sağlar?

2. Öğretmen bilgisini anlamaya yardımcı olacak ne tür verileri toplarız? Mülakatlar yeterli midir? Sınıf gözlemlerini eklemenin değeri nedir? Diğer veri toplama araçları faydalı mıdır? Yeni teknolojiler, öğretmenin o anda kullandığı PAB'ını yakalayacak verilerin toplanmasında nasıl yardımcı olabilir?
3. Öğretmen bilgisi ile ilgili verileri kimden toplarız? Öğretmenlere bilgi gelişimleri ile ilgili soru sormak yeterli midir ve ya uygulama öğretmenlerine, öğrencilerine de soru sormalı mıyız?
4. PAB'a bireysel mi grup seviyesinde mi sahip olunduğunu varsayarız?
5. Öğretmen bilgisi ile ilgili verileri ne zaman toplarız? PAB'daki kaymaların sergilenebildiği kritik anlar nelerdir?

PAB ile ilgili çalışmaların tasarlanmasında, dikkate alınması gereken bu noktaların yanında PAB ile ilgili çalışmalar, PAB'ın tanımlanması ve değerlendirilmesi ile ilgili birçok zorluğun olduğunu göstermektedir. PAB'ı değerlendirmede tanımlanan zorlukların nedenlerinden biri, PAB'ın içsel bir bilgi inşası olmasından dolayı doğrudan gözlenememesidir (Baxter ve Lederman, 1999). Baxter ve Lederman'a (1999) göre, bir öğretmenin en iyi örnekler bilgisiyle ilgili çalışmalar yapılırken, sadece gözlemsel verilere güvenilmemelidir. Çünkü bir öğretmen belli bir konunun öğretimi sırasında, örnekler birikiminin sadece küçük bir kısmını kullanabilmektedir. Bu nedenle gözlemciler, öğretmenin kullanmamaya karar verdiği örnekleri göremeyebilir. Ayrıca, bir gözlem, bir öğretmenin niçin bazı örnekleri kullanmaktan kaçınırken, diğerlerini kullanmayı seçtiğini açığa çıkarmayacaktır. Gözlemler, PAB ile ilgili sadece sınırlı bir görüş sağlayacağından öğretmenlere bilgilerini açıkça ifade etmeleri için sorular sorulması gerekmektedir. Ancak, PAB'ı ortaya çıkarmak için iyi teknikler tasarlanıp uygulansa bile, bu bilgiyi doğru bir şekilde belirlemenin zor olduğu, öğretmenlerin düşünce ve inançlarını ifade etmede konuşmayı tercih etmedikleri ve popüler olmayan düşünceleri ifade etmekten çekindikleri belirtilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). PAB'ın belirlenmesinde kullanılan veri toplama tekniklerinin diğer bir zorluğu, genel olarak geliştirilmesi, uygulanması ve verilerin analiz edilmesinin çok zaman alıcı olmasıdır. PAB değerlendirmelerinin çoğu, doğası gereği nitel olduğundan (Baxter ve Lederman, 1999) analiz edilmesi fazlasıyla uzun transkriptler çıkaran mülakatlar ve gözlemler (Hashweh, 1987) ile kodlama sistemlerini içeren yorumlar gerektiren kavram haritaları (Uşak, 2005) gibi bilişsel tekniklere dayanan nitel değerlendirmelerdir. Bununla birlikte, son zamanlarda, öğretmen yetiştirme ile ilgili yapılan çalışmalara yön vermesi bakımından nicel veri toplama teknikleri de nitel veri

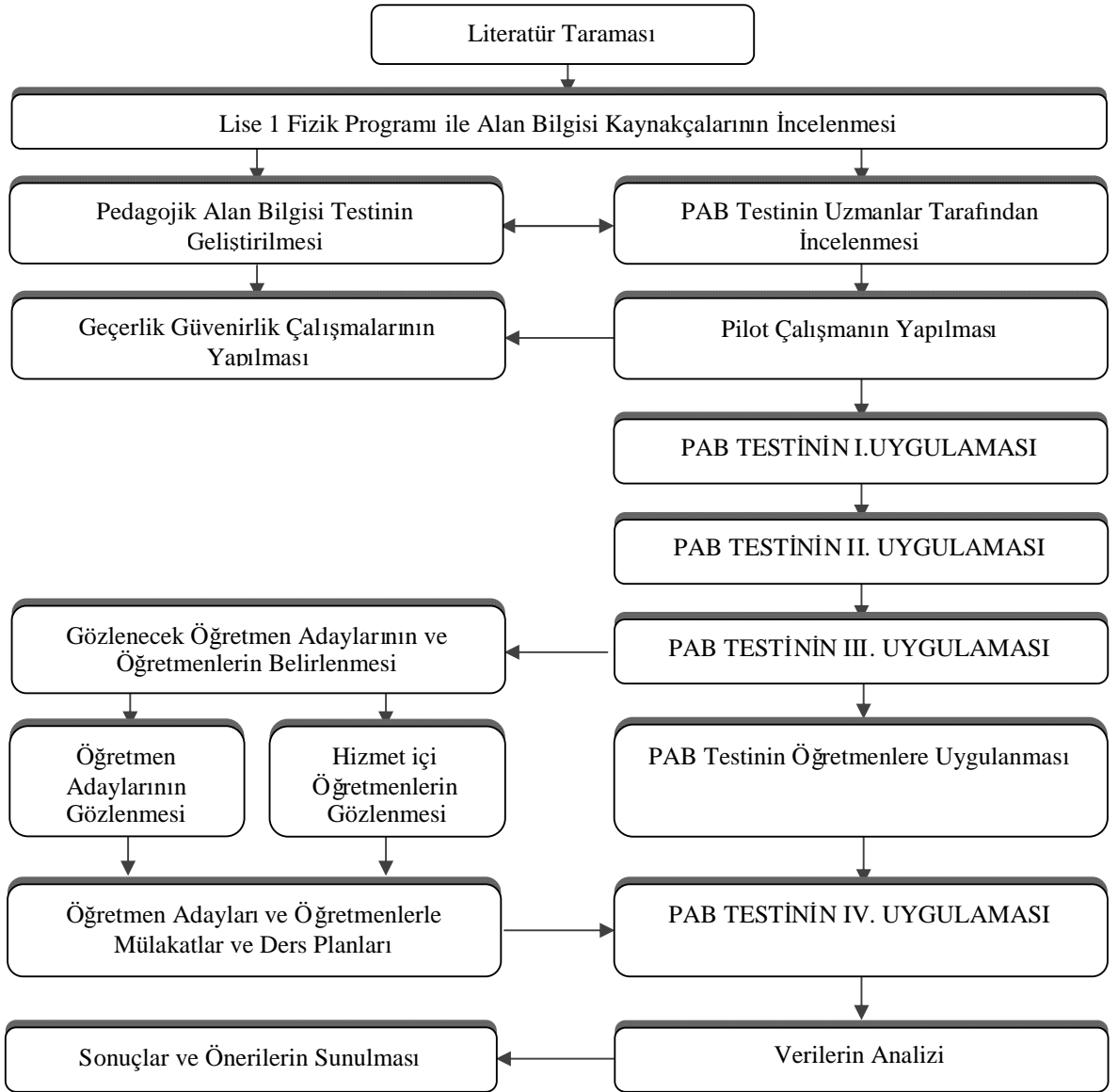
toplama teknikleri ile beraber PAB çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Jang vd. (2009) ve Tuan vd. (2000) lise öğrencilerinin kendi öğretmenlerinin PAB'ı değerlendirmeleri ile ilgili çalışmalarında Likert tipi sınıflandırma gerektiren ölçme araçları geliştirip kullanmışlardır. PAB'ı değerlendirmede kullanılan teknikler toplayıcı ve çıkarımsal, kavram haritaları, kart sınıflamaları ve betimsel sunumlar ile çoklu-metot değerlendirmeleri olmak üzere 3 grupta toplanmıştır. Toplayıcı ve Çıkarımsal (Convergent ve Inferential) Teknikler, belli cevabı olan Likert tipi çoktan seçmeli maddeler ve kısa cevaplı formatları kapsamaktadır. Bu metotlar yaygın olarak inançları ve davranışları değerlendirmede kullanılmakta (Abd-El-Khalick ve BouJoude, 1997; Gess-Newsome vd., 1993; Lederman vd., 1994), öğretimde öğrenme gerçekleştiği sırada, özel içerik ve bağlama dayalı PAB'ın gözden kaçırabileceği düşünüldüğünden eleştirilmektedir. Bu tür ölçeklerin, her ne kadar geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış olsa da (Jang vd., 2009) öğretmenlik mesleğinde büyük bir önemi olan öğretim becerilerini ve bu becerilerin sunumunu ölçmede yetersiz olmasından dolayı eleştirilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). Kavram haritaları, kart sınıflamaları ve betimsel sunumlar tekniği, kavram haritaları ile anahtar terimlerin sunulması ve bu terimlerin arasındaki ilişkilerin betimlenmesi yardımıyla bilgi yapılarının ölçülmesini kapsamaktadır. Kavram haritalarının kısa süreli değişimleri ölçmede kullanılması önerildiğinden PAB'ı anlamada çok az değeri olacağı belirtilse de (Baxter ve Lederman, 1999) öğretmen adaylarının mevcut PAB'ını belirlemede kullanan araştırmacılar da (Uşak, 2005) bulunmaktadır. Kavram haritalarının kullanılması ile ilgili eleştiriler, öğretmenlerin sahip oldukları bilgilerin gerçekte ne olduğunu belirlemekten çok sadece ilişki kurulan veya kurulması istenen kavramlar arasında ifade edilen bilgiler belirlenebilmekte ve böylece kavram haritaları öğretmen bilgilerini belirlemede sınırlılık oluşturmaktadır (Baxter ve Lederman, 1999). Çoklu-metot Değerlendirmeleri ise PAB çalışmalarının çoğunda kullanılan en yaygın tekniklerdir. Bu çalışmalarda, veri toplamada mülakatlar, kalem-kâğıt kullanılan ölçekler, gözlemler, günlükler ve video kayıtları (Smith ve Neale, 1989; Hashweh, 1987; Monet, 2006) gibi çok çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Araştırmacılar bu çoklu kaynaklardan elde ettikleri verilerle üçgenleme yaparak bir öğretmenin PAB'ının genel bir görünümünü çıkarmaktadırlar. İlk defa Hashweh (1987) tarafından kullanılan çoklu teknikler düzeni PAB ile ilgili zengin bir görüş sağlamak ve çoklu veri kaynaklarının önemini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Ancak Hashweh'in kullandığı tekniklerin zor ve yük getirici olmasından dolayı çalışmanın tekrar edilmesi problem oluşturduğu düşünülmektedir

(Baxter ve Lederman, 1999). Yine de Hashweh'in çalışmasının, PAB'ın genel bir profilini oluşturmayla ilgili zor kararları vermede hangi veri kaynaklarına ihtiyaç duyulacağı konusunda fikir vermesi bakımından önemli olduğu ifade edilmektedir. Sadece mülakat ve videoteyp kaydının kullanılmasıyla ilgili endişeler ise, analizin çok zaman almasıdır. Diğer bir endişe ise, mülakatların belli bir kurala dayalı olarak nasıl yürütüleceği ve analizinin nasıl yapılacağına açık olmaması ve dolayısıyla öğretmenlerin PAB'ının belirlenmesinde standartların oluşmamasıdır. Sonuç olarak çoklu-metot değerlendirmelerinin tanımları ne basit ne de açık bir PAB değerlendirmesi önermektedir (Baxter ve Lederman, 1999). PAB'ın doğası gereği belirlenmesinin güç olması ve çoklu veri toplama tekniklerinin önerilmesi nedeniyle bu çalışmada çoklu veri toplama teknikleri kullanılmıştır. PAB ile ilgili yapılan çalışmaların örneklem ve yöntem özelliklerini Tablo 3'de özetlenmiştir:

Tablo 3. PAB ile ilgili yapılan araştırmalarda yöntem ve örneklem

Araştırmacı	Ülke	Örneklem	Yöntem/Teknikler
Feiman-Nemser ve Buchmann (1986)	ABD	2 İlköğretim öğretmen adayı	Durum (örnek olay) çalışması
Hashweh (1987)	ABD	3 biyoloji ve 3 fizik öğretmeni	Görüşme (mülakat)
Gudmundsdottir (1990)	Norveç	4 deneyimli ortaöğretim Öğretmeni	Durum (Örnek Olay) Çalışması
Feiman-Nemser ve Parker (1990)	ABD	2 okula yeni başlamış ve 2 mezun 4 öğretmen adayı	Durum (Örnek Olay) Çalışması: Görüşme (mülakat)
Even (1993)	İsrail	162 ortaöğretim öğretmen adayı	Açık-uçlu sorular, Görüşme (mülakat)
Sickle, Dickman ve Bogan (1996)	ABD	Ortaöğretim fen Öğretmenliği öğrencisi	Çoklu Durum Çalışması: Görüşme (mülakat), dokümanlar ve ders Planları
Veal vd. (1998)	ABD	2 ortaöğretim kimya öğretmen adayı	Durum (Örnek Olay) Çalışması:
Tuan vd. (2000)	Tayvan	1879 Tayvan, 1081 Avustralya lise öğrencisi	Likert-tipi ölçek
Tsangaridou (2002)	Mısır	1 beden eğitimi ilköğretim öğretmeni	Özel durum çalışması: Mülakat, gözlem, doküman analizi (günlükler)
Halim ve Meerah (2002)	Malezya	12 fizik öğretmen adayı	Anket ve Mülakat
Gödek (2002)	İngiltere	Öğretmen adayları, yeni öğretmenler ve uygulama öğretmenleri	Mülakat, test
Lesniak (2003)	ABD	2 ortaöğretim fen öğretmeni	Karşılaştırmalı özel durum: Yazılı çalışmalar, gözlem, mülakat,
Sarkim (2004)	Endonezya	2 yeni ve 2 deneyimli fizik öğretmeni	Gözlem ve mülakat
Dani (2004)	ABD	2 ortaöğretim fen öğretmeni	Özel durum: Gözlem, mülakat, sınıfta yapılan ürünler
Loughran vd. (2004)	Avustralya	50 fen öğretmeni	Boylamsal çalışma
Sperandeo-Mineo vd. (2005)	İtalya	28 fizik öğretmen adayı	Çoklu özel duru çalışması: Test, çalışma kâğıtları, deney materyalleri (dokümanlar) gözlem, günlükler
Suh (2005)	A.B.D	1 ilköğretim öğretmeni	Mülakat, gözlem, doküman analizi,
Johnston ve Ahtee (2006)	İngiltere	89 Finlandiya, 98 İngiltere ilköğretim öğretmen adayı	Test, mülakat, gözlem
Shannon (2006)	A.B.D	4 kimya öğretmeni	Özel durum çalışması: Mülakat, kavram haritası, çalışma yaprakları
Nilsson (2008)	İsveç	4 matematik öğretmen adayı	Gözlem, mülakat,
Van Dijk (2009)	Almanya	9 Biyoloji öğretmeni	Mülakat
Henze vd. (2008)	Hollanda	9 Deneyimli fen öğretmeni (3 fizik, 3 kimya, 3 biyoloji)	Yarı-yapılandırılmış mülakat,
Padilla (2008)	Arjantin	4 kimya profesörü	Mülakat
Park ve Oliver (2008)	A.B.D	3 deneyimli kimya öğretmeni	Çoklu özel durum çalışması: Gözlem, mülakat, ders planları, yazılı fikirler, öğrenci dokümanları, alan notları
Rollnick vd. (2008)	Güney Afrika	2 deneyimli kimya öğretmeni	Özel durum çalışması (Mülakat, Gözlem, Doküman Analizi)
Kaya (2009)	Türkiye	216 fen öğretmen adayı	Açık uçlu anket
Käpyla vd. (2009)	Finlandiya	10 ilköğretim 10 ortaöğretim biyoloji öğretmen adayı	Ders planları, test, mülakat

Tabloya bakıldığında PAB ile ilgili çalışmaların çoğunda çoklu metotların kullanıldığı görülmektedir. Çoklu metotların kullanılmasının PAB hakkında gerçekçi sonuçlara ulaşmada daha yararlı olacağı önerildiğinden, bu çalışmada açık uçlu testler, gözlemler, informal mülakatlar ve ders planları gibi çoklu metotların kullanılmasına karar verilmiştir. Katılımcıların KAB ve PAB gelişimlerini belirlemek için açık uçlu sorulardan oluşan PAB testi (Ek.1) geliştirilmiş, öğretim uygulamaları sırasında sergiledikleri PAB'larını belirlemek için gözlemler, davranışlarının arkasındaki nedenleri anlayabilmek için ise mülakatlar ve ders planlarının kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan çalışmaların tasarlanması ve yürütülmesine ilişkin akış şeması Şekil 5'de yer almaktadır.



Şekil 5. Tezin akış şeması

2.2. Araştırmanın Yöntemi

Sosyal bilimlerde yapılan araştırmalarda, sosyal gerçekliklere bakış açısından dolayı farklı kabullenmeler yapılmaktadır (Hitchcock ve Hughes, 1989). Sosyal gerçekliklere ilişkin ontolojik kabuller, sosyal gerçeği birey(ler)den bağımsız olarak var kabul eden realist ve sosyal gerçeği birey(ler)e bağımlı olarak sosyal ortam içerisinde birlikte inşa edilen anlamlandırmalar olarak kabul eden nominalist olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Cohen ve Manion, 1994). Araştırmalar aracılığıyla bilgiye ulaşma ve kanıt gösterme yolları olan epistemoloji, elde elden bilginin bilgi olarak kabul edilebilmesi için görüş ve gerekçeler sunmaktadır (Blaikie, 1993; Usher, 1996; Hofer ve Pintrich, 1997).

Temelleri ontolojik ve epistemolojik kabullere dayalı inanç sistemleri olan paradigmlar, dünyayı algılamada insanların kabul ettiği doğrular sistematığı olarak tanımlanmaktadır (Guba ve Lincoln, 1994; Thomas, 1998). Sosyal gerçeğe ilişkin bilgiye ulaşım ortaya çıkarmada pozitivist ve post-pozitivist paradigmlar nitel ve nicel olmak üzere farklı metodolojik yaklaşımları öngörmektedir (Glesne ve Peshkin, 1992; Walker ve Evers, 1994). Pozitivist epistemoloji, zaman ve mekândan bağımsız olarak değerlendirilebilecek genel kurallar oluşturmayı amaçlarken, post-pozitivist epistemolojide bulgular belli bir zaman diliminde ve mekâna ait olarak değerlendirilmelidir. Sosyal bir araştırmacı, araştırmalarında günlük hayatın içine girerek, ilişkili toplum tarafından sosyal olarak inşa edilen anlamları keşfeder ve bilimsel bir dil içerisinde yeniden yapılandırır. Epistemolojik ve ontolojik farklılıklar, araştırmalarda metodolojik farklılıkları da beraberinde getirmektedir. Metodoloji, araştırmaların nasıl devam etmesi veya ettirilmesi gerektiğinin analizidir. Metodolojinin amacı, sadece araştırmacının bulgularını değil, araştırma sürecini de anlamalarına yardımcı olmaktır (Cohen ve Manion, 1994). Dolayısıyla metodoloji, teorilerin nasıl oluşturulduğunu ve sınıdığını, ne şekilde bir mantık kullanıldığını ve hangi kriterlerin yeterli olduğunu, özel bir araştırma problemi ile teorinin nasıl ilişkilendirilebileceğine ilişkin tartışmaları kapsamaktadır (Blaikie, 1993).

Bu çalışmada, öğretmen adayları ve öğretmenlerin deneyimlerinden gelen PAB'larının belirlenmesi ve gelişimlerinin değerlendirilmesi araştırmanın merkezinde olduğu için ve katılımcıların PAB yapıları bireysel olarak inşa edildiği ve bunun ortaya çıkartılması veya belirlenmesinin post-pozitivist paradigma ışığında nitel yaklaşımla daha uygun olacağı düşünülmüştür.

2.2.1. Nitel Araştırma Yaklaşımı

Nitel araştırmacılar genellikle araştırdıkları çevrelerin betimlemesini yapmayı amaçlamaktadır (Kuş, 2003). Betimlemeli çalışmalar ise bir durumu aydınlatmak, değerlendirmek ve olaylar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için yürütülmektedir (Çepni, 2007). Bu çalışma, nitel yaklaşıma uygun olarak yürütülmüş ve araştırma yöntemi olarak araştırılan konuya en uygun olduğu düşünülen betimsel gelişimci araştırma yöntemi seçilmiştir. Çünkü bu araştırma yöntemi, hem verilen bir durumda değişkenler arasındaki şimdiki ilişkilerinin ne olduğunu tanımlamakta hem de zamanın bir fonksiyonu olarak bu ilişkilerde meydana gelen değişikliklerin açıklamasını yapmaktadır (Cohen ve Manion, 1994). Gelişimci araştırmalar tanımlayıcı bir özelliğe sahip olduğundan ne idi, ne oldu gibi soruları araştırmaktadır. Genellikle de bireyleri, toplulukları, kurumları metotları veya materyalleri karşılaştırmak, tanımlamak, sınıflamak, benzerlikleri veya farklılıklarını anlamak, analiz etmek ve analiz sonuçlarını yorumlamak için yapılmaktadır (Çepni, 2007). Gelişimci araştırma, araştırmacılar için yoğun iş anlamına gelse de bir öğretmen yetiştirme programı boyunca ve deneyime paralel olarak öğretmen bilgi gelişimini anlamamıza yardımcı olmaktadır (Abell, 2008).

Literatürde yeni öğretmenlerin bilgi yapıları arasındaki ilişkileri ve gelişimlerini değerlendirmek veya PAB gelişimlerini izlemek için genelde boyuna nitel çalışmalar yürütülmekte ve yürütülmesi önerilmektedir (Sickle, Dickman ve Bogdan, 1996; Angel vd., 2005; Friedrichsen ve Dana 2005). Öğretmen gelişimi ile ilgili uzun süreli çalışmaların sayısının az olmasının nedenleri arasında, örneklemin yıpranması ve özellikle alanda uzman olması beklenen tecrübeli öğretmenlerin mesleki kimliklerine saygısızlık gibi algılanabilecek tekrarlı araştırmalara karşı hassasiyetleri gösterilmektedir (Arzi ve White, 2008). Ayrıca hizmet öncesi öğretmen eğitim programlarında bu tür çalışmaların yürütülmesi araştırmacılar için çok fazla güçlük çıkartmazken, çalışan tecrübeli öğretmenlerle işbirliğinin sağlanmasının ve sürdürülmesinin zor olduğu vurgulanmaktadır (Arzi ve White, 2008).

Bu çalışma, iki farklı grubun PAB'lerini incelemektedir. Boyuna gelişimci araştırma yönteminin kullanıldığı birinci gruba yürütülen çalışmalar, öğretmen adaylarının alan eğitimi derslerini almaya başlamalarından mezun oluncaya kadar geçen zaman dilimini kapsarken, deneyimli öğretmenlerin yer aldığı ikinci gruba yürütülen çalışmalar ise elektrik ve manyetizma ünitesinin müfredat programında yürütüldüğü zaman aralığını

kapsamaktadır. Öğretmenlerin hizmet öncesinde ve hizmet içinde PAB'larının incelendiği çalışmalarda her ne kadar gelişimci boyuna araştırmalar kullanılıyor ve öneriliyor ise de, literatürde bu tür çalışmaları yürüten araştırmacıların karşılaşılabileceği birçok güçlüğün olabileceği vurgulanmaktadır. Boyuna çalışmaların zayıf yönleri ve sınırlılıkları çok uzun süre alması, ekonomik bir araştırma türü olmaması, örneklemin sürekliliğinin sağlanamaması, zamanla örneklemin araştırma konusuna karşı ilgisinin azalması, çalışma grubundan ayrılmak istemesi ve takip edilen örneklemin evreni temsil etme gücünün zayıf olması şeklinde açıklanmaktadır (Cohen ve Manion, 1994).

Bütün bu güçlüklere rağmen, öğretmen adaylarının PAB'larının gelişimini incelemek için en uygun yöntemin boyuna gelişimci araştırma yöntemi olduğu düşünülmüş ve bu araştırmada bu yöntem tercih edilmiş ve kullanılmıştır.

2.3. İdari Düzenlemeler

Öğretmen adayları ve öğretmenler ile ilgili çalışmaların, öğretim sırasında yürütülebilmesi için Milli Eğitim Bakanlığı'ndan (MEB) izin alınması gerekmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama okulları ve öğretmenlerin çalıştıkları okul isimleri ile kullanılacak veri toplama araçlarının yer aldığı yazılı başvuru KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Başkanlığı aracılığıyla Trabzon İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne yapılmıştır. Milli Eğitim Müdürlüğü'nce yapılan değerlendirme sonucunda Trabzon'da belirlenen okullarda çalışmaların yürütülebilmesi için MEB'den gerekli izin alınmıştır (Ek.2).

2.4. Katılımcılar

PAB gelişimi ile ilgili derinlemesine inceleme fırsatı sunan tek kişilik örneklemelerin seçildiği çalışmalarda (Counts, 1999; Suh, 2005; Mulholland ve Wallace, 2005) tek bir birey üzerine yoğunlaşmanın bireyler arası benzerlik ve ayrılıkları belirleyemeyeceği düşünüldüğünden (Rosebery ve Puttick, 1998), iki (Lesniak, 2003; Veal vd., 1998), dört (Veal, 1998) veya daha fazla katılımcının dahil edildiği (Henze vd., 2008; Sperandeo-Mineo vd., 2005) PAB çalışmaları yapılmaktadır. Buradan da görüleceği gibi PAB ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıda katılımcılar ile yürütülmektedir. Bu çalışmada, özellikle

katılımcılar arasındaki farkları ve benzerlikleri belli bir süreç içerisinde takip edip belirlemeye çalışmak araştırmanın hedefine uygun olduğu için yukarıda verilen çalışmalara göre görece daha fazla sayıda katılımcı ile çalışılmasına karar verilmiştir.

Araştırmanın katılımcılarını, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği programına, alan bilgisi eğitimini tamamlamış ve 2007–2008 bahar döneminde eğitim fakültesinde alan eğitimi derslerine 2008–2009 güz ve bahar dönemleri süresince devam eden gönüllüğü esas alınan 6 öğretmen adayı ile Trabzon il merkezi ve ilçelerinde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı çeşitli liselerde görev yapan 6 öğretmen oluşturmaktadır. Ancak, dört uygulamada da PAB testi aracılığı ile veri toplanan 13 öğretmen adayının sadece alan bilgisi kısmına ait elde edilen veriler çalışmaya dâhil edilmiştir. PAB'ın diğer bileşenlerine ilişkin, ders planları ve derslerinin gözlenmesi mümkün olmayan adaylar için PAB testinde var olan diğer kısımlardan elde edilen verileri de değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bunun nedeni, daha önce de ifade edildiği gibi PAB'ın belirlenmesinde önerilen ve bu çalışmada kullanılmasına karar verilen çoklu veri toplama tekniklerinin bu adaylar için uygulanabilir olmamasıdır.

Bu çalışma her ne kadar boyuna gelişimci bir çalışma olsa da, öğretmen adaylarının mezun olduktan sonra öğretmen olmalarının zor olması ve öğretmen olmaları durumunda da Trabzon ilinde çalışma olasılıklarının düşük olması nedeniyle, öğretmen adaylarının devamı olarak öğretmenlerin çalışmaya dâhil edilmesine karar verilmiştir. Trabzon ili içerisinde mesleki deneyimi en az olan öğretmenlerin çalışmaya dâhil edilmesi planlanmış ancak mesleki deneyimi 6 yıldan az olan öğretmenin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bunun üzerine 6 yıllık deneyime sahip olan 2, 9 yıllık deneyime sahip olan 2 ve 17 yıllık deneyime sahip olan 2 öğretmen gönüllülükleri esas alınarak katılımcı olarak seçilmiştir. Arzi ve White (2008) fen öğretmenlerinin alan bilgileri ile ilgili yapılan boyuna çalışmaların genelde hizmet öncesi ve deneyimli öğretmenlerden elde edilen veriler arasında karşılaştırmalar yapılarak yürütüldüğünü belirtmektedir. Bu anlamda öğretmen adaylarından elde edilen veriler ile öğretmenlerden elde edilen verilerin karşılaştırılması aracılığıyla PAB gelişimleri hakkında yorum yapılabileceği düşünülmüştür. Çalışmanın örneklemini oluşturan öğretmen adaylarının özellikleri Tablo 4 ve öğretmenlerin özellikleri Tablo 5'de yer almaktadır.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Özellikleri

Öğretmen Adayı	A ₁	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
Mezun olunan lise tipi	Anadolu Öğretmen Lisesi	Anadolu Lisesi	Süper Lise	Süper Lise	Anadolu Lisesi	Düz Lise
Program dışı öğretim deneyimi	Halk oyunları öğretmenliği	Özel ders	---	Özel ders	---	Özel ders
Lise Mezuniyet Tarihi	2000–2004	2000–2004	2000–2004	1999–2003	1999–2003	2000–2004
Programa Giriş Nedeni	Öğretmen olmak	Garanti- aile isteği	Garanti- aile isteği	Puan Yetersizliği	Aile isteği Puan Yetersizliği	Öğretmen olmak

Tablo 5. Öğretmenlerin Mesleki Özellikleri

Öğretmen	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
Çalıştığı Lise Tipi	Kitap Yazım komisyonu	Anadolu Endüstri Meslek Lisesi	Anadolu Lisesi	Anadolu Lisesi	Düz Lise	Anadolu Lisesi
Mesleki Deneyim Yılı	6 yıl	6 yıl	9 yıl	9 yıl	17 yıl	17 yıl
Önceki Mesleki Deneyim	ÇPL	Dershane	Fen bilgisi öğretmenliği	Fen bilgisi öğretmenliği	Fen bilgisi öğretmenliği	Fen bilgisi öğretmenliği
		İlköğretim sınıf öğretmenliği				Düz Lise
	Anadolu Lisesi	Fen bilgisi öğretmenliği	Anadolu Lisesi	ÇPL	İmam Hatip Lisesi	ÇPL
	Lise Fizik Ders Kitabı Yazım Komisyon	Anadolu Endüstri Meslek Lisesi	Anadolu Lisesi	Anadolu Lisesi	Düz Lise	Anadolu Lisesi
Lisans Mezuniyeti	K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi	K.T.Ü Fen Edebiyat Fakültesi	K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi	K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi	K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi	K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi
Eğitim Düzeyi	Doktora Öğrencisi (Fizik Eğitimi)	Doktora Öğrencisi (Fizik)	Doktora Öğrencisi (Fizik Eğitimi)	Lisans (Fizik Eğitimi)	Lisans (Fizik Eğitimi)	Lisans (Fizik Eğitimi)

Tablo 6. Örneklem grubunun seçimi

ÖĞRETMEN ADAYI	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	Toplam
A ₁	0	1	1	1	0	2	1	1	0	2	2	B	1	1	2	15 ⁿ
A ₂	2	0	1	1	2	0	2	0	0	2	1	B	2	2	2	17
A ₃	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	1	0	1	2	2	18 ^o
A ₄	0	1	1	1	1	0	1	0	0	2	1	B	2	2	2	14 ⁿ
A ₅	0	1	1	1	0	B	0	1	0	2	0	0	2	1	2	11 ⁿ
A ₆	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	1	B	2	2	2	13 ⁿ
A ₇	2	1	1	1	1	0	2	2	0	2	2	1	1	1	2	19 ^o
A ₈	0	1	1	1	1	2	2	0	0	2	1	0	2	2	2	17
A ₉	0	1	0	B	1	2	2	1	B	0	1	B	2	1	2	13 [*]
A ₁₀	0	0	1	1	1	1	2	0	0	2	1	1	2	2	2	16 [*]
A ₁₁	0	1	2	1	1	2	1	2	B	1	1	B	1	0	1	14 [*]
A ₁₂	2	1	1	1	1	0	1	2	2	2	1	0	1	1	1	17 [*]
A ₁₃	0	0	B	B	1	B	1	B	B	2	1	B	2	2	2	11 [*]
A ₁₄	0	0	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	2	2	13
A ₁₅	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	B	1	1	2	9
A ₁₆	0	0	1	1	1	1	1	0	B	2	1	1	2	2	2	15
A ₁₇	0	1	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	2	2	13
A ₁₈	0	0	1	1	1	0	0	0	B	0	1	0	1	0	2	7
A ₁₉	0	B	0	1	1	1	B	B	B	0	1	0	2	2	2	10
A ₂₀	0	B	B	B	1	B	1	0	0	2	2	B	2	2	2	12
A ₂₁	2	1	1	1	1	1	2	2	0	2	1	2	0	0	1	17
A ₂₂	0	0	1	1	0	0	1	1	0	2	1	0	1	1	2	11
A ₂₃	2	1	0	1	1	B	2	0	0	2	1	B	2	1	2	15

Açık gölge ile gösterilen bölümler son uygulama sonrası kalan öğretmen adayları, koyu gölgeli bölümler gözlem ve mülakatlar için seçilen öğretmen adayları göstermektedir.

* Farklı uygulama öğretmenin aday öğretmenleri, ⁿ Orta grup seviyede kabul edilen adaylar, ^o Yüksek grup seviyesinde kabul edilen adaylar, ⁿ Düşük grup seviyesinde kabul edilen adayları temsil etmektedir.

B: Boş bırakılmış, 0: Yanlış Cevap, 1: Eksik Cevap, 2: Doğru Cevap puanlarını göstermektedir.

PAB testinin ilk uygulamasına katılan 23 öğretmen adayı sayısının, son uygulamaya geldiğinde 13'e düşmesinden dolayı, PAB'ın araştırma kapsamında bulunan bileşenlerinin incelendiği katılımcılar bu adaylar içerisinden aşağıdaki gibi seçilmiştir. Bu 13 öğretmen adayının öğretmenlik uygulamaları sırasında bir kısmının gözlenmesi mümkün olduğundan, adaylar arasından seçim yapılmıştır. Seçimin yapılmasında ilk uygulamada PAB testinin alan bilgisi bölümünden alınan puanlar ve adayların öğretmenlik uygulamalarında yapılacak ders gözlemlerinin yürütülebilmesi için aynı uygulama okulunda bulunmalarına dikkat edilmiştir. İlk uygulamada 23 öğretmen adayının aldığı alan bilgisi puanları ve katılımcıların seçimi Tablo 6'da görülmektedir. Gölge ile gösterilen bölümde yer alan öğretmen adayları çalışmanın örneklemini göstermektedir. Bu adayların uygulama okulları aynı olup 4 farklı uygulama öğretmenleri bulunmaktadır. Altı katılımcı öğretmen adayının belirlenmesinde, gönüllülükleri, alan bilgisi puanlarının gruplanmasında alt (A_3 ve A_7), orta (A_1 ve A_5) ve üst gruptan (A_4 ve A_6) temsilcilerin olması, uygulama öğretmenlerinin ders saatlerinin çakışması durumları dikkate alınmıştır.

Katılımcı öğretmenlerin seçimi ise, gönüllülükleri, hizmet yılları ve çalıştıkları okulların bulunduğu bölge dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.5. Veri Toplama Araçları

Bu kısımda, çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının seçimi ve tanıtımına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

2.5.1. Veri Toplama Araçlarının Seçimi

PAB değerlendirmesi kolay olmadığından araştırmacılar için zor olan şey, PAB'ın aşağıdaki üç yönünü tespit eden çalışmaları düzenlemektir (Baxter ve Lederman, 1999; Park ve Oliver, 2008).

- 1- Öğretmenin ne bildiği (kalem kâğıt testleri, öğretim planları)
- 2- Ne yaptığı (gözlem)
- 3- Davranışlarının arkasındaki sebepler (mülakatlar)

Sadece öğretmenin ne bildiği üzerine odaklanan bir araştırma bize öğretmenin alan bilgisi ve pedagoji ile ilgili ne bildiği ve bu bilgiyi nasıl düzenlediği hakkında bilgi

verdiğinden neye inanıldığı ve uygulamalarının arkasındaki sebeplerin de belirlenmesi gerekmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). Buna göre PAB veri toplama araçlarının hangilerinin ve hangi bölümlerinin gelişim özelliği ile ilgili olduğu aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 7. Gelişim göstergelerinin belirlenebileceği veri toplama araçları

PAB Gelişim Göstergeleri	PAB Testi				Gözlem	Mülakatlar	Ders Planları
	a*	b*	c*	d*			
Alan bilgisindeki gelişim	X				X		
Kavram yanlışları ve öğrenme zorlukları hakkında bilgi sahibi olma			X				
Konunun farklı şekillerde sunulması		X		X	X		
Konuların uygun sırada ve hızda verilmesi					X		X
Gösteri, laboratuvar, analog, örnek, açıklama vs. kullanılması		X		X	X		X
Konuyla ilgili kavramların nasıl öğretileceği ile ilgili öneri miktarı ve çeşidi				X			X
Konunun bir başkası tarafından sunulması sırasında, sunum ve özellikleri hakkında yorum yapabilme yeteneği						X	
Konuların öğretiminde sadece yazılı kaynaklara bağlı olmadan, öğretmenin kendi fikirlerini, sunumlarını, etkinlik çeşitlerini, gösterilerini geliştirmesi					X		X

*a, b, c, d PAB testinin bölümlerini göstermektedir.

PAB'ın 3. yönü olan öğretmenin karar vermesini araştırmak karmaşık ve elde edilmesi güç bir yapı olduğu çünkü bir öğretmenin özel bir davranışının sebebini ifade etmesi için basit bir şekilde soru sormakla bile öğretmenin karar verme sürecini değiştirme ihtimali olduğu ifade edilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). Pek çok öğretmenin, bir eğitim araştırmacısına ifade etmekte zorlanabileceği kişiselleştirilmiş öğretim algılarına sahip olduklarını, öğretmenlerin öğretim kararlarının temelindeki sebebi rahatça söylemeyi denediklerinde bile araştırmacı için doğru ya da mantıklı gelebilecek sebepler oluşturmaya yönelebildikleri vurgulanmaktadır. Bu nedenle PAB değerlendirmesinin zor ve risklerle dolu olduğu ve öğretmenin ne bildiği veya neye inandığı ile aktivitelerinin sebepleri hakkında toplanabilecek bilgi için çeşitli yaklaşımların birleştirilmesine gereksinim olduğu vurgulanmaktadır. Bu güçlük dikkate alınarak bu çalışmada, öğretmenlerin ve öğretmen

adaylarının uygulamalarının gözlenmesi ve uygulamalarına dayalı olarak mülakatların yürütülmesine karar verilmiştir.

Aşağıda kullanılmasına karar verilen veri toplama araçlarından PAB testi, gözlem, mülakat ve dokümanların (ders planları) bu araştırmada nasıl kullanıldığı hakkında bilgiler yer almaktadır.

2.5.2. Pedagojik Alan Bilgisi Testinin Geliştirilmesi

Testler, araştırmacıların sorduğu sorulara bireylerin doğrudan ve yazılı bir biçimde verdikleri bilgilere dayanmaktadır (Denscombe, 1998). Denscombe (1998) testleri, verilecek cevabın uzunluğuna ve kullanılacak kelimelerin neler olduğuna cevaplayıcının karar verdiği, açık uçlu ve belli kategorilerle sınırlandırılmış kapalı uçlu olmak üzere iki kategoride sınıflandırmaktadır. Kapalı uçlu sorular her ne kadar araştırmacıya analiz için kolaylık sağlıyor olsa da, cevaplayıcının seçeneklerde sunulan standartlara uymayan veya konuyla ilgili daha karmaşık düşünce ve fikirlerini yansıtması açısından daha az fırsat sağlamaktadır. Açık uçlu sorular ise cevaplayıcılara düşüncelerini kendi kelimeleri ile yansıtma konusunda fırsat sağlamaktadır. Açık uçlu testlerin dezavantajlarından biri cevaplayıcıların daha fazla gayret sarf etmelerini gerektireceğinden cevaplayıcılarda araştırmaya katılım konusunda isteksizlik, diğeri ise ham verinin çok olması nedeniyle analiz için çok fazla zaman ve gayret gerektirmesi olarak ifade edilmektedir.

Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin PAB'larını belirlemek için hazırlanan PAB testi, bu araştırmada irdelenen PAB bileşenlerini dikkate alarak katılımcıların ilgili bileşenlere ait bilgilerini belirlemek için dört kısımdan oluşturulmuştur. Bu kısımlar sırasıyla; a- Alan Bilgisi, b- Öğrenici Önbilgisi, c- Öğrenici Zorlukları ve d- Sunum Bilgisi ve Oryantasyon şeklindedir. Testlerin kapsayacağı soru sayısı konuya, soruların karmaşıklığına, cevaplayıcılara ve testin tamamlanma süresine göre belirlenebilmektedir (Denscombe, 1998). Soru sayısına karar vermek ve içeriği oluşturmak için öncelikle 9. sınıf Fizik Dersi öğretim programı incelenerek öğrencilerin hangi hedef davranışları kazanmasının amaçlandığı belirlenmiştir. Programın Elektrik ve Manyetizma Ünitesi'ndeki 7 kazanımın her biri için en az 2 soru olacak şekilde, direnç, potansiyel fark, elektrik akımı ve elektrik akımının manyetik etkileri konularında toplam 15 sorudan oluşan açık uçlu test hazırlanmıştır. PAB testinde kullanılan sorular, alındığı kaynaklar ve hangi kazanımlara ait oldukları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Alan Bilgisi Sorularının Özellikleri

Soru No	Kazanım No	Yararlanılan Kaynak
1	1.3 Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu faktörleri deneyle gösterir.	Serway ve Beichner,2002 (Araştırmacı tarafından uyarlanmıştır)
2	1.1 Potansiyel farkını, bir iletkenin iki ucu arasında akım oluşmasına neden olabilecek enerji farkının bir göstergesi olarak ifade edildiğini hatırlayarak basit bir elektrik devresindeki rolünü açıklar. 1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Serway ve Beichner, 2002
3	2.2 Manyetik alan içerisinde üzerinden akım geçen bir tele etkiyen kuvvetin nelere bağlı olduğunu deneyerek keşfeder	Serway ve Beichner, 2002
4	1.1 Potansiyel farkını, bir iletkenin iki ucu arasında akım oluşmasına neden olabilecek enerji farkının bir göstergesi olarak ifade edildiğini hatırlayarak basit bir elektrik devresindeki rolünü açıklar. 1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Araştırmacı tarafından geliştirilmiştir
5	1.1 Potansiyel farkını, bir iletkenin iki ucu arasında akım oluşmasına neden olabilecek enerji farkının bir göstergesi olarak ifade edildiğini hatırlayarak basit bir elektrik devresindeki rolünü açıklar. 1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Sears ve Zemansky, 1964 (Araştırmacı tarafından uyarlanmıştır)
6	2.1 Üzerinden akım geçen bir telin etrafında manyetik alan oluşturduğunu belirtir.	Purcell, 1965 (Araştırmacı tarafından uyarlanmıştır)
7	1.4 Seri ve paralel devrelerde akım, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek gösterir.	Serway ve Beichner, 2002 (Araştırmacı tarafından uyarlanmıştır)
8	1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Araştırmacı tarafından geliştirilmiştir
9	1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Serway ve Beichner, 2002
10	1.4 Seri ve paralel devrelerde akım, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek gösterir.	Küçüközer, 2003
11	1.3 Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu faktörleri deneyle gösterir.	Araştırmacı tarafından geliştirilmiştir
12	2.1 Üzerinden akım geçen bir telin etrafında manyetik alan oluşturduğunu belirtir. 2.2 Manyetik alan içerisinde üzerinden akım geçen bir tele etkiyen kuvvetin nelere bağlı olduğunu deneyerek keşfeder	Araştırmacı tarafından geliştirilmiştir
13	1.4 Seri ve paralel devrelerde akım, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek gösterir.	Küçüközer, 2003 Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı, 2007
14	1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder. 1.3 Bir iletkenin direncinin bağlı olduğu faktörleri deneyle gösterir. 1.4 Seri ve paralel devrelerde akım, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek gösterir.	Jabot, 2002
15	1.2 Bir iletkenin üzerinden geçen akım ile iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	Jabot, 2002 Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı, 2007

Soruların geliştirilmesi aşamasında takip edilen basamaklar ise aşağıdaki gibidir:

1. Elektrik ve Manyetizma Ünitesi altındaki direnç, potansiyel fark, elektrik akımı ve elektrik akımının manyetik etkileri konularındaki mevcut kavram yanlışları literatürden tespit edilmiştir.
2. Literatürdeki kavram yanlışları da dikkate alınarak katılımcıların alan bilgilerinin incelenebileceği sorular seçilmiş veya oluşturulmuş ve sonra bir alan uzmanının da görüşleri alınarak sorulara son hali verilmiştir.

Açık uçlu sorular, farklı düzeylerdeki bilgi ve becerilerin belirlenmesinde kolaylık sağlaması (Kempa, 1986), öğrencilerin konuyu ne ölçüde anladıklarının ve sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesine diğer sınav türlerine oranla daha fazla olanak vermesi açısından (Ogan Bekiroğlu, 2004) birçok araştırmacı (Pittman, 1999; Jabot 2002; Uşak, 2005; Kaya, 2009; Folk ve Needham, 2010; Köksal 2010) tarafından kullanılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin alan bilgilerini ve kavram yanlışlarını ve PAB’ın diğer bileşenlerine ilişkin bilgi ve düşüncelerini belirlemeye olanak sağlayan açık uçlu testlerin kullanılması tercih edilmiştir. Geliştirilen PAB testinin kapsam ve içerik geçerliliğinin sağlanması için, test aracılığı ile ölçülmesi planlanan her bir kazanımına yönelik en az iki soru hazırlanmış, 3 alan bilgisi ve 1 alan eğitimi uzmanı tarafından incelenerek gerekli değişiklikler yapılmıştır. Testin pilot uygulaması ise 2007–2008 öğretim yılında alan bilgisi eğitimini sürdüren 70 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sonucu, testteki soruların cevaplandırılmasına veya soruların anlaşılmasına engel olabilecek noktalar belirlenmiş ve yapılan bazı değişiklikler ile anlaşılabilirlik düzeyleri artırılmaya çalışılmıştır.

Açık uçlu sorulardan oluşan testlerin güvenilirliğinin hesaplanmasında kullanılan (Park ve Oliver, 2008) puanlayıcılar arası tutarlık, farklı iki puanlayıcı tarafından verilen puanların Pearson Momentler Çarpımı korelasyon katsayısı aracılığı ile karşılaştırılması sonucu yapılmaktadır. Korelasyon katsayısının -1 ile +1 arasında değerler alabileceği ve bu değerlerin -1’e yaklaşması durumunda negatif bir ilişkinin, +1’e yaklaşması durumunda pozitif bir ilişkinin olduğu ve 0’a yakın değerlerin çıkması durumunda herhangi bir ilişkinin olmadığı ifade edilmektedir (Pallant, 2001; Hinton, 2004). Ayrıca Korelasyon katsayısı r’nin 1.00 olması mükemmel pozitif ilişkiyi, 0.70–1.00 arasında olması yüksek, 0.70–0.30 arasında olması orta, 0.30–0.00 arasında olması ise düşük düzeyde ilişkiyi göstermektedir. Tablo 13, 15 sorudan oluşan PAB testinin alan bilgisi bölümüne verilen

cevapların iki farklı araştırmacı tarafından puanlandırılması sonucu hesaplanan r korelasyon katsayısını göstermektedir.

Tablo 9. PAB testi puanlayıcılar arası tutarlılık

S. No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
r	0.68	0.75	0.81	0.78	0.86	0.89	0.61	0.94	0.91	0.73	0.82	0.82	0.86	0.70	0.85

Tablodan görüldüğü gibi farklı sorulara ait korelasyon katsayısına göre 1 ve 7. sorulardaki uyum orta seviyede iken, diğer sorulardaki uyum yüksek seviyededir. İlk puanlayıcının verdiği puanlar toplamı ile ikinci puanlayıcının verdiği puanlar toplamı arasındaki ilişkiyi gösteren Pearson korelasyon katsayısı ise 0.916'dır. Bulunan değer 0,90 ve 1 arasında olduğundan, yüksek düzeyde uyum olduğu kabul edilmektedir (Bryman ve Cramer, 2001).

2.5.2.1. Pedagojik Alan Bilgisi Testinin Uygulanması

Geliştirilen PAB testi öğretmen adaylarına ve öğretmenlere farklı zamanlarda uygulanmış ve tüm uygulamalar tamamlanana kadar seçilen analiz yaklaşımı doğrultusunda, PAB testlerinin analizine çalışmada veri toplama süreci tamamlanincaya kadar başlanmamıştır. Öğretmen yetiştirme programlarında öğretmen adaylarının aldıkları eğitimin ve deneyimlerinin bilgi temellerine nasıl yansıdığının ve PAB'lerini nasıl etkilediğinin belirlenebilmesi için PAB testi her akademik dönemin başında ve sonunda öğretmen adaylarına uygulanmıştır. PAB testi, öğretmen adaylarına;

Birinci uygulama (U_1) Şubat 2008,

İkinci uygulama (U_2) Eylül 2008,

Üçüncü uygulama (U_3) Şubat 2009,

Dördüncü uygulama (U_4) Haziran 2009 tarihlerinde, öğretmenlere ise, U_3 ile U_4 arasında değişen tarihlerde uygulanmıştır.

Öğretmen adayları U_1 öncesi KAB derslerini tamamlamış ve PAB testinin uygulamaları arasında aldıkları alan eğitimi dersleri aşağıda ifade edilmektedir.

U₁-U₂ arası: Özel Öğretim Yöntemleri I, Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Gelişim ve Öğrenme, Öğretimde Planlama ve Değerlendirme, Okul Deneyimi I

U₂-U₃ arası: Seçmeli (Fizik Eğitiminde Bilgisayar Kullanımı, Fizik Biliminin Tarihsel Gelişimi, Fizik Eğitiminde Seçmeli Konular, Fizik Kavram Anlaşılma Düzeyleri ve Öğretimi), Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Özel Öğretim Yöntemleri II, Sınıf Yönetimi, Okul Deneyimi II

U₃-U₄ arası: Seçmeli (Alan Çalışması), Konu Alanı Ders Kitabı İncelemesi, Rehberlik, Öğretmenlik Uygulaması

PAB testinin öğretmen adaylarına uygulanması, araştırmacının ve bir öğretim elemanının gözetiminde tek oturumda gerçekleştirilmiştir. PAB testinin cevaplandırılması için süre sınırlandırılması yapılmamış ancak yaklaşık olarak 60–120 dakika arasında zaman aldığı belirlenmiştir.

2.5.3. Dokümanlar (Ders Planları)

Yapılacak çalışma ile ilgili kayıt ve belgeleri toplayıp belli sistemlere göre kodlanıp inceleme işlemine doküman analizi denmektedir (Çepni, 2007). Eğitim araştırmalarında birinci veri kaynakları, testler, gözlemler ve mülakatlar olarak kullanıldığından, dokümanlar genelde ikinci veri toplama kaynağı olarak kullanılmaktadır (Wellington, 2000). Eğitim araştırmalarında kullanılacak önemli kaynaklar; mektuplar, program dokümanları, sınav kâğıtları, ders planları, günlükler vs. olarak görülmektedir (Wellington, 2000).

PAB ile ilgili birçok çalışmada öğretmen adaylarının ya da öğretmenlerin hazırladıkları ders planları veri kaynakları olarak kullanılmaktadır (Zemal-Saul vd., 2002; Suh, 2005; Park ve Oliver, 2008; Lee ve Luft, 2008; Nilsson, 2008; Käpyla vd., 2009). Käpyla vd. (2009) PAB'ın niceliği ve niteliğinin etkilerini araştırdığı çalışmasında, öğretmen adaylarından iki ders saatini kapsayacak şekilde bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları araştırmacı gözetiminde herhangi bir kitap ya da kaynak kullanmadan yaklaşık bir saat içerisinde öğretimlerine ilişkin ders planları hazırlamışlardır. Benzer şekilde öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarındaki PAB gelişimlerini araştıran Nilsson (2008) öğretmen adaylarının ikişerli gruplar halinde hazırladıkları ders planlarını, Tsangaridou (2002) ilköğretim öğretmenin PAB'ını

belirlemeyi amaçladığı çalışmasında öğretmenin ünite planları ve günlüklerini veri kaynakları olarak kullanmıştır.

Bu çalışmada, öğretmen adayları ve öğretmenlerin ders planları veri kaynağı olarak toplanılmış ve analiz edilmiştir. Katılımcıların ders planları, planlarındaki PAB bileşenlerini belirlemeye ve planladıkları ile uygulamaları arasındaki tutarlığa bakmak için veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

2.5.4. Gözlem

Öğretimin planlanmasından sonra öğretmenlerin sınıf içerisinde öğrencilerle etkileşimi ve sınıf uygulamalarının gözlenmesi, öğretmenlerin bilgisi hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır (Käpyla vd., 2009). Sınıf ortamları öğretmenlerin sezgisel kararlarına ve ani cevaplara bağımlı olduğundan, sınıf içi uygulamaların kısa süreli karar verme konusunda öğretmenin bilgisini sergilemede açıklayıcı olacağı düşünülmektedir (Käpyla vd., 2009). Käpyla vd. (2009) ayrıca öğretmenlerin düşünceleri ve uygulamaları arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi için gözlemler yapılması gerektiği ifade etmektedir. Bu nedenle çalışmada gözlemin, veri toplama tekniklerinden biri olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Gözlem, doğal ortamlarda yapılan, insan davranışlarının incelenmesini temel amaç edinen bir veri toplama tekniğidir (Ekiz, 2003). Gözlem süresince örneklemin göstermiş olduğu davranışlar, sahip olduğu tutumlar, uygulamada gösterdiği beceriler kayıt altına alınabilir (Çepni, 2007). Gözlem tekniğinin en önemli özelliği gözlenen bireylerin kendi doğal ortamları içerisinde bulunmalarıdır (Karasar, 1991). Robson (1993), eğitim araştırmalarında bireylerin davranış ve eylemlerinin araştırmanın odağını oluşturduğu ve veri toplama tekniği olarak gözlemin, bireylerin ne yaptıklarını izleme, kaydetme, tanımlama, analiz etme ve böylece gözlenenleri yorumlama fırsatı verdiğini ifade etmektedir.

Gözlemin, katılımcı ve katılımcı olmayan gözlemler olarak iki şekilde yapılabilmesi mümkündür. Katılımcı gözlemlerde araştırmacı başkalarının yaşamlarına girerek, onların sosyal dünyayı nasıl gördüklerini ortaya çıkarmaya çalışır (Ekiz, 2003). Araştırmacı veri toplama süresince gözlem yaparken gerektiğinde katılımcılarla iletişime girerek gözlemiş olduğu davranışların anlam ve gerekçelerini katılımcılar gözüyle görmeye ve anlamaya çalışır (Çepni, 2007). Bu gözlem çeşidinde araştırmacı grup içerisinde kendine bir rol

oluşturmalıdır (Robson, 1993). Katılımcı olmayan gözlem, araştırmacının sadece gözlemci olduğu, kimliğinin, araştırma konusu ve süresinin açık olduğu gözlem şeklidir (Çepni, 2007; Ekiz, 2003). Eğitim araştırmalarında dersleri izlemede pek çok gözlem çeşidi olsa da, her bir gözlem amaçları ve yaklaşımları bakımından farklılık göstermekte önemli olanın ise sınıf gözlemlerinin amacına uygun yapılması olduğu ifade edilmektedir (Wragg, 1999).

Öğretmenin alan bilgisinin pedagojik forma dönüştürülmesi PAB'ın kritik bir yönü olduğundan öğretmenlerin gerçek öğretim uygulamalarının gözlenmesi zorunlu hale gelmektedir (Baxter ve Lederman, 1999). Bununla birlikte, birçok araştırmacının gözlem tekniğinin diğer veri toplama tekniklerine göre daha uygun olduğuna inanmalarına karşın, sınıf öğretimini etkileyen sayısız faktörün olması nedeniyle öğretmenin gözlenen davranışıyla bilgi ve inançları arasındaki tutarlılık seviyesinin değişken olabileceği ifade edilmektedir (Baxter ve Lederman, 1999).

Baxter ve Lederman (1999) bir araştırmada, önyargısız ve amacına uygun bir şekilde gözlem veri toplama tekniğinden faydalanmada üç yaklaşım önermektedir. Birinci yaklaşım birden fazla araştırmacı gerektirdiği, ikinci yaklaşım ise gözlem öncesinde toplanan diğer verilerin analiz edilmesini gerektirdiği için önyargının karıştırılmasına olanak sağlayabileceği düşünüldüğünden bu çalışmada benimsenmemiştir. Muhtemel önyargıların oluşmaması ve verinin kirletilmesinin önüne geçilmesi için bu araştırmada, tek araştırmacının olduğu durumlarda sınıf gözlemlerinin tamamlanmasına kadar, diğer verilerin analizine başlanmadığı üçüncü yaklaşım benimsenmiştir.

Gözlem PAB ile ilgili yapılan araştırmaların birçoğunda en önemli veri toplama aracı olarak kullanılmaktadır (Tsangaridou, 2002; Zembal-Saul vd., 2002; Lesniak, 2003; Sarkim, 2004; Dani, 2004; Suh, 2005; Park ve Oliver, 2008; Lee ve Luft, 2008; Nilsson, 2008). PAB alan bilgisinin öğrencilerin özelliklerine uygun olarak dönüştürülme ve sunma bilgisi olduğundan öğretim uygulamalarının gözlenmesi PAB ile ilgili çalışmalarda oldukça önemli görülmektedir.

Bu araştırmada sınıf ortamı pek çok aktivitenin bir arada ve hızlı bir şekilde yapıldığı bir ortam olduğundan (Wragg, 1999) ve öğretmen ve öğrenci ile ilgili her bir ayrıntının gözlemlenip not edilmesinin pek çok önemli ayrıntıyı kaybetme ihtimali yüzünden sınıf gözlemlerinin video kaydına alınması uygun görülmüştür. Gözlemler yapılırken ayrıca araştırmacı tarafından alan notları tutulmuştur. A₁, A₃, A₄, A₅, Ö₁, Ö₂, Ö₄, Ö₆ katılımcıları

iki ders saati, A₆, A₇ katılımcılar üç ders saati, Ö₃ öğretmeni beş ders saati ve Ö₅ öğretmeni ise yedi ders saati süresince gözlenmiştir.

2.5.5. Mülakat

Mülakat, küçük ölçekli eğitim araştırmalarında en yaygın olarak kullanılan veri toplam tekniklerinden biridir (Drever, 1995). Öğretmenlik mesleğinde bilgi toplamak, düşünceleri araştırmak veya fikir alışverişi yapmak için yapılacak en doğal şeyin bireylerle konuşmak olduğu ifade edilmektedir (Drever, 1995; Çepni, 2007). Nitel araştırmalarda mülakatlar, temel veri toplama tekniği olsa da gözlem, doküman veya diğer tekniklerle birlikte de kullanılabilir (Bogdan ve Biklen, 1992). Diğer veri toplama teknikleri ile araştırılan hakkında veri toplamının mümkün görülmediği durumlarda mülakatlar veri toplamada kullanılmaktadır (Wellington, 2000).

PAB ile ilgili yapılan birçok araştırmada, mülakatlar çok sık kullanılan veri toplama araçlarıdır (Even, 1993; Halim ve Meerah, 2002; Lesniak, 2003; Dani, 2004; Suh, 2005; Padilla vd., 2008; Van Dijk, 2009; Park ve Oliver 2008; Lee ve Luft, 2008; Kaya, 2009; Mıhladı ve Timur, 2011). Käpyla vd. (2009) alan bilgisinin belirlenmesinde, ders planı hazırlamada, öğretim esnasında karşılaşılan problemleri ve öğretmen adaylarının ihtiyaçlarını belirlemede mülakatları kullanırken, Nilsson (2008) öğretmen adaylarının öğretimlerine ilişkin düşünce ve fikirlerini ortaya çıkarmada kullanmışlardır. Tsangaridou (2002) ve Sarkim (2004) öğretmenlerin PAB'ları ile ilgili yürüttükleri çalışmalarında, mülakatları öğretmenlerin öğretim uygulamalarındaki kararları ve uygulamalarının nedenlerini belirlemek amacıyla kullanmışlardır.

Bu çalışmada öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan yapılandırılmamış mülakatlar, sınıf gözlemleri sonrasında öğretimleri ile ilgili öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşlerini öğrenmek amacıyla yürütülmüştür. Mülakatların amacı, öğretmen adayının ya da öğretmenin kendi dersi ile ilgili düşünce ve yorumlarını tespit etmektir.

2.6. Verilerin Analizi

Miles ve Huberman (1994) nitel veri analizinin verilerin indirgenmesi, sergilenmesi ve sonuç çıkarılması olmak üzere üç aşamadan oluştuğunu ifade etmektedirler. Nitel veri analizinde üzerinde anlaşmanın sağlandığı sistematik yolların olmamasına rağmen betimsel ve içerik (yorumsal) analizi olmak üzere iki çeşit analiz yapılabilmektedir. Patton (2002) içerik analizini tümden gelim ve tümevarım şeklinde iki kısımda incelemektedir. Tümdengelim analizi, verilerin var olan teoriye göre düzenlenmesini, tümevarım analizi ise tekrar eden fikirlerden, davranışlardan temalar ve ortaya çıkan temalar arası ilişkilerden teorik kategoriler oluşturma sürecini içermektedir. Bu iki yaklaşımın birlikte kullanılması veri temelli ortaya çıkmış olan tema ve kategorilerin (tümevarım) kabul edilebilir teorik bilgi ışığında (tümdengelim) bilimsel bir yapıya dönüştürülmesini sağlamada kolaylık sağlayacağı ifade edilmektedir (Patton, 2002). Bu çalışmada, PAB'ın öğrenci önbilgisi ve öğrenci zorluklarına ilişkin bileşenlerine ilişkin verilerin analizi tüme varım analizi ile alan bilgisi bileşenine yönelik verilerin analizi ise tümden gelim analizi ile analiz edilmiştir. Öğretim sunumları ve oryantasyonlar bileşenleri ise başlangıçta teorik olarak var olan kategorilere göre sınıflandırma yapılarak tümden gelim analizi yapılsa da, analiz süresinde bazı yeni kategorilerin ortaya çıkmasıyla, tümden gelim ve tümevarım analizleri birlikte kullanılmıştır.

İzleyen bölümde her bir PAB bileşenine ilişkin elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

2.6.1. PAB Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Bu bölümde PAB testinin alan bilgisi, sunum bilgisi, oryantasyonlar, öğrenci ön bilgisi ve öğrenci zorluklarına ilişkin bilgilere ait verilerin analizi yer almaktadır.

2.6.1.1. PAB Testindeki Alan Bilgisi Kısmından Elde Edilen Verilerinin Analizi

PAB testinde alan bilgisi bölümünün analizinde, tümdengelim analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda açık uçlu testlerin analizinde yaygın olarak kullanılan Thorén vd. (2000) kategoriler (doğru, yanlış, eksik, kavram yanlılığı ve boş) kullanılarak, verilen

cevaplar bu kategorilere göre sınıflandırılmıştır (Ek 3). Benzer analiz şekilleri Uşak (2005) tarafından doğru, kısmen doğru, kavram yanılığı, yanlış ve cevapsız olmak üzere beş kategoride yapılırken, Jabot (2002) tarafından ise doğru ve yanlış olmak üzere iki kategori kullanılarak yapılmıştır. Kaya'nın (2009) ve Köksal'ın (2010) sınıflandırmaları üç kategoride yapılmıştır.

Açık uçlu testteki her bir soruya verilen cevaplar doğru, yanlış, eksik, kavram yanılığı ve boş (cevaplanmayan) olmak üzere beş kategoriye ayrılmıştır. Doğru kategorisinde bilimsel olarak kabul edilen cevaplar, yanlış kategorisinde bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen cevaplar, eksik kategorisinde ise verilen cevabın doğru ancak tam olmadığı cevaplar yer alırken kavram yanılığı kategorisinde yanılıklı düşünceleri barındıran cevaplar yer almaktadır. Alan bilgisi kısmındaki bazı sorular iki bölümden oluşmaktadır. Alternatif akım ve doğru akım arasındaki farkın sorulduğu 4. soru, alternatif ve doğru akımların nasıl oluştuğu ve bu akımların kaynakları olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Kısımlardan birinin doğru, diğerinin yanlış veya boş olarak cevaplandırıldığı durumlarda, cevap eksik kategorisinde değerlendirilmiştir. Benzer şekilde 3. ve 6. sorular da aynı şekilde analiz edilmiştir. Ancak iki kısımdan oluşmayan diğer sorularda, doğru ifadelerle birlikte yanlış açıklamaların da bulunduğu durumda cevap yanlış kategorisinde değerlendirilmiştir. "İçerisinden akım geçen tele etkiyen kuvvetler var mıdır? Varsa yönlerini gösteriniz" şeklindeki 3. soruda, kuvvetin olduğu ifade edilip yönleri yanlış gösterildiği durumda cevap yanlış kategorisinde değerlendirilmiştir.

Sorulara verilen doğru cevaplar 3, eksik cevaplar 2, yanlış ve kavram yanılığı içeren cevaplar 1, boş cevaplar 0 puanlarına karşılık gelmektedir.

Tablo 10. Alan bilgisi verilerinin analizi

KATEGORİ	AÇIKLAMA	GÖSTERGE Örneklem Kodu, Uygulama No, Soru No
Doğru Cevap	Bilimsel olarak doğru kabul edilen ve soruda istenilen cevabın tamamını kapsayan cevaplardır.	A ₃ -U ₄ -S.9: “İletkenin yarı-iletken olma ihtimali yüksektir” A ₆ -U ₃ -S.11: “İletkenin boyuna, kesitine ve cinsine bağlıdır”
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.	A ₄ -U ₃ -S.11: “Sıcaklığa ve maddenin cinsine” A ₁₁ -U ₂ -S.3: “Kuvvet vardır.” A ₅ -U ₂ -S.4: “DC kaynağı pil, akü vs, AC kaynağı hareket enerjisidir.” A ₃ -U ₁ -S.1: “Teldeki ısı nedeniyle enerji kaybı farklılık oluşturabilir.”
Yanlış Cevap	Bilimsel gerçeklerle uyuşmayan cevaplardır.	A ₅ -U ₁ -S.5: “Akım ve elektronların yönü aynıdır artıdan eksiye doğrudur” A ₈ -U ₃ -S.9: “İletken değişken dirence sahiptir” A ₁₃ -U ₂ -S.1: “Lambalar paralel bağlandığı için potansiyel fark aynıdır, parlaklıklar eşittir”
Kavram Yanılgısı	Bilimsel kavramların doğru olmayan, yanılgılar içeren açıklamalarıdır.	A ₇ -U ₁ -S.3: “ Kuvvet vardır. $F=q.E$ bağıntısından manyetik kuvvetin yönü hesaplanabilir”. A ₁ -U ₁ -S.8: “Açık bir devrede üreticinin uçları arasındaki potansiyel fark sıfırdır”.
Boş	Adayın soruya hiçbir şekilde cevap vermemesidir.	---

Her bir kategori için sınıflandırmanın nasıl yapıldığına ilişkin açıklamalar ve göstergeler Tablo 10’da yer almaktadır.

2.6.1.2. PAB Testindeki Sunum Çeşitlerinin Analizi

Öğretim sunumları, PAB’ın öğretim uygulamalarında önemli bir bileşen olarak görülmekte ve diğer PAB bileşenlerinden etkilendiği ifade edilmektedir (Janik, Najvar, Slavik ve Trna, 2009; Muir, 2007). Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin belirli bir konuyu sunmalarına ilişkin çalışmalar, öğretmenlerin kullandıkları sunum çeşitlerinin öğretim yapılacak konunun özelliği ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Fonksiyonlar konusu için açıklamalar ve tanımlar kullanılırken (Astudillo ve Pinto Sosa, 2006), sayıların öğretiminde örneklendirmeler (Muir, 2007), biyoloji öğretiminde gösteri (Lin ve Yang, 1995) sunumları ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Öğretim sunumları tanımlar, soru cevap şeklinde ifade edilirken (Lin ve Yang, 1995) deneysel, resimsel, şematik, sembolik ve sözlü (Janik vd., 2007) gibi farklı şekillerde de olmaktadır. Ancak bu çalışmada Shulman

(1986, 1987) tarafından tanımlanan benzetim, gösteri, görselleştirme, örneklendirme, açıklama sunum çeşitleri yanında, PAB testinde öğretmen adayları tarafından önerilen deney, problem çözme ve simülasyon sunum çeşitleri de sınıflandırmaya dahil edilmiştir. Pedagojik alan bilgisi testinde sunum çeşitlerinin analizi, Shulman'ın (1986, 1987) tanımladığı sunum çeşitlerine (tumdengelim) göre yapılmıştır. Ancak katılımcıların önerdikleri farklı sunum çeşitleri de (tümevarım) çalışmaya dâhil edilmiş ve katılımcıların sunum çeşitleri bu yeni sınıflamaya göre değerlendirilmiştir.

Tablo 11. Sunum Çeşitlerinin Analizi

Sunum Çeşidi	Öğretim Etkinliği
Görselleştirme	Tahtada 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
Problem çözme	Örnek veya problem çözme ifadeleri ve uygulamaları
Açıklama	Anlatım, açıklama, soru-cevap, sözlü ifadeler
Simülasyon	Bilgisayarda üç boyutlu video, animasyon vs
Benzeşim	Bilinen bir kavramla bilinmeyen kavram arasında ilişki kurulması
Deney	Laboratuvar ortamında yapılan deneyler veya etkinlikler

Tablo 11'de, bu çalışmada kullanılan sunum çeşitlerine ilişkin sınıflamalar ve kapsamaları sergilenmektedir. Literatürde tanımlanan soru-cevap sunumu bu çalışmada açıklama, grafiksel ve resimsel sunumları ise görselleştirme kategorisinde değerlendirilmiştir.

2.6.1.3. PAB Testindeki Öğretmen Oryantasyonları Analizi

Öğretmenlerin oryantasyonlarını belirlemek amacıyla Likert tipi ölçekler ile nicel analiz yöntemlerinin de kullanılmasına (Jongmans vd., 1998) karşın, çoğunlukla nitel veri toplama yöntemleri ve analizleri kullanılmaktadır. Volkman vd. (2005), öğretim üyeleri, asistan ve öğrencilerinin oryantasyonlarını belirlemeye yönelik çalışmalarında, katılımcıların oryantasyonlarını belirlemede yansıtıcı günlükler, mülakatlar ve gözlem gibi veri toplama teknikleri ile elde ettikleri verileri betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmişlerdir. Friedrichsen ve Dana (2005) ortaöğretim biyoloji öğretmenlerinin oryantasyonlarını, ders

planları, günlükler, mülakat ve gözlemlerden elde ettikleri verileri tümevarım analiz yöntemi ile belirlemişlerdir. Temellendirilmiş Kurama (Grounded Theory) dayalı olarak yürütülen bu çalışmada, katılımcıların sadece literatürde belirtilen oryantasyonlara sahip olmadıklarını, geçmiş deneyim, amaç ve bağlama yönelik farklı oryantasyonlar da geliştirdikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ve fizik öğretmenlerinin oryantasyonlarının belirlenmesinde elde edilen verilerin analizi için, oryantasyonları belirlemede kullanılacak sınıflandırmadan (Käpylä vd., 2009) biri olan Magnusson vd. (1999) tarafından oluşturulan kategorilere (Tablo 2) göre sınıflandırma yapılarak tümdengelim, yapılan çalışmalara benzer olarak ders planları, PAB testi ve gözlemlerden elde edilen verilerin kodlanıp temalar oluşturulması ile tümevarım analiz yöntemi birlikte kullanılmıştır. Tümdengelim analiz yöntemine paralel olarak tümevarım analiz yönteminin de kullanılmasına veri kaybını önlemek için karar verilmiştir. Bu tür nitel araştırmalarda, bağlama ve araştırılan özel durumlara has temalar ve kategorilerin ortaya çıkabileceği ve her zaman teori ile uyumlu olmayabileceğinden dolayı her iki analiz yönteminin üstün yönlerinden faydalanmak hedeflenmiştir.

2.6.1.4. PAB Testindeki Öğrenici Önbilgisi Verilerinin Analizi

PAB testi öğrenici önbilgisi bölümünün analizinde, sürekli karşılaştırmalı (constant – comparative analysis) tümevarım analizi kullanılmıştır. Bu analiz sürecinde, her seferinde bir önceki katılımcının verilerinden elde edilen kategoriler sürekli karşılaştırma yapılarak ortak kategoriler oluşturulmuştur. Patton'a (2002) göre bir kez kategori, tema ve şablonlar tümevarım analiz yardımıyla oluşturulduktan sonra bu kategorilerin uygunluğunu ve gerçekliğinin test edilmesi aşaması tümdengelim olabilir.

Tablo 12. Öğrenci önbilgisi bilgisinin analizi

KATEGORİ	AÇIKLAMA	GÖSTERGE Örneklem Kodu, Uygulama No, Soru No
Tahminsiz	Öğretmen adayı veya öğretmen, öğrencilerin ilgili soru ile ilgili herhangi bir önbilgiye sahip olduklarını düşünmediklerini belirtmiş veya soruyu cevapsız bırakmış ise cevaplar bu kategoriye alınmıştır.	Ö ₅ -S.3 : “Olduğunu tahmin etmiyorum”
Genel Bilgi	Farklı bir alandaki herhangi bir öğretmen veya öğretmen adayının yapabileceği genel ifadeler bu kategoride yer almaktadır.	A ₂ -U ₂ -S.5 : “Öğrenci kafadan atmaya meyilli ise % 50 şansı olduğunu düşünerek bir yön seçebilir.
Yüzeysel Bilgi	Öğretmen adayının veya öğretmenin sorunun doğasıyla ilişkili yüzeysel önbilgiler ile ilgili belirttiği cevaplar bu kategoride yer almaktadır.	A ₃ -U ₁ -S.6: “Önceki konulardan hepsini biliyorlardı” A ₅ -U ₂ -S.9 : “Verilere göre devrenin nasıl bir devre olduğunu çizecek bilgiye sahiptir”. A ₁₁ -U ₃ -S.8 : “Gerekli kuralları biliyordur”.
İçeriğe-Özel Bilgi	Öğretmen adayının veya öğretmenin sadece sorunun içeriğine dayanarak açıkladıkları önbilgiler bu kategoride yer almaktadır.	Ö ₅ -S.4 : “Doğru akımın ne olduğunu bildiklerini tahmin ediyorum”. Ö ₆ -S.3 : “ Manyetik kuvvetin varlığını bildiklerini tahmin ediyorum”. A ₁ -U ₄ -S.1 : “ $V=R.I$ bağıntısını biliyorlardır “. A ₁₃ -U ₃ -S.11 : “Uzunluk, öz direnç ve kesit alanı”
Derin Bilgi	Adayların veya öğretmenlerin soruyla veya sorunun cevabı ile ilgili olmayan ve önceden bilebileceklerini tahmin ettikleri tahminler bu kategoride yer almaktadır.	A ₃ -U ₄ -S.2 : “ İletkenlerin elektriği ilettiğini”. A ₈ -U ₁ -S.3 : “Elektrik ve manyetik alanın nasıl oluştuğunu” Ö ₆ -S.12 : “Koordinat sistemini”.

Tablo 12, katılımcıların öğrenci önbilgisi bilgilerinin analizi sonucu ortaya çıkan kategorileri ve bu kategorilere ait göstergeleri sergilemektedir.

2.6.1.5. PAB Testindeki Öğrenci Zorlukları Bilgisinin Analizi

Katılımcıların öğrenci zorlukları bilgisinin analizinde, öğrenci önbilgilerinin çözümlenmesinde takip edilen sistematik kullanılmıştır. Bu doğrultuda PAB testi öğrenci zorlukları bölümünden elde edilen veriler sürekli karşılaştırmalı (constant – comparative analysis) tümevarım analizi ile çözümlenmiştir.

Tablo 13. Öğrenci zorlukları bilgisinin analizi

KATEGORİ	AÇIKLAMA	GÖSTERGE Örneklem Kodu, Uygulama No, Soru No
Tahminsiz	Öğretmen adayı veya öğretmen, öğrencilerin ilgili soru ile ilgili herhangi bir sorun ile karşılaşmayacağını belirtmiş veya soruyu cevapsız bırakmış ise cevaplar bu kategoriye alınmıştır.	A ₅ -U ₃ -S.7 : “ Bu soru ile ilgili problem yaşanmaz”
Genel Bilgi	Farklı bir alandaki herhangi bir öğretmen veya öğretmen adayının yapabileceği genel ifadeler bu kategoride yer almaktadır.	A ₁ -U ₄ -S.10 : “Bilgi yetersizliği olabilir”
Yüzeysel Bilgi	Öğretmen adayının veya öğretmenin sorunun doğasıyla ilişkili olarak yaşanabilecek yüzeysel sorunlar ile ilgili belirttiği cevaplar bu kategoride yer almaktadır.	A ₃ -U ₁ -S.11 : “Matematiksel işlemlerde zorlanabilirler” A ₇ -U ₁ -S.2 : “Elektrik akımının nasıl iletiildiğine yorum yapamayabilirler” A ₁₃ -U ₁ -S.11 : “Formülü unutma, hatırlayamama”
İçeriğe-Özel Bilgi	Öğretmen adayının veya öğretmenin sadece sorunun içeriğine dayanarak açıkladıkları zorluklar bu kategoride yer almaktadır.	A ₇ -U ₃ -S.13 : “Lambaların parlaklığının seri ve paralel bağlanmaya göre nasıl değiştiği konusunda zorlanır” A ₁₀ -U ₂ -S.3 : “Manyetik kuvvetin ne olduğunu anlayamaz” Ö ₃ -S.3: “Manyetik alanın ve manyetik kuvvetin yönünün belirlenmesinde sorun yaşıyorlar”
Derin Bilgi	Adayların veya öğretmenlerin çeşitli kavram yanlışlarını veya soruyla ilgili öğrencilerin karşılaşabilecekleri zorlukları tanımladıkları cevaplar bu kategoride yer almaktadır. Öğrenci zorlukları ile ilgili tahminler herhangi bir kavram yanlışlığı ve ya öğretmene göre içerik dışında herhangi bir problemi vurguluyorsa derin kategorisinde yer almaktadır.	A ₃ -U ₄ -S.10 : “ Akımın önce lambaya geldiği için R ₂ değişmesinin durumu değiştirmeyeceğini düşünür.” A ₃ -U ₄ -S.14 : “ Akımı sabit düşündüm önce öğrenci de öyle düşünebilir”.
Diğer	Tanımlanan öğrenci zorlukları veya kavram yanlışları gerçekte o soruya ait doğru alan bilgisi ise bu cevaplar diğer kategorisinde yer almaktadır.	A ₁ -U ₄ -S.1 : “ Telin uzunluğunun parlaklığı etkileyebileceğini düşünebilirler” A ₇ -U ₄ -S.1:“İletken telin uzunluğunun lambanın parlaklıklarını değiştirebileceğini” A ₉ -U ₄ -S.8 : “ R direnci üzerinden neden bir sonuç elde edilemeyeceğini anlayamazlar”

Tablo 13, katılımcıların öğrenci zorlukları bilgilerinin analizi sonucu ortaya çıkan kategorileri ve bu kategorilere ait göstergeleri sergilemektedir.

2.6.2. Gözlem Verilerinin Analizi

Nitel bir araştırmada, araştırmacının gözlem yaptığı ortamlarda duyduklarını, gördüklerini ve düşüncelerini yazılı hale getirmesi alan notları olarak tanımlanmaktadır (Bogdan ve Biklen, 1992). Alan notları, ortamın, bireylerin, bireylerin konuşmalarının olduğu gibi tanımlandığı betimsel ve araştırmacının bunlara ait zihnindeki düşünce ve fikirleri çerçevesinde tanımladığı yansıtıcı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (Bogdan ve Biklen, 1992). Daha objektif olan betimsel alan notları, araştırmacının ortamda geçen her şeyi aktaramayacağını farkında olarak ve soyut kelimeler kullanmadan kâğıda aktarmasıdır. Araştırmacının önyargılarını, düşünce ve fikirlerini katmadan, alınan notları düzeltmek ve geliştirmek amacıyla kullanılan yansıtıcı alan notları ise daha bireysel amaçları yansıtan cümle ve paragraflardan oluşmaktadır (Bogdan ve Biklen, 1992). Bu çalışmada, sadece alan notları ile gözlem yapmanın öğretim ortamlarında pek çok veri kaybına neden olacağı düşünüldüğünden, araştırmacının aldığı alan notlarının yanında, öğretmenlerin rızaları ölçüsünde öğretimlerinin video kaydı ile kaydedilmesine karar verilmiştir. Ancak tüm öğretmenlerin bu konuda gönüllü olmamaları nedeni ile bazı öğretmenlerin öğretimleri video (Ö₁ ve Ö₂), bazılarının öğretimleri ise ses kayıt cihazı (Ö₃ ve Ö₆) ile kayıt altına alınmıştır. Video veya ses kayıt cihazları ile öğretimlerinin kaydedilmesine olumlu bakmayan öğretmenlerin (Ö₄ ve Ö₅) öğretimleri ise sadece alan notları aracılığı ile gözlenmiştir. Çoğunlukla betimsel alan notlarının alındığı gözlemler sırasında, yansıtıcı alan notları, alınan betimsel notları anlamlandırılmasını kolaylaştırmak için kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin öğretimlerini içeren video kayıtları, transkript edildikten sonra konuşma analizi yöntemi (Hayes, 1997) ile analiz edilmiştir. Transkript işleminden sonra her satır numaralandırılmış, veriler birçok kez okunmuş ve PAB bileşenleri dikkate alınarak kodlamalar yapılmıştır. Ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınan öğretim uygulamalarının analizi ise, önce kayıtların transkript edilmesi ardından alan notları ile birleştirilmesi sonucu elde edilen metinler üzerinde PAB bileşenleri çerçevesinde kodlamalar yapılmıştır.

2.6.3. Doküman ve Ders Planlarının Analizi

Öğretmenlerin ihtiyaç duyacağı diğer bir bilgi tipinin nasıl ders işleyeceği ve plan yapacağı ile ilgili yazılı dokümanlar olduğu ve yazılı dokümanların kısmen PAB'in anlamdaşı olarak kullanılabilceği ifade edilmektedir (Käpyla vd., 2009). Ders planlarının analizi PAB'in çalışmada incelen 5 bileşenine göre yapılmıştır (Park ve Oliver, 2008). Ders planları gözlem transkriptlerinin analizi ile aynı şekilde yapılmıştır. Ders planlarında yer alan tüm bilgi ve ifadeler, oryantasyon, alan bilgisi, öğrenci önbilgisi ve öğrenci zorluları bilgisi bileşenlerine göre kodlanmıştır. Bu kodlamalar gözlemler ve PAB testlerinden elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Ders planlarından elde edilen veriler özellikle öğretim uygulamalarından elde edilen veriler ile karşılaştırmada kullanılmıştır.

2.7. Araştırmada Nitelik

Nitel araştırmaların niteliği ile ilgili son 20 yılı aşkın devam eden tartışmaları Hammersley (1992) üç seçenek altında tartışmaktadır. Birinci seçenek, pozitivist görüşün baskın olduğu doğal bilimlerin kullandığı ölçütler olan geçerlik, güvenilirlik, objektiflik ve genellenebilirlik kriterlerinin aynı şekilde nitel araştırmalar için kullanılabilceği görüşüdür. İkinci seçenek, nitel araştırmaların doğası gereği kendine has ölçütlerin geliştirilmesi gerektiği görüşüdür. Son olarak, nitel araştırmaların niteliği ile ilgili herhangi bir ölçütlerin geliştirilemeyeceği görüşüdür. Geçerlik, güvenilirlik, genellenebilirlik ve objektiflik geleneksel nicel araştırmalarda, araştırmanın niteliğinin ölçütleri olarak kabul edilmektedir (Scott, 1996). Ancak bu ölçütler eğitim alanındaki nitel araştırmalar için uygun görülmediğinden, Lincoln ve Guba (1985) nicel araştırmadaki nitelik ölçütlerine karşılık gelecek aşağıdaki gibi 4 alternatif önermektedir.

1. Geçerlik için İnanırlık
2. Güvenirlik için Tutarlık
3. Objektiflik için Doğrulanabilirlik
4. Genellenebilirlik için Aktarılabilirlik

Lincoln ve Guba (1985) önerisi son yıllarda kabul görerek pek çok nitel araştırmacı tarafından kullanılmakta ve önerilmektedir.

İnanırlık, bir araştırma deseninin sonuçları yorumlamada, bulguların, araştırmacı, katılımcı ve okuyucular için inanılır olması ve bulguların araştırılanın gerçek bir açıklaması (resmi) olup olmadığı ile ilişkilidir (Lincoln ve Guba, 1985). Yani inanırlık, bulguların, çalışmanın gerçek bir görünüşünün ortaya konulması ile araştırmacı, katılımcı ve okuyucu için inandırıcı olmasıdır (Miles ve Huberman, 1994). İnanırlığın sağlanması için alınabilecek önlemler yeterli tecrübe, uzun süreli katılım, üçgenleme ve katılımcı kontrolü olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada, inanırlığın sağlanması için üçgenleme (çeşitleme) ile birden fazla veri toplama tekniği (testler, gözlem, doküman analizi ve informal mülakatlar) kullanılmıştır. Araştırmacının deneyimli bir öğretmen olması, katılımcı öğretmen adayları ile yaklaşık iki yıl ve öğretmenler ile zamanı değişmekle birlikte uzun yıllar tanışıyor olmasının toplanan verilerin anlamlandırılması ve yorumlanmasında ve aynı zamanda Hawthorne etkisini azaltarak inanırlığı arttıracak düşünülmemektedir.

Tutarlık, araştırmacının araştırma sürecini uygun ve dikkatli bir biçimde yürütüp yürütmediği ile ilgilidir. Dolayısıyla araştırma yönteminin araştırma sürecinde zamanla, araştırmacılar ve kullanılan veri toplama teknikleri ile tutarlı olması gerekmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Tutarlılığın sağlanması için alınabilecek önlemler, Üçgenleme, araştırma sürecinin açık olması, araştırılan durum, kişi(ler), bağlam ve yöntemin tanımlanması ve kullanılan materyallerin pilot çalışmasının yapılması olarak ifade edilmektedir. Üçgenleme yöntemi inanırlıkta olduğu gibi tutarlığın sağlanması için de kullanılabilir (Robson, 1993; Alev, 2003). Araştırma sürecinin açık, sistematik, iyi belgelendirilmiş ve önyargılardan uzak olması tutarlığı test etmede alınabilecek önlemler olarak görülmektedir (Robson, 1993; Miles ve Huberman, 1994; Alev, 2003). Bu çalışmada metodolojik üçgenleme kullanılmış, araştırma sürecinde izlenen basamaklar, katılımcılar, bağlam ve yöntem açık bir şekilde tanımlanmaya çalışılmış ve PAB testi için pilot çalışma yapılmıştır. Araştırmanın temel aşamalarının ve araştırmacının konumu ve yaklaşımı ile ilgili ayrıntılı bilgi vermek nitel çalışmalarda tutarlığı artıracak önlemlerdendir (Lincoln ve Guba, 1985; Alev, 2003).

Doğrulanabilirlik, araştırma sürecinin yeterliliğini yargılamanın ötesinde bulguların gerçekten verilerden gelip gelmediği ile ilgili değerlendirmedir (Robson, 1993). Doğrulanabilirlik ile ilgili nitel araştırmacılar, yeterince ham verinin sunulması, işlenmiş veriler ve analiz ürünleri, özetler, sürece ilişkin notlar, orijinal öneri, kişisel notlar, beklentiler, veri toplama araçları ve geliştirilmeleri ile ilgili bilgilerin sunulması olarak

ifade edilmektedir. Bu çalışmada doğrulanabilirliğin sağlanması için, veri toplama yöntem ve süreçleri ile veri analizleri açık bir şekilde tanımlanarak, bulguları destekleyecek doğrudan alıntılar yapılarak yeterince ham veri okuyucuya sunulmuştur. İşlenmiş veriler ve analiz ürünleri; kısa notlar, yansıtıcı alan notları eklerde okuyucuya sunulmuş ve veri toplama araçları ve geliştirilme süreçleri hakkında bilgi verilmiştir.

Aktarılabirlik ise bulguların daha geniş durumlara ve evrene uygulanabilirliği ile ilgilidir (Robson, 1993). Nitel araştırmalarda genelleme birinci araştırmacının hedefi değildir. Genelleme okuyucular ve diğer araştırmacılar aracılığı ile doğal genelleme yolu ile gerekleēebilir (Stake, 1995; Alev, 2003). Burada birinci araştırmacının görevi yapmış olduğu araştırmanın başından sonuna kadar bütün süreci ve yöntemini açık anlaşılır bir Şekilde betimlemesi ve okuyucu ve araştırmacılara doğal genellemenin sağlanabilmesi için fırsat oluşturması gerekmektedir. Bu araştırmada doğal genellemeye olanak sağlaması bakımından araştırmanın PAB'a ilişkin teorik çerçeveden, seçilen yöntemler ve nedenleri ile veri toplama araçları ve verilerin analizine kadar geçen sürece ilişkin ayrıntılı açıklamalar yapılmaya çalışılmıştır.

2.8. Araştırmada Etik

Araştırmada ilk olarak araştırmanın yürütüldüğü kurumlar için İl Milli Eğitim Müdürlüğünden izin alınmış ve katılımcıların araştırmaya gönüllü olarak katılması için n görüşmeler yapılmıştır. Araştırmaya başlamadan önce, katılımcılara rızaları alınarak isimlerinin hiçbir yerde açığa çıkmayacağı (Cohen vd., 2000), katılımcıların herhangi bir Şekilde zarar görmeyecekleri ve mahremiyetlerinin ve paylaşılan sırların korunacağı (Drew vd., 1996) konularına ilişkin söz verilmiş ve araştırma boyunca buna uyulmuş ve uyulmaya da devam edilecektir.

2.9. Araştırmacının Rolü

Wellington (2000) eğitim araştırmacılarının, araştırmalarında esas araç olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacının ana hedefi ise, farklı veri toplama teknikleriyle elde edilen verileri yorumlamak (Stake, 1995) ve okuyucunun araştırılanı anlayabileceği hale dönüştürmektir. Fizik ğretmen adaylarının ve fizik ğretmenlerinin PAB'ını belirlemek amacıyla yapılan

bu çalışmada, veri toplama araçlarının uygulanması, öğretim uygulamalarının kayıt altına alınması ve informal mülakatların yürütülmesi araştırmacı tarafından bizzat gerçekleştirilmiştir. PAB testleri hem öğretmen adaylarına hem de öğretmenlere araştırmacı gözetiminde uygulanmıştır. Gözlemler sırasında, araştırmacı uygulamaları hem video/ses kayıt cihazı ile kayıt altına almak, hem de alan notları tutmak için sınıfta doğal ortamı bozmamaya dikkat ederek uygun bir yerde oturmuştur. Araştırma süresince, yapılan çalışmaya ve toplanan verilere herhangi bir önyargının dâhil olmaması için, gözlemler video ve ses kayıt cihazları ile kaydedilmiş, farklı veri toplama teknikleri ile farklı zamanlarda toplanan tüm verilerin analizi sistematik yollar takip edilerek yürütülmüş ve bulgular yeterince doğrudan alıntılar yapılarak ham veriler ile desteklemiştir. Uygulamalar sonrasında yapılan informal mülakatlar, katılımcıların uygulamaları ile ilgili görüşlerini ve yansımalarını almak için daha rahat olabilecekleri düşünülen ayaküstü sohbetler şeklinde yapılmıştır. Araştırmacının deneyimli bir fizik öğretmeni olması hem eski hem de yeni programları uygulamış olması, katılımcı öğretmenlerin öğretimlerini ve düşüncelerini daha doğru anlamasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. Nitel araştırmacının rolünü Bogdan ve Biklen (1992, s.78) aşağıdaki gibi özetlemektedir:

“Sonunda bir araştırmacı, geçerken öylesine uğrayan değil, amaçlı ziyarete gelen; her şeyi bilen değil, öğrenmek için gelen; katılımcılar gibi olmak isteyen değil, onlar gibi olmanın nasıl bir şey olduğunu anlamak isteyen birisidir.

Bu bölümde, yapılan çalışmalara ilişkin bilgiler sunulmuş ve izleyen bölümde, çalışmada toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde, fizik öğretmen adayları ve öğretmenlerin 9. sınıf Elektrik ve Manyetizma konusunda pedagojik alan bilgilerinin, konu alanı bilgisi, öğretim sunumları bilgisi, öğrenci bilgisi ve oryantasyon bileşenleri ile ilgili bulgular yer almaktadır. PAB testlerinden, gözlemler, mülakatlar ve ders planlarından elde edilen bulgular, sırasıyla alan bilgisi, öğretim sunumları bilgisi, oryantasyonlar ve öğrenci bilgisi başlıkları altında sunulmuştur. Alan bilgisi bölümünde, PAB testindeki her bir soruya ait sınıflandırmaları gösteren tablolar yer alırken, öğretim sunumları, oryantasyonlar ve öğrenci bilgisi hakkındaki veriler, her bir aday ve öğretmen için ayrı tablolar halinde verilmiştir. Öğretim uygulamaları sırasında öğretmen adaylarından A₁, A₃, A₄, A₅, A₆ ve A₇ adaylarının ve öğretmenlerin (Ö₁, Ö₂, Ö₃, Ö₄, Ö₅ ve Ö₆) uygulamaları gözlem, ders planları ve informal mülakatlar yolu ile incelenmiştir. Bulguların sergilenmesinde her bir veri toplama tekniğinden elde edilen verilerin ayrı ayrı ele alınmasından ziyade, farklı veri toplama tekniklerinden elde edilen veriler paralel bir şekilde analiz edilmiş ve birlikte sunulmuştur.

3.1. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Konu Alanı Bilgisi

Bu bölümde, PAB testinde her sorunun a kısmında bulunan Elektrik ve Manyetizma ünitesi alan bilgisi sorularının analizinden elde edilen veriler yer almaktadır. Lise 1 Fizik Dersi Programı'na göre öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma ünitesi ile ilgili olarak sahip olmaları gereken kazanımlar iki kısımda verilmiştir:

1. Elektrik akımı ile ilgili kazanımlar (1.1–1.2–1.3–1.4)
2. Elektrik akımının manyetik etkisi ile ilgili kazanımlar (2.1–2.2)

PAB testinin öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin alan bilgilerinin belirlenmesine yönelik kısmını, elektrik akımı ile ilgili kazanımlara ilişkin 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15. sorular, elektrik akımının manyetik etkisi ile ilgili kazanımlara yönelik ise 3, 6 ve 12. sorular oluşturmaktadır.

3.1.1. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Elektrik Akımı ile İlgili Alan Bilgileri

Bu bölümde, katılımcıların her soruya PAB testinde verdikleri cevaplardan ve ilgili olduğu konuda öğretim yapmış olanların gözlem, ders planı ve görüşmelerinden elde edilen veriler sunulmaktadır.

Tablo 14. Soru 1'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₂ , A ₇ , A ₁₂	A ₁₀ , A ₁₂	A ₂ , A ₃	A ₃ , A ₁₂	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	A ₃	---	---	---	---
Yanlış	A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₃	Ö ₁
Kavram Y.	A ₁	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₁₁	A ₁ , A ₆ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁	A ₁ , A ₂ , A ₆ , A ₁₁	---
Boş	---	---	---	---	---

Tablo 14'den görüldüğü gibi tüm katılımcılar birinci soruyu tüm uygulamalarda cevaplandırmışlardır. Kavram yanlılığı sergileyen aday sayısının ilk uygulamadan sonra arttığı, yanlış cevap verenlerin sayısının azalarak kavram yanlılığına dönüştüğü görülmektedir. Yanlış cevap ile kavram yanlılığı cevapları arasındaki bu geçişler, verilen cevapların telin direncinin ihmal edilmesinden dolayı değil uzunluğun etkisinin olmadığını düşünülmesinden kaynaklandığını göstermektedir. Öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu adaylardan farklı olarak soruyu doğru olarak cevaplandırmıştır. Bu soruda iletkenin boyunun değiştirilmesinin parlaklığa etki etmeyeceğini açıkça ifade eden adayların bu cevapları kavram yanlılığı olarak değerlendirilmiştir. Buna aşağıdaki alıntılar örnek olarak gösterilebilir:

Lambaların parlaklıkları eşittir. Bağlanma şeklinde tellerin farklı uzunlukta olması durumu değiştirmez (A₆)

Tellerin uzunluğunun parlaklıkla ilgili yoktur (A₉)
Eşittir tel uzunluğu etkilemez Lambalar paralel (A₁₁)

Sadece aynı potansiyel altında olmalarından dolayı parlaklığın değişmeyeceğini ifade eden adaylar (A₄, A₅, A₈ ve A₁₃) ise yanlış kategorisinde değerlendirilmiştir:

Lambalar paralel bağlandığı için voltaj aynı olduğundan parlaklıklar eşittir. (A₄, A₅, A₇, A₈, A₉, A₁₀, A₁₁, A₁₃)

Doğru kategorisinde bulunan öğretmen adayları ve öğretmenler, telin uzunluğunun az da olsa parlaklığı nasıl etkileyeceğini açıklamaktadır. İlk uygulamada eksik cevap veren A₃ adayı ise teldeki ısı kaybı nedeniyle enerji kaybının parlaklıkta değişime neden olacağını belirtmiş, üçüncü ve dördüncü uygulamada ise doğru cevap vermiştir.

Bu soruya ilişkin öğretmenlerden Ö₁ öğretmeni hariç diğer öğretmenler bu soruyu doğru olarak cevaplandırmıştır. Ö₂ öğretmeni öğretim uygulamaları sırasında, iletken tellerin de belirli bir dirençleri olduğunu ancak devredeki dirençler kadar büyük olmadığı için ihmal edildiğini vurgulamıştır. Buna Ö₂ öğretmenin aşağıdaki sınıf içi diyalogu örnek olarak gösterilebilir (209–220):

- (209)Ö₂:Aslında her şey direnç gösterir. Bir araba hiç yere temas etmese yine dirençle
 (210)karşılaşır. Nedir?
 (211)Ö: Hava
 (212)Ö₂:Dedik ya direnç her şekilde var mesela su boru içinde giderken boru ona karşı
 (213)direnç gösterir. Çeşidine göre. Aynı şekilde sayaçların içinde dirençle karşılaşılır ama
 (214)küçük asıl büyükler nerdeydi, su deposundaki büyük pervaneydi, çarktaydı. Şimdi
 (215)aynı şekilde bunu siz boru gibi düşünebilirsiniz yani demirdi bakırdı suyu
 (216)engelliyordu. Bu da demirin cinsine göre demirdi bakırdı bu tel de cinsine göre direnç
 gösterir.
 (217)Ö: Hocam bakır...
 (218)Ö₂:Ama biz ne yapıyoruz ihmal ediyoruz tamam mı? Aynı şekilde ampermetre
 (219)içerisinde de direnç var ama bunu da ihmal ediyoruz niye? Çünkü çok küçük direnç
 (220)olduğu için.

Ö₃ öğretmeni ise bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunu açıklarken tahtaya silindirik şeklinde bir direnç ve bu dirence bağlı teller ile oluşturulmuş basit bir elektrik devresi çizmiştir. Silindirin direnci R olarak ifade edildikten sonra, öğretmen öğrencilere bağlantı kablolarının da iletken olduklarını ve silindirinki gibi dirençleri olduğunu ancak direnç çok küçük olduğu için ihmal edildiğini ifade etmiştir. Ayrıca seri bağlı devrelerin öğretimi sırasında, birbirine seri bağlı üç dirençten oluşan bir devre üzerinde açıklama yaparken iletken tellerin de direnci olduğunu ancak hesaba katılmadığını belirtmiştir:

iletken tellerin de dirençleri var ama hesaba katmıyoruz diğer dirençlere göre küçük olduğu için. (Ö₃, gözlem)

Ancak Ö₄ öğretmeni ders planlarında kısa devre ile ilgili problem çözümlerinde üzerinde direnç bulunmayan iletken telleri dirençsiz yol olarak ifade etmektedir. Yine Ö₅

öğretmenin, lambaların parlaklıkları ile ilgili problem çözümleri sırasında iletken telleri dirençsiz yol olarak tanımladığı dikkati çekmektedir:

Anahtar kapatıldığında akım dirençsiz yolu tercih edeceğinden K lambası yanmaz. (Ö₅, gözlem)

Tablo 15’de ikinci soruya verilen cevaplar sergilenmiştir.

Tablo 15. Soru 2’ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	---	---	---	---	---
Eksik	A ₃ , A ₈ , A ₉	A ₄ , A ₅ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Yanlış	A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₁₁ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₁ , A ₃ , A ₇	A ₁₁ , A ₉ , A ₅ , A ₇	---	---
Kavram Y.	A ₁ , A ₂ , A ₅ , A ₁₃	A ₈	A ₃ , A ₈	---	---
Boş	---	A ₂ , A ₆	A ₄ , A ₆ , A ₁₃	A ₆	---

İkinci soruya doğru cevap veren öğretmen adayının ve öğretmenin olmadığı, ilk üç uygulamada yanlış cevap veren, cevap vermeyen ya da kavram yanılgısına sahip öğretmen adaylarının son uygulamada eksik cevap kategorisinde yer aldıkları görülmektedir. Verilen eksik kategorindeki cevapların M.E.B Lise 1 Fizik ders kitabındaki açıklama ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu açıklamaya göre, “elektronlar pilden aldıkları enerjiyi titreşim hareketi ile diğer elektronlara aktarır. Böylece elektronların hareketi sağlanarak elektrik akımı oluşmuş olur” (s.177). A₁ adayının ders planına dâhil ettiği

“pilin uçları arasındaki potansiyel fark yüzünden oluşan enerji iletken teldeki serbest elektronlara bir kuvvet uygular. Bu kuvvetin etkisiyle elektronlar pilin – kutbundan + kutbuna doğru bir titreşim hareketi yapar. Elektronların bu hareketine elektrik akımı denir”

açıklamasını öğretim uygulamaları sırasında öğrencilere aktardığı yapılan gözlemlerde belirlenmiştir. Ders kitabından alınan bu açıklama, öğretim sırasında öğrencilerden biri tarafından okunmuştur. Yine adayın ders planına ders kitabından aktarılan bölüm (s.177) elektronların titreşim hareketini ve enerji aktarımını açıklamaktadır:

...Negatif yükler pilden enerji alır. Hareketli bilyenin durmakta olan bilyelere çarpınca enerjisinin bilyelere aktarılması gibi pilden enerji alan elektronlar da bu enerjiyi bir titreşim hareketi ile başka elektronlara aktarırlar. Böylece elektronların hareketi sağlanır. Pilin negatif kutbundan enerjisini alan elektron devrede kaybolur. Elektron sayısında bir azalma olmaz. Aslında elektronlar enerjiyi birbirine aktarır...(A₁, ders planı)

A₄ ve A₇ adaylarının elektronların hareketi ve elektrik akımının oluşumunu A₁ adayına benzer şekilde açıkladıkları görülmektedir (A₄: 31–32; A₇: 133–138):

(31)A₄: Elektrik akımının da elektronların titreşim hareketi yaparak enerjilerini birbirine (32) aktararak bu zincirleme reaksiyona da ne diyoruz? Elektrik akımı.

(133) A₇: Devrede pilin olmasından dolayı iletken teldeki serbest elektronlara bir kuvvet

(134) uygulanır. Bu kuvvetin etkisiyle elektronlar pilimiz...

(136) A₇: Elektronlar pilin eksi kutbundan artı kutbuna doğru bir titreşim hareketi yaparlar.

(137)A₇:Elektronların bu hareketine biz ne diyoruz? Elektrik akımı diyoruz. Yani

(138)elektronların taşınması, elektrik akımı diyoruz. Elektronlar nasıl taşınıyor?

Elektronların yavaş hareket etmesine karşın elektrik akımının nasıl hızlı olduğuna dair A₇ adayın açıklamaları öğrencileri yeterince tatmin etmediği gözlenmiştir (160–163; 196–207):

(160) A₇: Elektronların hareketi nasılmış? Birbirlerini titreştirerek birbirlerini hareket

(161) ettirerek. Şimdi elektronların normal hızı çok az, çok düşüktür ama anahtara

(162) bastığımızda, düğmeye bastığımda hemen elektrik gelir.

(163)Ö: Kablonun her yerinde elektronlar olduğu için

...

(196) A₇: Bir titreşim hareketi yaparlar değil mi?

(197) Ö: Titreşim derken?

(198) A₇: Birbirini itmesi şeklindedir. Bir elektron diğerini itiyor, o şekilde enerji aktanlıyor.

(199) Bir elektron diğer elektronla titreştiği zaman enerjini diğerine veriyor, o şekilde...

(199) Ö: Enerji aktarılıyor.

(200) A₇: Hah, elektrik enerjisi dolayısıyla elektrik akımı taşınıyor. Anlaşıldı mı burası

(200) titreşim hareketi...

(201) Ö: Peki diğer elektronlar ne yapıyor? Bunlar serbest elektronlardı ya?

(202) Ö: O onu itiyor...

(203) A₇: Bütün elektronları açıklamamı mı istiyorsun?

(204) Ö: Yok hayır bunlar serbest elektrondur ya.

(205) A₇: Onlar hareket etmiyor, sadece serbest elektronlar.

(206) Ö: Ötekiler ne yapıyor

(207) A₇: Titreşim hareketi yapar yazdık mı?

Ö₂ ve Ö₄ öğretmenlerinin elektrik akımı ile ilgili açıklamalarının öğretmen adaylarının ve birbirlerinin açıklamalarına benzer olduğu görülmektedir (Ö₂:133–136; 149–151):

(133) Ö₂: Şimdi siz pillerin ucuna böyle iletken tel bağladığınız zaman şuradaki potansiyel

(134) farkta olduğu gibi pilde de potansiyel fark olduğu için ne yapıyor bir enerji aktarımı

(135) oluyor. Ne ile oluyor elektronlarla. Nedir o iletken teldeki elektronlar var pilin bir

(136) ucundan enerjiyi alıyor diğerine aktarıyor. O da ne yapıyor hareket ediyor

...

(149) **Ö₂**: Bir iletken tel içerisinde bulunan elektronlar da pilden aldığı enerji ile harekete

(150) başlıyor hareket eden enerjisini bir diğerine aktarıncı o da harekete başlıyor. Bu

(151) şekilde elektronların hareketi sonucu elektrik akımı oluşur.

...

Ö₄: Negatif yüklere kuvvet etki eder elektronlar üzerlerindeki enerjiyi iletirler. Elektronlar zeki varlıklardır. Üzerlerindeki enerjiyle oradan oraya dolaşmazlar. Titreşimle aktarırlar yanındakine... (Ö₄, gözlem)

Tablo 16, dördüncü soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 16. Soru 4'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	---	---	A ₁₀	A ₁₀	---
Eksik	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₈ , A ₁₁ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₈	A ₂ , A ₃	Ö ₁ , Ö ₅ , Ö ₄ , Ö ₃
Yanlış	A ₅ , A ₇	A ₄ , A ₉ , A ₁₁	A ₇ , A ₉ , A ₁₁ , A ₁₂	A ₁ , A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₂ , Ö ₆
Kavram Y.	A ₄ , A ₁₀	A ₁₀	A ₄ , A ₅	A ₁₁	---
Boş	A ₉ , A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₆ , A ₈	---

Tabloda görüldüğü gibi dördüncü soruya doğru cevap veren öğretmen bulunmazken bir öğretmen adayı soruyu doğru olarak yanıtlamıştır. İlk iki uygulamada adaylar eksik kategorisinde yoğunlaşırken, üçüncü uygulamadan itibaren yanlış kategorisinde artış görülmektedir. Verilen yanlış cevapların oldukça çeşitli olduğu görülmektedir:

Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi DC, tribün yardımıyla hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi AC dir. (A₅, PAB testi)

DC dirençten veya iletken telden elde edilen, AC bobinden elde edilen akımdır. (A₇, PAB testi)
DC'da akım değişmez, AC'da akım değişir. (A₄, A₁₂, A₁₃, PAB testi)

DC güç kaynağında aynı şiddetle potansiyel fark oluşturulan akımdır, AC değişken üreteç ile üretilen akımdır. (A₁, PAB testi)

Bu soruyla ilgili katılımcıların sahip olduğu kavram yanlışlarının;

Akımın voltaj değeri vardır. (A₄, A₁₀, PAB testi)

Alternatif akım dalga hareketidir. (A₅, A₁₁, PAB testi)

A_4 adayı birinci uygulamada doğru akımı, sabit frekansta voltaj değeri sabit olan akım, alternatif akımı ise sinüsel fonksiyon gibi değişik volt değerleri alan akım olarak tanımlamıştır. İlk iki uygulamadaki eksik cevap sayısının üçüncü ve dördüncü uygulamalarda azaldığı, ilk iki uygulamadaki yanlış cevap sayısının üçüncü ve dördüncü uygulamalarda arttığı görülmektedir.

Bu soruya eksik cevap veren katılımcıların cevaplarından bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

DC zamanla değişmeyen AC zamanla sinüsel değişen akımdır (A_6, A_7, A_8)
 DC yönü ve şiddeti sabit olan akım, AC yönü ve şiddeti periyodik olarak zamanla değişen akımdır (\ddot{O}_4, \ddot{O}_3)
 DC yönü ve değeri (şiddeti) sabittir, AC'nin yönü ve şiddeti sürekli değişir (\ddot{O}_1, \ddot{O}_5)

Yanlış cevap veren \ddot{O}_2 ve \ddot{O}_6 öğretmenleri, doğru akım ile alternatif akım arasındaki fark aşağıdaki gibi açıklamışlardır.

DC'da akım değişmez, AC'da akım değişir (\ddot{O}_2 , PAB testi)
 DC şiddeti zamanla değişmeyen, AC şiddeti periyodik olarak değişen akımdır (\ddot{O}_6 , PAB testi)

Burada doğru akım devrelerinde akımın şiddetinin sabit olma zorunluluğunun olmadığını ancak yönünün tek yönlü olduğunu, alternatif akım devrelerinde ise akımın şiddetinin değişebileceği ve devrede iki yönde akacağını belirtmemesi nedeniyle \ddot{O}_2 ve \ddot{O}_6 öğretmenlerinin cevapları yanlış kategorisine dâhil edilmiştir.

Tablo 17, beşinci soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 17. Soru 5'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
Doğru	$A_2, A_3, A_4, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}$	$A_1, A_2, A_4, A_6, A_9, A_{10}, A_{12}$	$A_2, A_4, A_6, A_7, A_9, A_{10}, A_{12}$	$A_1, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}$	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_3, \ddot{O}_4, \ddot{O}_5, \ddot{O}_6$
Eksik	A_{13}	A_5, A_7, A_{13}	A_5, A_{13}	A_2	---
Yanlış	A_1, A_5	---	A_{11}, A_1	---	---
Kavram Y.	---	A_8	A_2, A_6, A_8	---	---
Boş	---	A_3, A_{11}	A_3	A_{13}	---

Beşinci soruya ilk uygulamada 10 aday doğru cevap verirken ikinci ve üçüncü uygulamalarda bu sayı 8'e düşmüş, son uygulamada 11'e çıkmıştır. İlk üç uygulamada eksik, yanlış ve kavram yanılgısı grubundaki adayların, son uygulama ile doğru grubunda toplandığı görülmektedir. Burada A₈ adayının elektronların hareketinin E alanı oluşturduğu kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Birinci ve üçüncü uygulamada yanlış, ikinci ve dördüncü uygulamada soruya doğru cevap veren A₁ adayı, öğretim uygulamaları esnasında elektrik akımının yönünü öğrencilere yanlış açıklamıştır. Öğrencilere elektrik akımı neden eksiden artıya doğru gider? şeklinde soru yönelten adaya, sınıf içerisinde akım yönü artıdan eksiye değil miydi? sorusu gelmiştir. Aday ise eksi kutbun enerjisinin yüksek, artı kutbun enerjisinin düşük enerjili olmasından dolayı akımın eksiden artıya doğru olduğu açıklamasını yapmıştır. Dersin ilerleyen bölümlerinde aday hazırladığı power point sunumunda bulunan şekil üzerinde elektrik akımı yönünün artıdan eksiye, elektronların yönünün ise eksiden artıya doğru olmasından dolayı açıklamasını bu şekilde değiştirmiştir. Dersin sonunda, uygulama öğretmeni Ö₆, adaya dersin ilk dakikalarındaki bu hatasını hatırlatmıştır:

Ö₆: Yanlış bilgi verdin. Yüksek enerjili kutup eksi, düşük enerjili kutup artı dedin hâlbuki tam tersi olmalıydı. ... (Ö₆, informal mülakat)

İkinci ders saatinde ders kitabında yer alan “Elektrik Akımının Ölçelim” etkinliğini yapan A₁ adayı deney esnasında ampermetrenin sapma yönünü açıklarken elektrik akımının yönünü genel kabulün aksine elektronların hareket yönü ile açıklamıştır (91–93; 161–164; 245–247; 258)

(91) ...pilin demiştik, eksi ve artı kutupları dimi? Eksiden elektronların
(92) hareketleri başlıyordu. Elektronların hareket yönü ne tarafa olacak? Hani
(93) gözlemleyebiliyoruz...

...
(161) A₁: Elektronların hareketini anlatırken nasıl göstermiştim. Güç kaynağının eksi
(162) kutbundan harekete başlıyor demiştik değil mi? Eksi kutbundan harekete
(162) başlıyor elektronlar, geliyor...
(163) Ö: Eksiden artıya
(164) Ö: Ha...

...
(245) A₁: Bakıyoruz. Güç kaynağından enerjisini alan elektron eksi kutuptan çıkıyor artı
(246) kutupta tamamlanıyor. Elektronun hareketi eksiden çıkarak şu şekilde bir yönelme
(247) yapması lazım [ampermetre üzerinde ibrenin yönünü gösteriyor]. Onu
(247) gözlemliyoruz.

...
(258) A₁: Dimi sağa? Elektronların hareket yönündedir. Bunu gördük.

Adayın deney esnasında ampermetrenin artı ve eksi kutuplarının önemi olmadığını öğrencilere ifade ettiği görülmektedir. Ancak aday ampermetrenin kutuplarının yerini değiştirerek, devrede akımın yönünün değişmesini sağlamıştır. Adayın deney esnasında ders kitabında yer alan yönergelerden birini farklı şekilde uyguladığı dikkati çekmektedir. Etkinlikte, ilk adımda ampermetrede akım yönü belirlendikten sonra üretcin kutuplarındaki bağlantının ters çevrilmesi ifade edilirken, üretcin kutupları değil, ampermetrenin kutupları ters çevrilmiştir.

A₁: Sağa. Sonucumuz sağa. Nedeni ne olabilir sizce? Var mı açıklamak isteyen? Aslında duymuş olmanız lazım.

Ö: [sessizlik]...

A₁: Neden olabilir?

Ö: [sessizlik]...

A₁: [Aday ampermetreyi gösterir] Şuradaki artı ve eksiye düşünme. Bunlara bakma. Üreteçtekiler önemli. Bu ampermetre.

A₅ adayı beşinci soruyu ilk uygulamada yanlış, ikinci ve üçüncü uygulamada eksik olarak cevaplandırırken, son uygulamada doğru cevaplandırmıştır. Aday ilk dersinde, uygulama öğretmen tarafından işlenen konuları tekrar ederken, elektrik akımının ve elektronların yönünün farklı olduğundan bahsetmemiş ve uygulama öğretmeni ders sonrası kendisine bu durumu hatırlatmıştır. Bu durumun nedenini aday şu şekilde açıklamıştır:

Bilerek bahsetmedim. Yönler farklı. Neden farklı anlamadım, anlatmadım. Öğrenci soru sorarsa ne diyeceğim. Ben anlamadığım şeyi nasıl anlatabilirim? Kitap da açıklamamış... (A₅, informal mülakat)

Soruya sadece ikinci uygulamada eksik kategorisinde cevap verip diğer uygulamalarda doğru cevap veren A₇ adayı, öğretim uygulamaları esnasında, bataryanın kutuplarının ters bağlandığı bir devrede elektrik akımının yönünü – kutuptan + kutba doğru gösteren öğrencinin hatasını fark ederek düzeltmesini sağlamıştır.

Ö₂ öğretmeni, elektrik devresindeki elektrik akımı ve elektronların yönünü,

”Aslında bu elektron hareketi eksi ucundan artı ucuna doğru oluşur. Ama biz akımın yönünü artıdan eksiye doğru kabul edeceğiz bu önceden bu şekilde kabul edilmiş daha sonra gelişen teknoloji sayesinde elektronların eksiden artıya doğru gittiği anlaşılmış ancak sonucu değiştirmemek için devre elemanlarında değiştirilmemiş. Neymiş elektronların yönü eksiden artıya, akımın yönü ne tarafa doğru alıyoruz? Artıdan eksiye doğru ne ile gösteriliyor akım i harfi ile gösteriliyor birimi de amperdir”

şeklinde açıklamıştır. Öğretmen bunun yanında çift yönlü bir ampermetre ile öğrencilere akımın yönünü göstermeyi amaçlamıştır (449–452):

- (449) Ö₂: Ampermetre eksi artı neyi gösteriyor onu da söylemem lazım size akımın yönünü
 (450) belirlemek için yani akımın ne tarafa doğru gidiyor? Güç kaynağını ters bağlayacağız.
 (451) Evet, oynamadı acaba bizim ampermetre mi bozuk. Diğer ampermetreyi de getir. Çok
 (452) fazla oynamasını beklemiyoruz da. Çok küçük de olsa oynama olmasını istiyorum...

Ö₃ öğretmeni, elektrik devresinde elektronların yönünün eksiden artıya doğru, elektrik akımının ise artıdan eksiye doğru olduğunu ifade etmiş ancak nedeni hakkında bir açıklamada bulunmamıştır. Elektrik akımının oluşması için bataryanın kutupları arasında bir potansiyel fark olması gerektiğini, fark yoksa üreticinin enerji veremeyeceğini ifade etmiştir.

Ö₄ öğretmeni elektrik devresinde elektronların yönünün eksi kutuptan artı kutba doğru olduğunu, elektrik akımının tersi yönde olduğunu, nedenini ise şu şekilde ifade etmiştir:

- Ö₄: Elektronların yönü eksiden artıya, akımın yönü ise artıdan eksiye doğrudur. Niye böyle?
 Ö: Eskiler öyle sanıyormuş.
 Ö₄: Bilim geliştikçe elektronların hareket ettiği öğrenilmiştir. Ama akımın yönü kabullenmedir. Önceden öyleydi öyle kaldı.

Öğretmen adayların ve öğretmenlerin bu soruyla ilgili açıklamalarının birbirine oldukça benzer olduğu dikkati çekmektedir ve bunun da ders kitabındaki açıklamalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 18, yedinci soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 18. Soru 7'ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	---	---	---	---	Ö ₁
Yanlış	A ₅	A ₅	A ₅	---	---
Kavram Y.	---	---	---	---	---
Boş	---	---	---	---	---

Yedinci soruda 12 aday ilk üç uygulamada doğru cevap verirken son uygulamada bu sayı 13'e çıkmıştır. İlk üç uygulamada yanlış cevaplayan öğretmen adayı A₅'in de son uygulamada soruyu doğru olarak cevaplandığı görülmektedir. Bu sorunun tüm adaylar tarafından cevaplandırıldığı, boş bırakan adayın olmadığı görülmektedir.

A₁ adayı öğretim uygulamaları sırasında ampermetre ve voltmetrenin devrede bağlanma şekillerini ve bağlanma şekillerine göre ölçüm yapıp yapmayacaklarını incelemek için ders kitabında yer alan etkinlikleri düzenlemiştir. Adayın ampermetrenin bağlanmasında ve akımı ölçmesinde her hangi bir problemle karşılaşmadığı ancak voltmetrenin bağlanmasında bazı problemlerle karşılaştığı görülmüştür. Voltmetrenin seri bağlanması durumunda öğrencilerden voltmetrenin ölçüm yapıp yapmayacağına dair tahmin yapmaları istenmiştir. Üreteç açıldığında voltmetrenin ölçüm yapmasına şaşırın aday, gözlemci bir başka adayın voltmetre üzerindeki bağlantıyı 3 Volttan, 1,5 Volta değiştirmesi önerisinden sonra voltmetrenin ölçüm yapmadığı gözlenmiştir (301–314):

- (301) A₁: Üreteci açınca voltmetremiz ölçüm yapacak mı?
 (302) Ö: Yapacak bence.
 (303) A₁: Yapacak diyor.
 (304) Ö: Evet yapacak.
 (305) A₁: Yapacak diyor, yapmalı diyor. Yazalım. Yapacak diye yazalım. Açayım gözlem yapın.
 (306) Ö: Yihu...
 (307) A₁: Eee. Seri bağladık ölçüm yaptık ya.
 (308) A₂: Ne?
 (309) A₁: Seri bağladık ölçüm yaptık.
 (310) A₂: Şimdi bir de 1,5 Voltu denesene.
 (311) A₁: Yine yapıyor ya...
 (312) Ö: Aaa yapmıyor bakın.
 (313) A₁: Evet yapmıyor.
 (314) Ö: Çünkü siz az önce şuraya bağladınız.

Voltmetrenin paralel bağlandığı durumda ölçüm yapması beklenirken ölçüm yapmadığı gözlenmiştir. Ters bağlantı yapılmış olabileceği düşünülerek bağlantılar değiştirilince voltmetrenin ölçüm yaptığı gözlenmiştir.

A₅ adayı potansiyel fark kavramını öğrencilere açıklamak amacıyla tahtaya biri diğerinden daha yüksekte bulunan iki nokta çizmiş ve bilimsel olmayan bir açıklama yapmıştır (519–524; 530–531):

- (519) Şimdi potansiyel fark deyince benim aklıma şu geliyor; [tahtaya biri diğerinden daha
 (520)yukarıda olmak kaydıyla iki nokta çizilir] aldığımız iki nokta arasında birbirine, iki
 (521)değeri var değil mi bunların? Şu nokta ve şu nokta. Bu iki nokta birbirleriyle etkileşim
 (522)halinde ve bu noktanın sahip olduğu değer bu noktanın üstünde, çok fazla ve de bunlar
 (523)birbirini dengelemeye çalışacak. Dengelemek için ne yapacak? Bu nokta bu noktaya

(524)doğru bir değer aktarımı yapacak değil mi? İşte bu değer aktarımına biz potansiyel fark (524)diyoruz.

...

(530)A₅: ...Üretecin artı ve eksi kutupları arasındaki sahip olunan potansiyellerin

(531) birbirini dengelemesi suretiyle oluşan olaya potansiyel fark diyoruz.

Oysaki adayın ders planındaki potansiyel fark tanımını ders kitabındaki (s.181) ile aynı

olup öğretim sırasındaki açıklamadan farklıdır:

Potansiyel fark iki noktanın potansiyellerinin farkı demektir. Pilin (+) ve (-) kutuplarının potansiyel farkıdır. Dolayısıyla pilin iki kutbu arasında potansiyel farkı vardır ve bu fark dengelenme eğilimindedir (A₅, ders planı)

A₇ adayı, PAB testinin tüm uygulamalarında soruyu doğru olarak cevaplandırmasına karşın, ampermetre ve voltmetrenin bağlantı şekillerini öğretim deneyimi sırasında anlatırken, ampermetrenin iç direncinin yüksek olduğunu, akımın direncin yüksek olduğu yerden geçmek istemeyeceğini, bu nedenle ampermetrenin devreye paralel bağlanması durumunda kısa devrenin gerçekleşeceğini belirtmiştir (251–256):

(251) Ö: Ampermetre devreye paralel bağlansaydı akımı tek bir koldaki ölçülecekti. Diğer

(252) kollardaki ölçülmeyecekti.

(253) A₇: Bir ampermetrenin iç direnci çok yüksek. Akım, direnci yüksek olan bir yerden

(254) geçmek ister mi? Ben eğer devreye paralel bağlarsam kısa devre olur. Kısa devreyi

(255) biliyor muyuz?

(256) Sınıf: Evet

Aday, uygulama öğretmeni Ö₄ tarafından ders sonunda bu karışıklık konusunda bilgilendirilmiştir. Ancak aday aynı hatayı sonraki hafta tekrarlamıştır. Uygulama öğretmeni, öğretmen adayını “voltmetrenin içinden akım geçer dedin ama iç direnci büyük olduğu için akım geçmez” şeklinde 3. ders uygulamasının sonunda ikinci kez uyarmıştır.

PAB testinde soruyu eksik olarak cevaplandıran Ö₁ öğretmenin ampermetrenin ve voltmetrenin bağlanma şekillerinin nedenlerini açıklamadığı, öğretim sırasında ise ampermetrenin seri bağlanmasının nedenini ampermetrenin iç direncinin büyük olması olarak açıkladığı görülmektedir (59–64):

(59)Ö₁: Buradan çıkan kabloların bir yere bağlı olması lazım ya da ampermetrenin

(60)düzgün çalışması için devreye seri bağlanması lazım paralel bağlanırsa çalışmaz

(60)değil mi? Niye?

(61)S: Niye?

(62)Ö₁: Çünkü iç direnci çok

(63)S: Az

(64)Ö₁: Büyük. Hep tersini söylüyorsunuz.

Ö₂ öğretmeni ise ampermetre ve voltmetrenin bağlanma şekillerini ve nedenlerini benzeşimler esnasında açıklamıştır (172–180;191–204):

- (172) Ö₂: Evet ampermetre. Ampermetre devreye nasıl bağlanır?
 (173) Ö: Hocam artı eksi.
 (174) Ö: Hocam eksiden artıya doğru.
 (175) Ö₂: Şimdi şöyle ben size çizeyim. Şimdi şöyle düşünün şu şekilde düşünün
 (176) evlerinizde sayaç var sayaç nereye bağlı?
 (177) Ö: Boruya
 (178) Ö₂: Boru geliyor evinize ulaşıyor. Borunun neresine bağlı?
 (179) Ö: Ortasına
 (180) Ö₂: Yani suyun geçtiği yere bağlı değil mi?
 ...
 (191) Ö₂: Sayacımızın şöyle bir şey pervanesi de var. Sayacımız tam borunun
 (192) arasına bağlı değil mi? O zaman bizim devreden geçen akımı ölçmemiz için ne
 (193) yapmamız lazım bu telin üzerine bağlamamız lazım ki ölçebilelim değil mi ne
 (194) kadar akım geçtiğini. Şuraya bağlayalım ki buraya ne yapsın ne kadar akım
 (195) geçtiğini ölçmüş olsun. Şimdi ben size bir şey anlattım dedim ki tribün su
 (196) deposundaki değirmendeki tribün ne yapıyor, suyu yavaşlatıyor değil mi ama
 (197) evlerimizdeki tribün sayaçlara bağlı olan pervane o kadar yavaşlatmıyor çünkü çok
 (198) basit bir plastikten yapılmıştır. Ne yapıyor? Amacı suyu yavaşlatmak değil suyu
 (199) ölçmekti. Dolayısıyla bu ampermetrenin de diyelim pervanesini düşünün. Ne
 (200) yapmayacak o kadar yavaşlatmayacak. Engellemeyecek azaltmayacak. Maddeye o
 (201) kadar direnç göstermeyecek. Bunun iç direnci çok...
 (202) Ö: Düşük
 (203) Ö₂: Çok küçük evet aferin şimdi. Dolayısıyla buradan geçen akımı ne yapmıyor
 (204) azaltmıyor ne yapıyor sadece ölçüyor. Peki, ben bu devreye pervane bağlarsam?

Voltmetrenin bağlanma şeklini ise laboratuvar ortamında gösteren öğretmen voltmetre ve ampermetrenin ters bağlandığı durumlarda devreden geçen akımı ölçerek bağlanma şekillerinin nedenlerini açıklamıştır (400–406;421–423; 432–447):

- (400)Fakat iki tane deney yapacağız birincisi iç direnci çok yüksek voltmetreyi devreye
 (401)seri bağlarsam neyi engelleyecek? Akımın geçmesini engelleyecek ama çok az
 (402)geçecek o kadar az geçecek ki ne yapıyoruz biz ihmal ediyoruz. O yüzden bir
 (403)devreye seri bağlıyoruz bir de paralel bağlıyoruz. Bu bizim devremiz olsun şu
 (404)lambayı bir yakın, biz bunu nasıl bağlayacağız paralel bağlayacağız.
 [Öğretmen burada lambanın da olduğu basit bir elektrik devresi kurar. Lamba yandıktan sonra
 voltmetreyi paralel bağlar]
 (405)Ö₂: Paralel bağlayalım sizde görebiliyor musunuz?
 (406)S: Evet
 ...
 (421)Ö₂: Voltmetreyi devreye seri bağladığımız zaman ne oluyordu iç direnci çok büyük
 (422)olduğu için?
 (423)S: Akımı engelleyecek mi?
 [voltmetre devreye seri bağlanır]
 ...
 (432)Ö₂: Devreye seri bağlıyorum evet lamba yanmadı. Bakıyoruz yine ölçüm yapıyor ne
 (433)kadar enerji verdiğimizizi gösteriyor voltmetre ama lamba yanmıyor. Niye lamba
 (434)yanmıyor.
 (435)S: Devreye seri bağlı olduğu için.
 (436)Ö₂: Devreye seri bağlı olduğu için akım geçiyor ama o kadar az geçiyor ki lambayı
 (437)yakacak kadar değil

- (438)S: Hocam şimdi ampermetre akım ölçüyor ya bunu devreye seri bağlasak akımı
 (439)ölçer mi? Görelim biz burada.
 (440)Ö₂: Evet deneyelim potansiyel var fakat ne yok akım yok niye akım yok?
 (441)S: Seri bağlı olduğu için
 (442)Ö₂: Ama ben demin birazda olsa akım geçiyor dedim neden bunu ölçmüyor çünkü
 (443)bu kadar duyarlı değil. Aslında daha duyarlı ampermetreler var.
 (444)S: Mini amper
 (445)Ö₂: Mini amperle ölçeriz azda olsa oynama yapar.
 (446)Sen mini amperi nerden biliyorsun.
 (447)S: Şurada mini yazıyor.

Ampermetrenin lambaya paralel bağlandığı durumda neler olduğunun gözlenmesi için deney yapılarak benzeşim kurulmuştur. Ampermetre devreye paralel bağlanmış ve lambada nokta kadar küçük bir ışık gözlenmiştir.

Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenleri ampermetre ve voltmetrenin bağlanma şekillerini ve nedenlerini çeşitli problemler üzerinde benzer şekilde açıklamalar yaparak belirtmişlerdir. Ö₃ öğretmenin uygulaması aşağıdaki alıntı ile açıklanabilir.

- Ö₃: Ampermetre nasıl bağlanır?
 Ö: Seri bağlanır.
 Ö₃: Paralel bağlarsak kısa devre olur değil mi? Niye seri bağlıyoruz?
 Ö: Akımı ölçmesi için
 Ö₃: Paralel bağlarsak direnç üzerinden akım geçmez, iç direnç ampermetrede sıfır olduğu için akım rahat geçecektir.
 ...
 Ö₃: Voltmetre iç direnci sonsuz fazla. Seri bağlansaydı direnç fazla olduğu için üzerinden akım geçmeyecektir. Bu yüzden devre uçları arasına paralel bağlanır.

Devre içerisinde çeşitli şekillerde bağlanan bu aletlerin, akımın izleyeceği yolu nasıl değiştireceği ve aletlerin ölçüm yapıp yapmayacağı ile ilgili örneklendirmeler yapılarak çeşitli problemler çözülmüştür.

Tablo 19, sekizinci soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 19. Soru 8'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	---	---	A ₂ , A ₃	A ₃ ,	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ ,
Eksik	A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ ,	A ₄ , A ₇ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ ,	A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁	A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₁₀ , A ₁₁	Ö ₂ , Ö ₃
Yanlış	A ₃ , A ₁₂	A ₂ , A ₅ , A ₁₃	A ₇ , A ₁₃	A ₉	Ö ₆
Kavram Y.	A ₁ , A ₄ , A ₆ ,	A ₁ , A ₆ , A ₈	A ₁ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₁₂	A ₁ , A ₄ , A ₈ , A ₁₂ , A ₁₃	---
Boş	A ₂ , A ₁₃	A ₃	A ₄	A ₂	---

Sekizinci soruyu sadece A_2 ve A_3 öğretmen adayları ile öğretmenlerin yarısının doğru olarak cevapladığı görülmektedir. Uygulamalar arasında eksik ve yanlış kategorisinde azalma, kavram yanlılığı kategorisinde artış görülmektedir. Tüm uygulamalar boyunca verilen cevapların eksik, yanlış ve kavram yanlılığı kategorilerinde yığılmış oldukları görülmektedir.

Eksik ve yanlış kategorilerinde cevap veren öğretmenlerin de olduğu görülmektedir. Anahtarın kapalı olduğu durumda $\Delta V = \mathcal{E} - I \cdot r$ eşitliğinde iç direnç r yerine dış devre direnci R 'nin kullandığı görülmektedir:

Anahtar açıkken $\Delta V = \mathcal{E}$, kapalı iken, $\Delta V = \mathcal{E} - I \cdot R$ ($A_3, A_7, A_{12}, \ddot{O}_6, PAB$ testi)

Kavram yanlılığı sergileyen öğretmen adaylarının genel olarak ifade ettikleri kavram yanlılığı anahtarın açık olduğu durumda potansiyel farkın oluşmayacağı ifadesidir:

Açık bir devrede üreticinin uçları arasındaki potansiyel fark sıfırdır ($A_1, A_5, A_6, A_8, A_{12}, A_{13}, PAB$ testi)

Öğretmen adaylarının eksik kategorisindeki cevapları anahtarın açık olduğu durumda \mathcal{E} , kapalı olduğu durumda \mathcal{E} 'den biraz daha az olduğunu ifade etmiş, ancak ne kadar az olduğunu tam olarak belirtmemişlerdir:

Açık iken \mathcal{E} olur, kapalı iken \mathcal{E} 'den biraz daha az olur. (A_7, A_{11}, PAB testi)

Eksik kategorisinde değerlendirilen ve birçok adayın verdiği ortak cevap, anahtarın açık ve kapalı olması durumunda potansiyel farkın aynı olacağı ifadesidir. Soruda r iç direncinin olup olmadığı belirtilmemiş, iç direnci kabul edip etmeme durumu cevaplayıcıya bırakılmıştır. r iç direncinin olmadığı kabul edildiğinde, potansiyel fark her iki durumda aynı olacaktır. Ancak adayların birçoğu bu cevabı verirken iç direnci sıfır kabul ettiklerini belirtmediklerinden bu cevaplar eksik kategorisinde kabul edilmiştir:

Değişmez her iki durumda da aynıdır. ($A_2, A_4, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, PAB$ testi)

\ddot{O}_6 öğretmenin 11. sınıflarda Kirshoff yasalarının öğretimi sırasında bu soru ile ilgili olarak aşağıdaki açıklamayı yapmıştır:

Devrede akımın olmadığı durumda eğer üreticinin iç direnci sıfır ise üreticinin potansiyel farkı \mathcal{E} kadardır. Ancak devreye akım gidiyorsa \mathcal{E} kadar değil daha küçüktür. (\mathcal{O}_6 , gözlem)

Öğretmen adaylarının potansiyel fark, akım ve üreteç etkileşimi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir.

Tablo 20, dokuzuncu soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 20. Soru 9'a verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

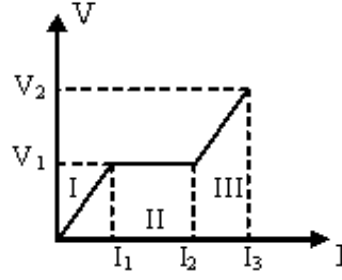
Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
Doğru	A_3, A_{12}	A_3	A_3	A_3, A_{12}	---
Eksik	---	---	---	---	---
Yanlış	$A_1, A_2, A_4, A_6, A_{10}, A_5, A_7, A_8$	$A_1, A_2, A_4, A_8, A_{10}, A_5, A_{13}$	$A_1, A_2, A_4, A_5, A_8, A_{10}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_4, A_5, A_7, A_{10}, A_{13}$	$\mathcal{O}_1, \mathcal{O}_2, \mathcal{O}_3, \mathcal{O}_4, \mathcal{O}_5, \mathcal{O}_6$
Kavram Y.	---	---	---	---	---
Boş	A_9, A_{11}, A_{13}	$A_6, A_7, A_9, A_{11}, A_{12}$	$A_6, A_7, A_9, A_{11}, A_{12}$	A_6, A_8, A_9, A_{11}	---

Dokuzuncu soruyu doğru olarak cevaplandıran öğretmen adayları varken, öğretmenlerden hiçbiri bu soruyu doğru olarak cevaplandıramamıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu ve öğretmenlerin tamamı bu soruyu yanlış olarak cevaplandırmıştır. Adayların ve öğretmenlerin cevaplarının çoğunluğu direncin değiştiği ve azaldığı yönündeki yanlış cevaplar üzerinde yoğunlaşmıştır:

İletkenin direnci değişiyor, direnci azalıyor, değişken dirence sahiptir. ($A_{10} A_2 A_4 \mathcal{O}_1 \mathcal{O}_2 \mathcal{O}_3 \mathcal{O}_4 \mathcal{O}_5 \mathcal{O}_6$)

İkinci ve üçüncü uygulamada soruyu boş bırakan aday sayısı birinci ve dördüncü uygulamaya göre daha fazladır. Ancak genel olarak uygulamalar arasında bir farklılık görülmemektedir.

A_7 adayı öğretim uygulamaları sırasında Ohm kanunu ile ilgili problem çözerken, öğrencilere aşağıdaki potansiyel-akım grafiğini vererek, I, II ve III aralıklarındaki dirençler hakkında yorum yapmalarını istemiştir (656–669; 675–681; 690–697):



Şekil 6. A₇ adayının Ohm yasasına ilişkin kullandığı grafik

- (656) A₇: Şimdi bu formüle baktığımızda birincide ne oluyor?
 (658) Ö: Hocam değişmiyor orda R değişmiyor
 (659) A₇: Neden değişmiyor R?
 (660) Ö: Hocam çünkü düzgün bir doğrultuda gidiyor
 (661) A₇: Şimdi baktığımızda, eğer akım artarken potansiyel fark da artmış mı?
 (662) Ö: Evet
 (663) A₇: Şu nasıl bir grafik?
 (664) Ö: Doğrusal
 (665) A₇: Sabit doğrusal bir grafik. Akım arttığı zaman potansiyel de artıyorsa ne olacaktır?
 (666) Ö: Değişmeyecektir.
 (669) A₇: Yani sabit kalacaktır. İkiye bakacak olursak. İki de ne oluyor peki? Ne artıyor? Ne azalıyor?
 ...
 (675) A₇: V ne oluyor? Sabit. Artıyor mu? Şu değer, değeri sabit kalmış. Akım sürekli
 (676) artıyor. i_2 'ye gelmiş. Formülümüze baktığımızda potansiyel farkı sabit tuttuğumda
 (677) akımı artırdığımda ben, dirençle nasıl bir orantısı vardı? Ters orantı vardı. Dolayısıyla
 (678) potansiyel fark sabitse eğer, akım da artıyorsa direnç nasıl değişecektir?
 (679) Ö: Azalır.
 (680) Ö₁: Azalacaktır.
 (681) A₇: Azalacaktır.
 ...
 (690) A₇: Şimdi üçte ne oluyor? Ne oluyor peki? Akım?
 (691) Ö: Artmıyor, değişmiyor.
 (692) A₇: Sabit kalmış. Potansiyel fark sürekli artıyor.
 (693) Ö: Artıyor.
 (694) A₇: V_2 değerine ulaşmış.
 (695) Ö: Tamam. Artıyor o zaman direnç.
 (696) A₇: O zaman direnç ne olur?
 (697) Ö: Artar.

Adayın açıklamalarının PAB testindeki açıklamalara benzer olarak direncin değiştiği yönünde olduğu görülmektedir. Ohm kanunu A₄ öğretmen adayı ile benzer şekilde açıklayan Ö₂ öğretmenin açıklaması aşağıdaki gibidir (252–256):

- (252) Neyse bu adam şunu yapmış demiş ki ben potansiyel V iken örnek veriyorum akım i ,
 (253) potansiyel 2V iken akım $2i$, potansiyel 3V iken akım $3i$ bu şekilde orantılı bir şekilde
 (254) arttığını görmüş ve demiş ki bunların birbirine oranı sabittir. Ve biz buna ne diyoruz.
 (255) R, direnç diyoruz. Demek ki potansiyelin akıma oranı sabittir ve biz buna direnç
 (256) diyoruz. Birim Ohm dur.

Buradan da görüldüğü gibi gözlenen öğretmen adayları ve öğretmenlerin sunumlarını Ohm kanunu açıklarken, bu kanunun tüm iletkenler için geçerli olduğu izlenimi oluşturacak şekilde yaptıkları görülmüştür.

Tablo 21, onuncu soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 21. Soru 10'a verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₁₀ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	---	---	---	---	---
Yanlış	A ₉	---	---	---	---
Kavram Y.	A ₁₁	---	A ₅	A ₅	---
Boş	---	---	A ₄	A ₈	---

10. soruda uygulamalar arası bir farklılığın olmadığı görülmektedir. Lambadan önce gelen direncin değerinin değiştirilmesinin lambanın parlaklığını değiştireceği kavram yanılığına sahip A₁₁ adayı sonraki uygulamalarda doğru cevap vermiştir. İlk iki uygulamada doğru cevap veren A₅ adayı ise üçüncü ve dördüncü uygulamalarda üretimin sabit bir akım kaynağı olduğu kavram yanılığı ile dirençlerdeki değişimin akımda değişiklik yapmayacağını ifade etmiştir.

Ö₂ öğretmeni öğrencilerin akımın ilk önce R₁ direncine uğrayacağını dolayısıyla R₂ direncinin değiştirilip değiştirilmemesinin lamba parlaklığını etkilemeyeceğini düşünebileceklerini PAB testinde ifade ederken, öğretim sırasında lambanın parlaklığına etki edebilecek faktörleri göstermiştir. Örneğin, devrede pil sayısının artırılması ile akımın dolayısıyla parlaklığın artırılacağı açıklanmıştır (236–240; 249–251):

(236)Ö₂: Lambanın daha çok yanmasını ışık vermesini istiyorsam daha çok pil bağlamam

(237)Ö₂: Işığın daha çok yanması ne demek oradan neyin geçmesi demektir.

(238)Ö₂: Akımın...

(239)Ö₂: Demek ki ben pili artırırsam voltu ne kadar çok artırırsam akımda ona göre

(240)Ö₂: Artıyor.

...

(249)Ö₂: Yani pili artırdığınızda lambadaki akım artar mı azalır mı?

(250)Ö₂: Artar.

(251)Ö₂: Lambaların daha çok parlak olmasından anlıyoruz.

Yine öğretmen bir lambadan oluşan bir devreye bir elektrik motoru bağlayarak devreden geçen akımdaki düşmeyi öğrencilere laboratuvar ortamında göstermiştir (363–379):

- (363)Ö₂: Değirmendeki su çarkı direnç gösteriyor suyu yavaşlatıyor. O zaman bu akımı (364)azaltmıyor ihmal edilecek kadar iç direnci var. Peki, ben buraya değirmen çarkı gibi (365)çark bağlarsam motor bağlasam akım ne yapacak? Düşecek. Bağlayalım nasıl (366)yapacağız o zaman şu şuraya gelecek şunu şunun uçuna bağlayalım[motor bağlanır]. (367)Kaç ölçüyor. 3'e yakın bir değer ölçüyor. Şunu şuraya bağlayalım şunu şuraya niye (368)ben ampermetreyi bu şekilde bağlıyorum. Deminki sorumu unuttum soracağım (369)şimdi. Değirmen çarkı dönüyor dimi ama akım ne yapıyor?
- (370)S: Azaldı
- (371)Ö₂: Niye direnç gösteriyor direnci azaltırsam akım yükselecek şimdi potansiyeli (372)arttırıyorum niye bu daha hızlı dönüyor.
- (373)S: Yükseltiyoruz hocam.
- (374)Ö₂: Devreden gecen ne de daha hızlı dönüyor.
- (375)Ö₂: Akım ne yapıyor
- (376)S: Artıyor. Daha hızlı geçiyor hocam.
- (377)Ö₂: Öyle mi?
- (378)S: Daha çok geçiyor hocam.
- (379)Ö₂: Bir bakalım.

Böylece öğretmen devre elemanlarında değişiklik yapıldığında lambada veya devreden geçen akımda meydana gelebilecek değişiklikleri göstermeye çalışmıştır.

Tablo 22, 11. soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 22. Soru 11'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₇ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₃ , A ₆ , A ₇ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₃ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	A ₄ , A ₈	A ₄ , A ₈	A ₄	---	---
Yanlış	---	---	---	---	---
Kavram Y.	A ₅	A ₂ , A ₅	A ₂	---	---
Boş	---	---	---	---	---

Bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunun sorulduğu soruya ilk üç uygulamada yanlış cevap veren ve kavram yanlılığına sahip olan öğretmen adaylarının cevaplarının dördüncü uygulamada doğru kategorisinde yer aldığı görülmektedir. İlk üç uygulamada direncin akım ve gerilime bağlı olduğunu düşünen A₂ ve A₅ adayları açıklamalarında

$R=V/I$ bağıntısını kullanmışlardır. Dördüncü uygulamada bu adayların da doğru cevap vermesiyle tüm adaylar bu soruyu doğru olarak cevaplandırmışlardır.

A₄ adayı ise öğretim uygulamaları sırasında iletkenin direncinin maddenin cinsi ile ilişkisini şu şekilde açıklamıştır (345–350):

(345) A₄: Peki, elektrik akımı iletkenin üzerinden geçerken o iletkenin sahip olduğu atomik bir yapı var
(346) biliyorsunuz değil mi? Yörüngelerinde elektronlar bulunuyor. Az çok biliyorsunuz işte o
(347) özelliklerine göre elektronların bulunma düzeyine göre o, o elektrik akımına karşı o
(348) derecede bir direnç gösteriyor. O onun mesela bakırdaki diyelim elektronlar elektrik
(349) akımını iletirken elektronların hareketi daha değişik demirde elektronun hareketi daha
(350) değişik. Demek ki her maddeye göre direnç değişiklik gösteriyor...

Adayın bu açıklamasına, öğrencilerin herhangi bir sorusu ya da yorumu olmazken, A₇ adayının elektrik akımını açıkladığı bir başka sınıfta bir öğrenci, elektronların atomik yapıdaki davranışı hakkında adaya soru yöneltmiştir (200–207):

(200) A₇: Hah, elektrik enerjisi dolayısıyla elektrik akımı taşıyor. Anlaşıldı mı burası
(200) titreşim hareketi...
(201) Ö: Peki diğer elektronlar ne yapıyor? Bunlar serbest elektronlardı ya?
(202) Ö: O onu itiyor...
(203) A₇: Bütün elektronları açıklamamı mı istiyorsun?
(204) Ö: Yok hayır bunlar serbest elektrondur ya.
(205) A₇: Onlar hareket etmiyor, sadece serbest elektronlar.
(206) Ö: Ötekiler ne yapıyor
(207) A₇: Titreşim hareketi yapar yazdık mı?

Elektronların davranış şekilleri ile ilgili benzer açıklamaları farklı sınıflarda yapan A₄ ve A₇ adaylarının karşılaştıkları öğrenci tepkileri birbirinden farklı olmuştur. Bu da A₇ adayının bu konudaki alan bilgisinin yukarıdaki alıntıda da görülebileceği gibi yetersiz olduğunu ortaya çıkartmıştır.

A₅ adayı ilk dersinde öz direncin birimini, akımın birimi olan coulomb/sn olarak açıklarken, bir sonraki ders bu yanlış düzeltmiştir (36–37; 420–421; 434–436):

(36) A₅: Bu ρ harfi dediğimiz şu şekilde, şöyle ρ harfi dediğimiz bir harf.
(37) Bunun birimi coulomb/saniye.. Pardon böyle değil sadece coulomb.
...
(420) A₅: Şu harf ρ dediğimiz, kullandığımız bir simgedir ve öz direnç için
(421) kullanılır. Şimdi birimini arayacağız...
(434) A₅: Ohm. Metre. Bu kadar basit. Demek ki dün galiba bunu ben yanlış
(435) yazmışım size. Siz de dikkatli olabilseniz benim bu hatamı
(436) bulabilecektiniz burada.

A₇ adayı öğretim uygulamaları sırasında iletkenin direncinin iletkenin cinsine bağlı olduğunun tartışıldığı durumda, altın ve gümüş arasındaki iletkenlik farkını açıklamada zorluk çekmiştir (519–522):

- (519)A₇:Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir. Şimdi direnci biliyoruz
 (520) artık. Akımı biliyoruz.
 (521) Ö: Altının mı direnci fazlaydı gümüşün mü?
 (522) A₇: Kitabında o şeyler var ya tablo olarak, tam aklımda yok.

Bir sonraki hafta, bir önceki derste öğrenilenlerin tekrar edildiği sırada bir öğrenci tekrar aynı soruyu yönelttiğinde aday öğrenciyi ders kitabına yönlendirmiştir (731- 738):

- (731)A₇: Metallerin iletkenliği, bakır tel, aynı akımı iletir mi?
 (732) Sınıf: Hayır.
 (733)A₇: Farklıdır.
 (734) Ö: Hocam, en iyi akımı şey mi iletiyor hocam? Bakır mı altın mı?
 (735) Sınıf: Altın, altın...
 (736) Ö: En iyi iletken altın mı diye soruyor hocam
 (737) Ö: En iyi iletken altındır.
 (738)A₇: Kitabımızda var ya. Ödev, gümüş, bakır, alüminyum, kurşun var. Hangisi daha iyi
 (738)iletir.

Ö₂ öğretmeni bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunu ayrı konu başlığı altında değil, laboratuvarında reostanın tanıtılması ve yapılan benzeşimler sırasında açıklamıştır. Deney sırasında ampermetrenin sağlıklı ölçüm yapamaması nedeniyle öğretmen reosta üzerinde açıklama yapmıştır (465–474; 491–501):

- (465) Ö₂: Şimdi bir de hareketli dirence bakalım.
 (466) S: Reosta
 (467) Ö₂: Şimdi şöyle diyelim.
 [Reostanın devreye bağlandığı durum]
 (468) Ö₂: Artı artıya
 (469) S: Eksieksiye
 (470) Ö₂: Eksieksiye uç uca getir tak bakıyım. Dur. Yok, bu değil diğeri. [ampermetre değiştirilir]
 (471) Şimdi tam yerini ölçelim oynatma. Şu anda 2.4 A'e tekabül ediyor doğru mu?
 (472) S: 2
 (473) Ö₂: 2,4 A. Bu uzun teldi değil mi? Şimdi kısa telde yapalım. Bakalım tel kısalsınca
 (474) ne kadar bir değişiklik olacak çok fark edecek mi?
 ...
 (491)Ö₂: Eğer tel uzunsa direnç daha fazladır kısaysa daha azdır şöyle düşünün.
 (492)Mesela borudan gecen suyu düşündüğümüz zaman boru ne kadar uzun olursa
 (493)suyun boruyla teması o kadar çok olacak, boru ne kadar kısa ise boruyla o
 (494)kadar az temas edecek sürtünme o kadar az olacak. Borunun uzunluğu artça ne
 (495)yapacak sürtünme artacak.
 (496)Ö₂: Aynı şekilde direncinde uzunluğu arttıkça tel uzunluğu ne yapıyor daha fazla
 (497)direnç gösteriyor bu o mantıkla çalışıyor. Direnç artınca akım, akım ne yapıyor?
 (498)S: Artıyor.

- (499)Ö₂: Akım?
 (500)S: Akım azalıyor
 (501)Ö₂: Direnç değişimi akımı değiştiriyor peki nerde işimize yarıyor?

Ö₃ öğretmeni bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunu açıklamadan önce bazı durumlarda direncin büyük olmasının bazı durumlarda ise küçük olmasının avantaj olduğunu hatırlatmıştır:

Bu ρ direnci büyük olan malzemeler ile küçük olan yerler vardır. Düşük direnç olsun ki TV’de verim artın. Ama saç kurutma makinesinde diren. Büyük olmalıdır ki açığa ısı çıksın. (Ö₃, gözlem)

Ö₃ öğretmeni iletkenlerin cinsinin direnci neden etkilediğini açıklarken, maddelerin cinsine göre saflıklarının değiştiğini, A₇ adayının aksine farklı maddelerin dirençlerinin neden farklı olduğunu ifade etmiştir:

Elektronlar titreşim hareketi yaparlar ve saflığı bozan madde miktarı arttıkça elektronlar bu madde içinde bu maddelerle karşılaştığından hareketi zorlanır. Örneğin gümüş alüminyuma göre daha az saf olduğundan direnci daha büyüktür. (Ö₃, gözlem)

Öğretmenlerin, öğretmen adaylarından farklı olarak diğer disiplinlerle ilişkilendirme yaparak, konuyla ilgili kavram veya olayları açıkladıkları görülmektedir.

Tablo 23, 13. soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 23. Soru 13’e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₂ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	---	---	---	---	---
Yanlış	---	---	---	---	---
Kavram Y.	A ₁ , A ₃ , A ₇ , A ₁₁ , A ₁₂	A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₇	A ₁ , A ₅ , A ₇ , A ₁₁ , A ₁₂	A ₁₁	---
Boş	---	---	A ₄	---	---

Tabloya bakıldığında öğretmen adaylarının cevaplarının doğru ve kavram yanlıgısı kategorilerinde olduğu görülmektedir. İlk üç uygulamada kavram yanlıgısına sahip

öğretmen adaylarının A_{11} adayı hariç son uygulamada doğru cevap verdikleri dikkati çekmektedir. Adayların aşağıdaki alıntılarda da görüldüğü gibi farklı kavram yanlışlarına sahip oldukları görünmektedir:

Üretecın sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi (A_1, A_3, A_4, A_5, A_7 , PAB testi)
 Pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir (A_1, A_3, A_7, A_{11} , PAB testi)
 Lamba sayısı az olursa parlaklık artar (A_{11}, A_{12} , PAB testi)

Öğretmenlerin tamamı ise bu soruyu doğru olarak cevaplandırmıştır. Tablo 24, 14. soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 24. Soru 14'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5
Doğru	$A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_{10}, A_{13}$	$A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{13}$	$A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_{10}$	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}, A_{13}$	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_4$
Eksik	---	---	A_9, A_{11}	A_7	\ddot{O}_3, \ddot{O}_6
Yanlış	---	A_1, A_{11}	A_{12}, A_{13}	---	---
Kavram Y.	A_1, A_9, A_{11}, A_{12}	A_4, A_5, A_{12}	A_1, A_5	A_5, A_{11}	\ddot{O}_5
Boş	---	---	A_4	---	---

14. soruya verilen doğru cevap sayısı üçüncü uygulamada düşerken dördüncü uygulamada artmıştır. İlk uygulamada kavram yanlışlığı kategorisindeki aday sayısının sonraki uygulamalarda azaldığı görülmektedir. Öğretmen adayları arasında ikinci ve üçüncü uygulamalarda yapılan yanlışlar aşağıdaki alıntılarda gösterildiği gibidir:

Her ikisi de azalır (A_{11} , PAB testi)
 C azalır, A değişmez veya tam tersi (A_{12} , PAB testi)
 B, A'dan daha parlak yanar. (A_1 , PAB testi)
 A'nın parlaklığı artar, B'nin parlaklığı azalır. (A_{13} , PAB testi)

Öğretmen adaylarının sahip oldukları yaygın kavram yanlışlarının 13. sorudaki yanlışlarla aynı olduğu tespit edilmiştir:

Üretecın sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi ($A_1, A_4, A_5, A_9, A_{11}, A_{12}, \ddot{O}_5$, PAB testi)
 Pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir (A_5, \ddot{O}_5 , PAB testi)

Ö₃ öğretmenin cevabının eksik kategorisinde yer almasının nedeni, A lambasının B lambasından daha parlak yanacağını ifade ederken, anahtar kapatılmadan önce ve sonra A ve B lambalarının parlaklıklarının nasıl değiştiğini belirtmemesidir. Ö₅ öğretmeni ise A lambasının parlaklığının azalacağını ifade etmiştir. Lamba kapatıldıktan sonra ana koldan geçen akımı Ö₆ öğretmeni ile aynı ve doğru olarak hesaplayan Ö₅ öğretmeni, A lambasının parlaklığının artacağını değil azalacağını ifade etmiştir. Ö₆ öğretmeni ise A ve B lambalarının parlaklıklarını doğru olarak ifade ederken, soruda sorulmayan C lambasının parlaklığı hakkında yanlış bilgi vermiştir. Bunun nedeni, ana koldan geçen akımın C lambasına geldiğinde B lambasına ayrılması gerekirken, öğretmen ana koldan geçen akıma göre yorum yaparak C lambasının parlaklığının artacağını ifade etmiştir.

Tablo 25, 15. soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 25. Soru 15'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	---	A ₁₀	---	A ₇	---
Yanlış	A ₁₁ , A ₁₂	---	A ₁₁	---	Ö ₃
Kavram Y.	---	---	---	---	---
Boş	---	A ₇	A ₄ , A ₇	---	---

15. soruya çoğu öğretmen adayının tüm uygulamalar boyunca doğru cevap verdiği görülmektedir. Soruya ilk uygulamada yanlış cevap veren A₁₁ ve A₁₂ adaylarının son uygulamada doğru cevap verdikleri görülmektedir. A₇ adayının ise ilk uygulamada doğru, son uygulamada eksik cevap verdiği, ikinci ve üçüncü uygulamalarda ise soruyu yanıtsız bıraktığı dikkati çekmektedir. Soruya yanlış cevap veren Ö₃ öğretmeni ise verilen noktalar arasındaki potansiyel farkı değil, noktadaki potansiyelleri karşılaştırarak ($V_1 > V_2 / V_3 > V_4 / V_4 > V_5 / V_3 > V_5$) soruyu cevaplandırmıştır.

3.1.2. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Elektrik Akımının Manyetik Etkisi ile İlgili Alan Bilgileri

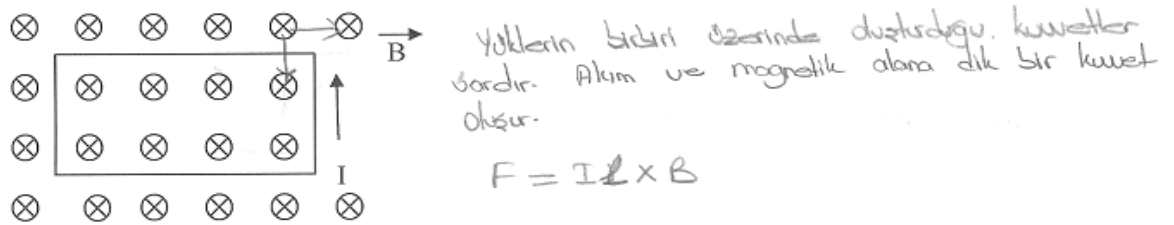
Bu bölümde, katılımcıların elektrik akımının manyetik etkileri ile ilgili her soruya PAB testinde verdikleri cevaplardan ve ilgili olduğu konuda öğretim yapmış olanların gözlem, ders planı ve görüşmelerinden elde edilen veriler sunulmaktadır.

Tablo 26, üçüncü soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

Tablo 26. Soru 3'e verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₁₁	A ₁ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₁₀ , A ₁₁	A ₁ , A ₁₀	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	---	A ₁₁	---	---	---
Yanlış	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₉	A ₁ , A ₃ , A ₅	A ₃ , A ₅ , A ₉ , A ₁₁	Ö ₂
Kavram Y.	A ₇ , A ₈	---	A ₇	A ₇	---
Boş	A ₁₃	A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₈ , A ₁₃	A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₁₂ , A ₁₃	---

Üçüncü soruya birinci uygulamada 9 aday yanlış cevap verirken, izleyen uygulamalarda yanlış cevap veren bu adayların çoğu soruyu cevaplandırmamışlardır. İlk uygulamada bu soruyu yanlış olarak cevaplandıran öğretmen adayı A₆ sayfa düzleminin içine doğru olan manyetik alanın yönünü gösteren çarpı işaretlerini yük olarak algılamış ve bu yüklerin de birbiri üzerine bir kuvvet uygulayacağını ifade etmiştir.



Şekil 7. A₆ adayının 3. soruya ilişkin cevabı

Tablo 27. Soru 6'ya verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	A ₉ , A ₁₁	---	A ₁₀ , A ₁₁	A ₁₀	Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	A ₆ , A ₈	A ₉ , A ₁₀	---	A ₁₁ , A ₂	Ö ₁ , Ö ₂
Yanlış	A ₄ , A ₁₀	A ₄ , A ₇	A ₂	A ₁	---
Kavram Y.	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₇ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₁₂	A ₃ , A ₅ , A ₇ , A ₁₂	A ₃ , A ₅	---
Boş	A ₅ , A ₁₃	A ₅ , A ₆ , A ₈ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₁ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₃	A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	---

Bu soru öğretmen adaylarının yarısı tarafından boş bırakılmış, diğerlerinin çoğunun ya yanlış olarak cevaplandıkları ya da kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmenlerin çoğunun ise bu soruyu doğru cevaplandırırken, Ö₁ ve Ö₂ öğretmenlerinin eksik cevaplandıkları görülmektedir. Bu soruda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları aşağıdaki gibidir:

Elektrik alanı manyetik alan, manyetik alanı elektrik alan olarak düşünme (A₃, A₅, A₇, A₁₂, A₁₂, PAB testi)

Manyetik kuvveti elektriksel kuvvet olarak düşünme (A₁, A₂, A₃, A₅, A₇, A₁₂, PAB testi)

Yanlış kategorisindeki A₄ adayı ise bu soruya, “Manyetik alana dik doğrultuda oluşan akıma zıt yönde hareket ederler”, “Yukarı doğru akım oluşacağından elektronlar aşağı doğru hareket ederler” şeklinde cevap vermiştir.

Bu soruyu doğru cevaplandıran A₁₀ öğretmen adayının cevabı aşağıdaki şekilde görülmektedir.

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

$$F = Bq \cdot v \cdot \sin \theta$$

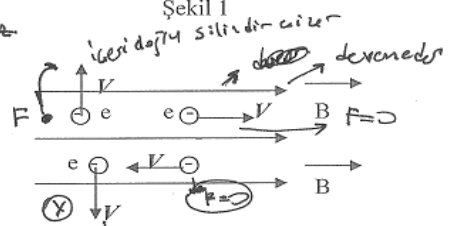
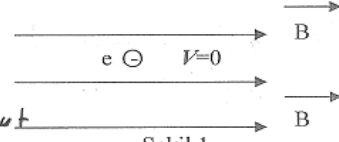
$\theta = 0$ olduğunda parçacığa hiçbir kuvvet etkilemeyeceğinden hareket etmez.

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

$$F = B \cdot q \cdot v \cdot \sin \theta$$

(+) Bileşke hızındaki açı /
sağ el kuralı

↑ yüklerin hareketi
(-) yüklerin hareketi



Şekil 2
İçerideki silindirin hızı
dışarı doğru silindirin hızı

↑ hızın etkisiyle
(resmini göstermedim !!)

Şekil 9. A₁₀ öğretmen adayının dördüncü uygulamada altıncı soruya ilişkin cevabı

Sorunun ilk bölümüne genelde kuvvet etki eder veya etmez şeklinde cevap veren adaylar, ikinci bölümde çok daha farklı çeşitlerde cevaplar vermişlerdir. Örneğin, A₃ adayı ilk üç uygulamada benzer cevaplar vererek manyetik alan ve hız vektörlerini toplamış ve bileşke bir vektör elde etmiştir. Bu vektörün kuvvet gibi parçacığa etki ettiğini kabul ederek, parçacığın bu bileşke vektör yönünde hareket edeceğini çizimlerinde göstermiştir.

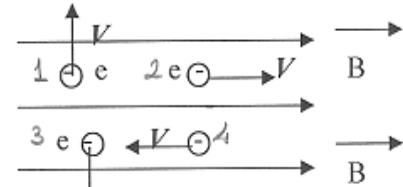
Şekil 2 de aynı V hızı ile gösterilen yönlerde hareket eden yükler düzgün bir manyetik alan etkisine girdiklerinde ne olur? Her bir elektron için açıklayınız.

1. \vec{e} ; $\vec{v} + \vec{B}$ bileşke hareket

2. \vec{e} ; $\vec{v} + \vec{B}$ bileşke hareket

3. \vec{e} ; $\vec{v} + \vec{B}$ bileşke hareket

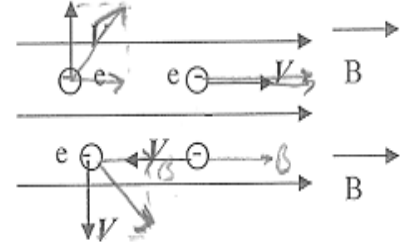
1. \vec{e} \vec{v} $\vec{v} + \vec{B}$ bileşke hareket
 $|\vec{B}| > |\vec{v}|$ alınmıştır



Şekil 2

Şekil 10. A₃ öğretmen adayının birinci uygulamada altıncı soruya ilişkin cevabı

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



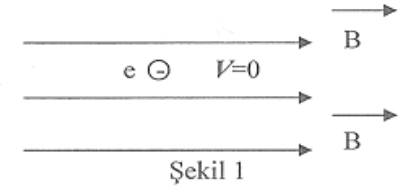
Şekil 2

Şekil 11. A₃ öğretmen adayının ikinci ve üçüncü uygulamalarda altıncı soruya ilişkin cevabı

İlk üç uygulamadaki bu durum 4. uygulamada değişerek aşağıdaki şekle dönüşmüştür. Öğretim uygulamaları sırasında manyetizma konusu ile ilgili öğretim yapan adayın son uygulamada manyetik alan dışında bir vektörü bileşke kuvvetin belirlenmesine dâhil ettiği görülmektedir. Bu durum adayın manyetik alanın manyetik kuvvet olmadığını fark ettiğini göstermektedir. Ancak aday soruyu yine doğru olarak cevaplandırmamıştır. Çünkü manyetik kuvvet, manyetik alan ile aynı doğrultuda hareket eden parçacıklara etki etmediğinden, bu parçacıklar üzerinde kuvvetin gösterilmesi mümkün değildir. Aday bu parçacıklar üzerinde bir manyetik kuvvet vektörü göstermiş ve önceki uygulamalara benzer olarak hız vektörü ile kuvvet vektörünün bileşkesini çizmiştir. Parçacığın da bu bileşke vektör doğrultusunda hareket edeceğini Şekil 12’de görüldüğü gibi ifade etmiştir.

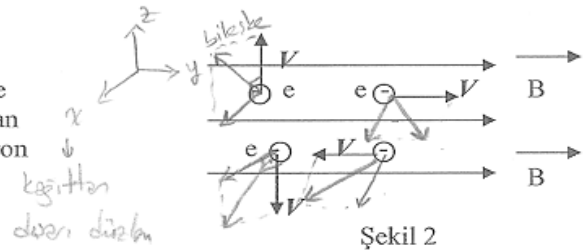
6-a) Şekil 1 de duran bir elektronun olduğu yerde düzgün bir manyetik alan oluşturuluyor. Bu elektron harekete geçer mi? Açıklayınız

Evet. Kağıt düzleminde dış doğru bir kuvvet etki eder. Harekete geçer.



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 açıklayınız.



Şekil 2

Şekil 12. A₃ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı

Bütün uygulamalarda manyetik alanı elektrik alan veya kuvvet olarak düşünme şeklindeki kavram yanılgısına sahip olan A₃ adayı, öğretim uygulamaları sırasında da

manyetik alan çizgilerinin tanıtımı için iki noktasal yük kullanmıştır. Aday bu iki noktasal yük arasındaki elektrik alan çizgilerini manyetik alan çizgileri olarak açıklamaktadır (642–655):

- (642)A₃: Manyetik Alan Çizgileri. Daha önce görmüştünüz. Buradaki alan çizgilerinin de (643)değişiminin nelere bağlı olduğunu göreceğiz.
 (644)A₃: Şöyle bir durumda mesela 0'a 0 (sıfıra sıfır) yüklerimiz eğer hiç olmazsa, (645)gördüğünüz üzere herhangi bir manyetik alanı yoktur, değil mi?
 (646)A₃: Bir şey söyleyin, eksi üç, üç arasında.
 (647)Sınıf: Bir, iki...
 (648)A₃: Tamam iki olsun. Gördüğünüz üzere şekillendi. Daha ayrıntılı göstermek için; (649)birde daha az sık, iki de biraz daha sık ve üçte daha çok sık. Şimdi, artı artı olduğu (650)zaman manyetik alan çizgileri nasıl şekilleniyordu?
 (651)Ö: Zıt yönlü.
 (652)A₃: Zıt yönlü. Birbirlerinden ayrılmaları gerekiyordu, değil mi? Artı bir (653)verdiğimizde, gördüğünüz gibi şuralardan manyetik alanlar birbirlerini itmeye (654)başladılar. İki de, bunun kuvveti arttığı için, daha da yakınlaştı. Üçte aynı olduğu (655)için, gördüğünüz üzere eşit mesafe bir noktada simetrik şekilde ayrıldı.

Manyetik alanı manyetik kuvvet, manyetik kuvveti elektriksel kuvvet gibi düşünme şeklindeki kavram yanılgılarına sahip öğretmen adaylarının cevapları, A₃ adayının verdiği yanlış cevaplarla benzerlik göstermektedir.

Öğretmenlerin çoğunun ise bu soruyu doğru olarak cevaplandıkları, sadece Ö₁ ve Ö₂ öğretmenlerinin eksik cevap verdikleri görülmektedir. Öğretmenlerin cevaplarındaki eksiklik, hızları düşey doğrultuda olan elektronlara etki eden kuvvetin yönünü göstermemeleridir.

Tablo 28, 12. soruya verilen cevapların uygulamalar arasında nasıl değiştiğini göstermektedir.

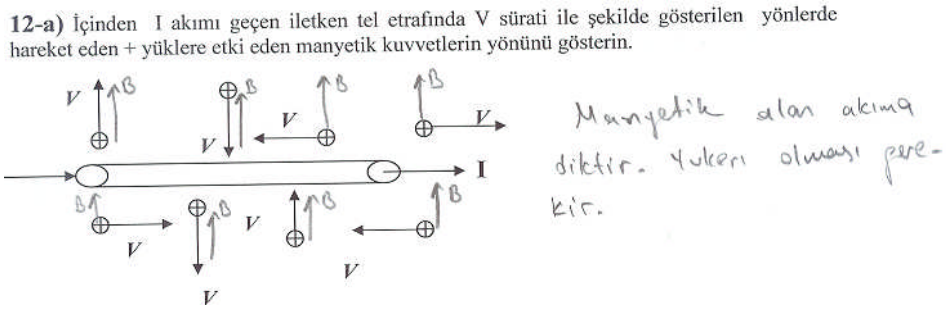
Tablo 28. Soru 12'ye verilen cevapların kategorilere göre dağılımı

Kategori	Öğretmen Adayları				Öğretmenler
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
Doğru	---	---	A ₁₀	A ₁₀	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Eksik	A ₇ , A ₁₀	A ₁₀	A ₁	---	---
Yanlış	A ₅ , A ₃ , A ₁₂ , A ₈	A ₅	A ₂ , A ₅ , A ₁₁	A ₅ , A ₃ , A ₂ , A ₁₁	---
Kavram Y.	---	---	A ₇	---	---
Boş	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₉ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	---

12. soruya verilen cevapların tüm uygulamalarda yanlış ve boş kategorilerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Uygulamalar arasındaki değişim, yanlış kategorisinde bulunan soruların boş kategorisine geçmesi şeklindedir. Bu soruya ilk iki uygulamada doğru cevap veren adayın bulunmamasına karşın, üçüncü uygulamada bir öğretmen adayının doğru cevap verdiği görülmektedir.

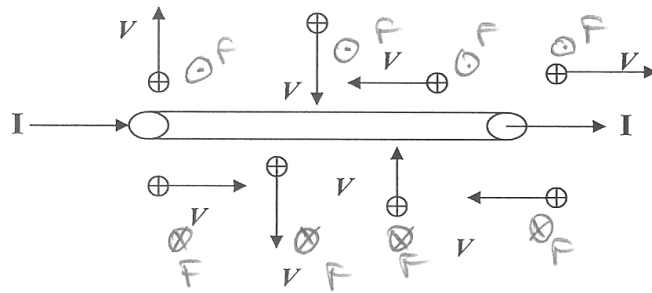
Soruya eksik kategorisinde cevap veren A_1 , A_7 , A_{10} adaylarının, sadece içinden akım geçen iletken tel etrafındaki manyetik alanın yönünü gösterdikleri tespit edilmiştir.

Yanlış kategorisinde cevap veren A_5 , A_7 , A_{12} adayların cevapları aşağıdaki şekillerde görülmektedir:



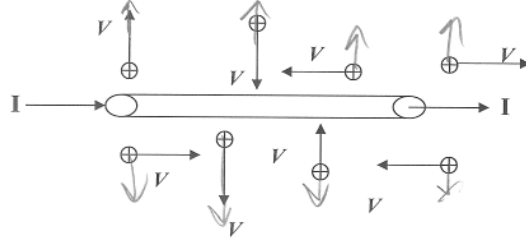
Şekil 13. A_5 öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı

Şekilden görüldüğü gibi A_5 adayı manyetik kuvveti B olarak ifade etmiş ve telin her iki tarafında yukarı doğru göstermiştir.



Şekil 14. A_7 öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı

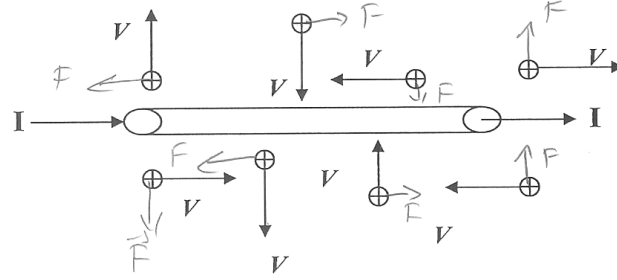
Şekil 14'e bakıldığında A_7 adayının gösterdiği manyetik kuvvet sembolleri, esasen manyetik alanın yönünün doğru olarak gösterilmiş halidir.



Şekil 15. A₁₂ öğretmen adayının son uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı

A₁₂ adayının gösterdiği kuvvet yönleri ise A₅ adayının gösterdiği kuvvet yönüne benzer şekilde iletken tele dik olarak çizildiği görülmektedir.

Her bir parçacık için teker teker kontrol edildiğinde manyetik alanın yönünün sayfa düzleminden dışarı değil de içeriye doğru alınması ve ya sağ el kuralında kuvveti temsil eden orta parmağın hız olarak kabul edilmesi A₂ ve A₁₁ adaylarının soruyu yanlış olarak cevaplandırmasına neden olmuştur.



Şekil 16. A₂ ve A₁₁ öğretmen adaylarının üçüncü uygulamadaki altıncı soruya ilişkin cevabı

Öğretmenlerin tamamı ise bu soruyu doğru olarak yanıtlamıştır. Ö₅ öğretmenin öğretimi uygulamaları esnasında manyetik alan ve manyetik alanın yönünü bulma ile ilgili oldukça fazla problem çözdüğü gözlenmiştir. Problem çözümlerinde sağ el kuralının sıklıkla kullanıldığı, sadece içerisinden akım geçen düz bir iletken telin etrafındaki manyetik alanın yönünün değil, programda verilmemesi vurgulanmasına rağmen halka şeklindeki telin ortasındaki manyetik alanın yönünün de belirlendiği soruların açıklandığı ve $B = k \frac{2i}{r}$ gibi bağıntıların da verilerek ilgili hesaplamaların yapıldığı gözlenmiştir.

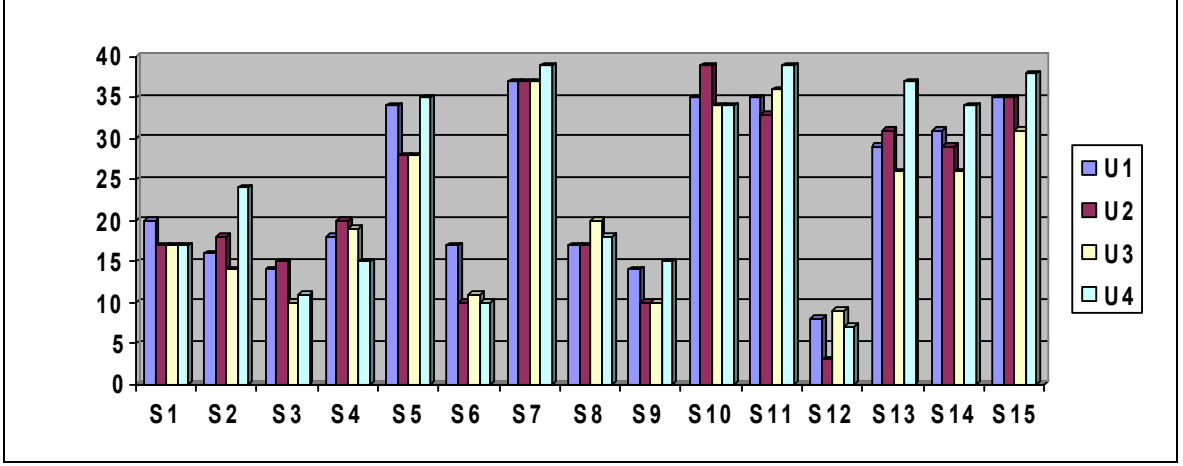
3.1.3. Alan Bilgisi Bileşenine İlişkin Bulguların Özeti

Özetle öğretmen adayı ve öğretmenlerin elektrik akımı ve elektrik akımının manyetik etkisi konularına ilişkin alan bilgileri Tablo 29 ve Tablo 30’da gösterilmektedir. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin sorulara verdiği cevaplar 5 farklı kategoriye (doğru, yanlış, eksik, boş ve kavram yanılgısı) göre sınıflandırılmasına karşın Tablo 29 ve 30’da 0, 1, 2, 3 olmak üzere 4 farklı puan çeşidi bulunmaktadır. Kavram yanılgısı kategorisi de yanlış kategorisi gibi 1 puana karşılık geldiğinden ayrıca gösterilmemiştir.

Tablo 29. Öğretmen adaylarının farklı uygulama ve sorularda aldıkları puanlar

Soru No	1.BÖLÜM												2.BÖLÜM			Toplam Puan	
	1	2	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	3	6	12		
A ₁	U ₁	1	1	2	1	3	1	1	3	3	1	1	3	1	1	0	23
	U ₂	1	1	2	3	3	1	1	3	3	3	1	3	3	1	0	29
	U ₃	1	2	2	1	3	1	1	3	3	1	1	3	1	0	2	25
	U ₄	1	2	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	1	0	31
A ₂	U ₁	3	1	2	3	3	0	1	3	3	3	3	3	1	1	0	30
	U ₂	1	0	2	3	3	1	1	3	1	3	3	3	0	1	0	25
	U ₃	3	2	2	3	3	3	1	3	1	3	3	3	0	1	1	32
	U ₄	1	2	2	2	3	0	1	3	3	3	3	3	0	2	1	29
A ₃	U ₁	2	2	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3	1	1	1	32
	U ₂	1	1	2	0	3	0	3	3	3	1	3	3	0	1	0	24
	U ₃	3	1	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	0	32
	U ₄	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	37
A ₄	U ₁	1	1	1	3	3	1	1	3	2	3	3	3	1	1	0	27
	U ₂	1	2	1	3	3	2	1	3	2	1	1	3	1	1	0	25
	U ₃	1	0	1	3	3	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	11
	U ₄	1	2	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	0	0	0	27
A ₅	U ₁	1	1	1	1	1	2	1	3	1	3	3	3	1	0	1	23
	U ₂	1	2	2	2	1	1	1	3	1	1	1	3	1	0	1	21
	U ₃	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	20
	U ₄	1	2	1	3	3	2	1	1	3	3	1	3	1	1	1	27
A ₆	U ₁	1	1	2	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	2	0	30
	U ₂	1	0	2	3	3	1	0	3	3	3	3	3	0	0	0	25
	U ₃	1	0	2	3	3	1	0	3	3	3	3	3	0	0	0	25
	U ₄	1	0	0	3	3	2	0	3	3	3	3	3	0	0	0	27
A ₇	U ₁	3	1	1	3	3	2	1	3	3	1	3	3	1	1	2	31
	U ₂	1	1	2	2	3	2	0	3	3	1	3	0	1	1	0	23
	U ₃	1	1	1	3	3	1	0	3	3	1	3	0	1	1	1	23
	U ₄	1	2	1	3	3	2	1	3	3	3	2	2	1	0	0	27
A ₈	U ₁	1	2	2	3	3	2	1	3	2	3	3	3	1	2	1	32
	U ₂	1	1	2	1	3	1	1	3	2	3	3	3	0	0	0	24
	U ₃	1	1	2	1	3	1	1	3	3	3	3	3	0	0	0	25
	U ₄	1	2	0	3	3	1	0	0	3	3	3	3	0	0	0	22
A ₉	U ₁	1	2	0	3	3	2	0	1	3	3	1	3	1	3	0	26
	U ₂	1	2	1	3	3	2	0	3	3	3	3	3	1	2	0	30
	U ₃	1	1	1	3	3	2	0	3	3	3	2	3	0	0	0	25
	U ₄	1	2	1	3	3	1	0	3	3	3	3	3	1	0	0	27
A ₁₀	U ₁	1	1	1	3	3	2	1	3	3	3	3	3	1	1	2	31
	U ₂	3	2	1	3	3	2	1	3	3	3	3	2	3	2	2	36
	U ₃	1	2	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	39
	U ₄	1	2	3	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	39
A ₁₁	U ₁	1	1	2	3	3	2	0	1	3	1	1	1	3	3	0	25
	U ₂	1	2	1	0	3	2	0	3	3	3	1	3	2	0	0	24
	U ₃	1	1	1	1	3	2	0	3	3	1	2	1	3	3	1	26
	U ₄	1	2	1	3	3	2	0	3	3	1	1	3	1	2	1	27
A ₁₂	U ₁	3	1	2	3	3	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	28
	U ₂	3	2	2	3	3	2	0	3	3	3	1	3	3	1	0	32
	U ₃	1	2	1	3	3	1	0	3	3	1	1	3	0	1	0	23
	U ₄	3	2	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3	0	0	0	31
A ₁₃	U ₁	1	1	0	2	3	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	22
	U ₂	1	2	0	2	3	1	1	3	3	3	3	3	0	0	0	25
	U ₃	1	0	0	2	3	1	1	3	3	3	1	3	0	0	0	21
	U ₄	1	2	1	0	3	1	1	3	3	3	3	3	0	0	0	24
Toplam		71	72	72	125	150	72	49	142	143	123	120	139	50	48	30	1404

Aşağıda, Tablo 29'a göre her bir sorunun farklı uygulamalarda adaylardan aldığı puanların gösterildiği grafik yer almaktadır.

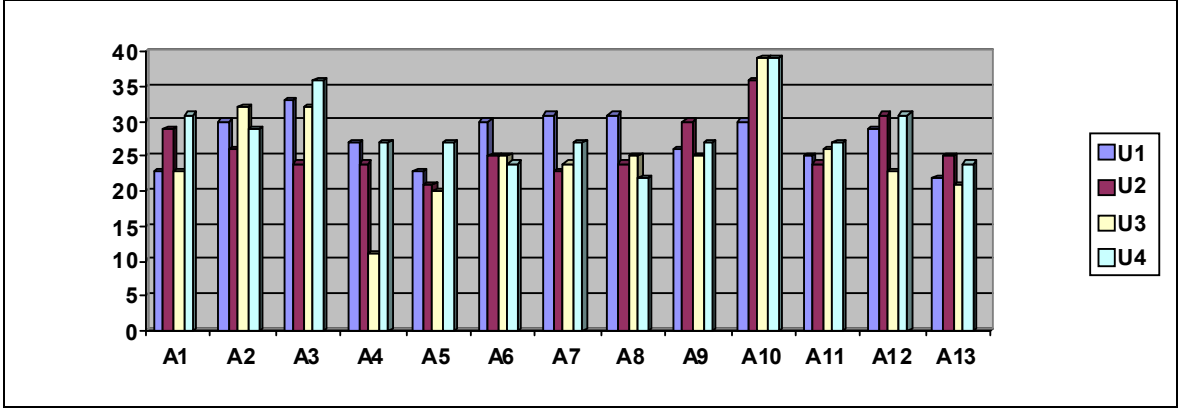


Şekil 17. Her bir sorunun farklı uygulamalarda adaylardan aldığı puanların gösterimi

Şekil 17'ye bakıldığında, en çok puan alan soruların, basit elektrik devreleri ile ilgili olan ve lisans öncesinde ortaöğretim eğitimi sırasında da karşılaşılan konu ve kavramaları kapsayan 5, 7, 10, 11, 13, 14 ve 15 sorular olduğu görülmektedir. En az puan alan soruların ise manyetizma konusunu içeren ve 3, 6 ve 12 sorular ile omik olmayan dirençlerle ilgili olan 9. sorunun olduğu görülmektedir.

Uygulamalar arasında farklılık görülen soruların 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14 ve 15.sorular olduğu görülmektedir. Bu sorulardan 3 ve 6.sorularda ilk uygulamadan sonra görülen azalma süreklilik gösterirken, 9 ve 12. sorularda ikinci uygulama sonundaki düşüşün sonraki uygulamalarda tekrar eski seviyesine geldiği görülmektedir. Son uygulamada artış gösteren 2, 5, 7, 11, 13, 14 ve 15. sorularda öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamaları sırasında ya kendileri öğretim yapmışlar ya da arkadaşları ve ya öğretmenlerinin öğretimlerini gözlemledikleri tespit edilmiştir.

Aşağıda öğretmen adaylarının, elektrik akımı ve elektrik akımının manyetik etkilerine yönelik hazırlanan sorulara verdikleri cevapların puanlanması sonucu her bir aday için elde edilen grafik yer almaktadır. Soruların her birinden alınabilecek en yüksek puan 3, en düşük puan 0 olduğundan, soruların tamamının doğru cevaplandırılması durumunda alınabilecek maksimum puan 45'tir. Şekil 18, adayların testten aldığı toplam puan durumunu ve uygulamalara göre değişimini göstermektedir.



Şekil 18. Adayların testten aldığı toplam puan durumu ve uygulamalara göre değişimi

Öğretmen adaylarının bireysel olarak alan bilgilerindeki değişimi gösteren grafiğe göre sadece A₁₀ adayının aldığı puanlarda düzenli bir artış gözlenmektedir. Grafikten görüldüğü gibi A₂, A₃, A₄, A₅, A₆, A₇, A₈, A₁₁ adaylarının ilk uygulamadaki puanlarının ikinci uygulamada düştüğü görülmektedir. Bu adaylardan A₂, A₃, A₄, A₅, A₇, A₁₁ adaylarının son uygulamada aldıkları toplam puanın tekrar yükseldiği görülmektedir. Ancak bu yükselme bazı adaylarda (A₂, A₄) ilk uygulama puanına yaklaşırken, bazılarında (A₇) ilk uygulama puanından daha düşük seviyede, bazılarında (A₃, A₅, A₁₁) ise ilk uygulama puanından daha yüksek seviyede olmuştur.

İlk uygulamadaki alan bilgi puanlarına göre alt gruptan seçilen A₁ ve A₅ adaylarının son uygulamada aldıkları puanların ilk uygulamada aldıkları puanları geçtiği görülmektedir. Üst gruptan seçilen A₃ ve A₇ adaylarından, A₃ adayının son uygulama puanı artarken, A₇ adayının puanı azalmıştır. Orta grupta seçilen A₄ ve A₆ adaylarından, A₄ adayının son uygulama puanı ilk uygulama puanına yaklaşırken, A₆ adayının puanı azalmıştır.

Öğretmen adayları ile yürütülen informal görüşmelerde adayların yaygın olarak liselerde anlatılan konular hakkında çok fazla bilgi sahibi olmadıkları ve bu nedenle anlatacakları ders için çalışmalarını gerektiğini ifade etmişlerdir:

...Benim için en önemlisi alan bilgisi. Alan bilgim daha iyi olsaydı bu kadar heyecanlanmazdım. Ama bu konuda bilmediğim şeyler vardı ve konuya iki gün çalıştım. Bu kadar bilgi ile ne olur ki. Uygulama okullarına geldiğimiz zaman öğretmen adayı olarak liselerde hangi konular anlatılıyor? Bizim zaten müfredatta neler var hangi konular anlatılıyor nasıl anlatmamız lazım bu konuyla ilgili fikrimiz yok. Normal bir fizikçiden farkımız yok yani demek istediğim... Sadece bir ders olsa bu dersin amacı da sadece öğrendiğimiz alan bilgisini buradaki programla uyumlu olarak uygulamak olsa...(A₁, informal mülakat)

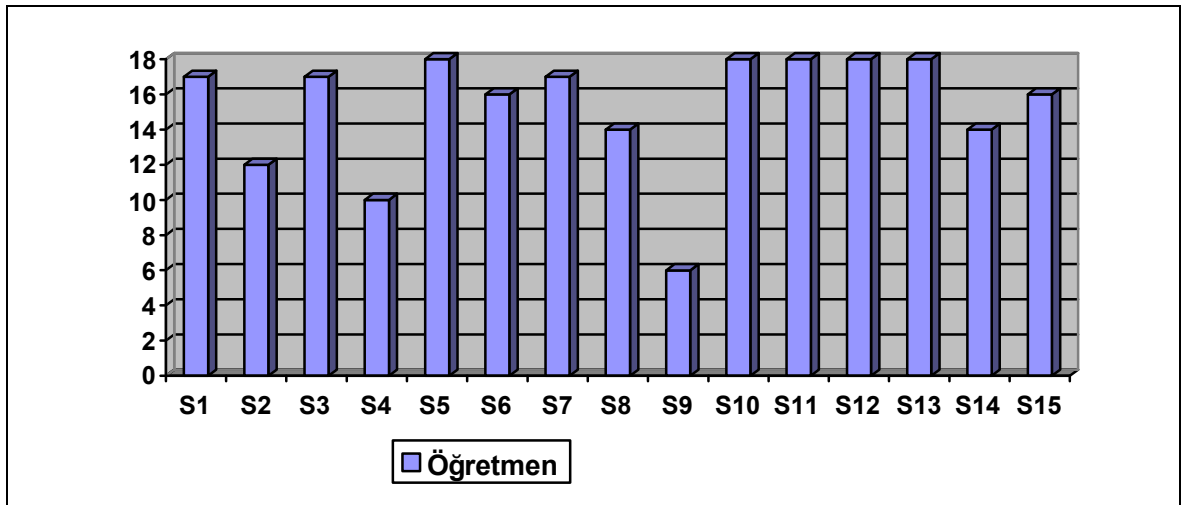
...Alan bilgisi derslerini alırken, bir yandan eğitim dersleri de almamız gerektiğini düşünüyorum. Fizik bölüm öğrencileri gibi tamamen alan bilgisi öğreniyoruz. Bu konuları lisede nasıl anlatacağımıza dair en ufak bir fikrimiz yok. Öğretmenlik uygulamalarına geldiğimizde alan bilgisi çalışıyoruz günlerce anlatacağımız konu için. Ama bunları alan eğitimi sırasında öğresek, en azından alan bilgisi eksikliklerimizi de o zaman gidermiş olurduk... Yani programda neler var neler anlatılıyor onları bilmemiz lazım... Fizik dersleri ile eğitim dersleri en başından beri örtüşse o zaman anlarız öğretmen olduğumuzu. Ama tamamen ayrılır, 3,5 sene fizik dersleri varken, eğitim dersleri yok, eğitim dersleri varken, fizik dersleri yok. (A₃, informal mülakat)

Tablo 30, öğretmenlerin PAB testinden aldıkları puanları göstermektedir.

Tablo 30. Öğretmenlerin sorulardan aldıkları puanlar

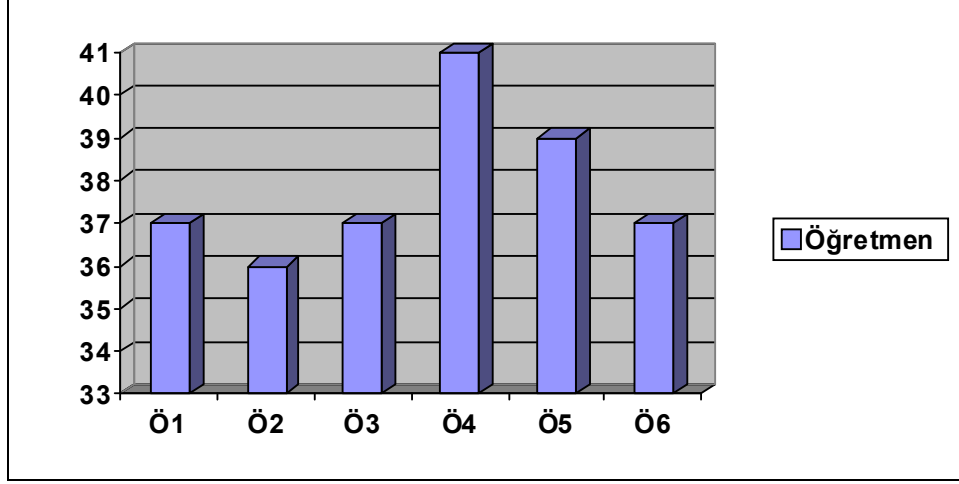
Soru No	1.BÖLÜM												2.BÖLÜM			Toplam Puan
	1	2	4	5	7	8	9	10	11	13	14	15	3	6	12	
Ö ₁	1	2	2	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	2	3	37
Ö ₂	3	2	1	3	3	2	1	3	3	3	3	3	1	2	3	36
Ö ₃	3	2	2	3	3	2	1	3	3	3	2	1	3	3	3	37
Ö ₄	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	41
Ö ₅	3	2	2	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	3	39
Ö ₆	3	2	1	3	3	1	1	3	3	3	2	3	3	3	3	37

Aşağıda Tablo 30'a göre her bir sorunun farklı uygulamalarda öğretmenlerden aldığı puanların gösterildiği grafik yer almaktadır.



Şekil 19. Her bir sorunun farklı uygulamalarda öğretmenlerden aldığı puanların gösterimi

Şekil 19'a bakıldığında, en çok puan alan soruların, 5, 10, 11, 12 ve 13. sorular, en az puan alan soruların ise 9, 4 ve 2. sorular olduğu görülmektedir.



Şekil 20. Öğretmenlerin testten aldığı toplam puanlar

Öğretmenlerin PAB testinin alan bilgisi bölümünün tamamından aldıkları toplam puanları gösteren Şekil 20'ye göre öğretmenlerin testten aldıkları puanların, adayların testten aldıkları puanlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Testten en yüksek puanı alan öğretmenin Ö₄, en düşük puan alan öğretmenin Ö₂ olduğu görülmektedir. Ö₂ öğretmenini, Ö₅ ve bu öğretmeni de aynı puanlarla Ö₁, Ö₃, Ö₆ öğretmenleri takip etmektedir.

3.2. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Sunum Çeşitleri Bilgisi

Bu bölümde, PAB testinden, gözlem, mülakat ve ders planlarından elde edilen veriler analiz edilerek öğretmen adayları ve öğretmenlerin sunum çeşitlerini gösteren bulgular yer almaktadır. Katılımcıların sunum çeşitlerini ve uygulamalar arası değişimi göstermek için her bir aday ve öğretmen için ayrı ayrı tablolar düzenlenmiştir. Her bir aday için düzenlenen tablolarda, gözlemlerden elde edilen veriler * sembolü ile ders planlarından elde edilen veriler # sembolü ile gösterilmiştir. İtalik olarak gösterilen sunumlar PAB testinde ifade edilmemiştir.

Tablo 31. A₁ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₁			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Görselleştirme	Örneklendirme	Deney	Deney
2	Açıklama	Açıklama Örneklendirme	- (A.B.V)	Benzetim *# Gösteri##* Açıklama##* Örneklendirme##*
3	Gösteri	Açıklama Gösteri	Örneklendirme Gösteri Deney	Gösteri
4	Örneklendirme Benzetim	Deney	Deney	Örneklendirme Deney
5	Açıklama	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Simülasyon	Deney *# Görselleştirme##* Örneklendirme ##* Açıklama##* Benzetim##*
6	Gösteri	Açıklama Deney	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
7	Açıklama	Örneklendirme	Deney	Deney *# Görselleştirme##* Açıklama##* Problem çözme##
8	Açıklama	Problem çözme	Deney	Örneklendirme Deney
9	Örneklendirme Benzetim	Açıklama Problem çözme	Problem çözme	Örneklendirme Deney
10	Açıklama	Deney	Örneklendirme	Örneklendirme Deney
11	Örneklendirme	Deney	Problem çözme	Benzetim Deney
12	Deney	Örneklendirme	Örneklendirme Deney	- (A.B.Y)
13	Açıklama	Açıklama Deney	Örneklendirme Deney	Örneklendirme Problem çözme
14	Açıklama	Deney Problem çözme	Örneklendirme Deney Simülasyon	Örneklendirme Problem çözme
15	Açıklama	Deney Problem çözme	Örneklendirme	Örneklendirme*##* Problem çözme

* Gözlem

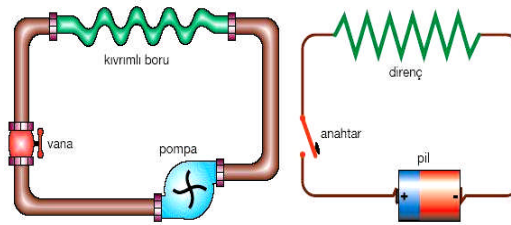
Ders Planı

A₁ adayının aynı sorunun öğretimine yönelik sunum çeşitliliği birinci, ikinci ve dördüncü uygulamalarda en fazla iki çeşit iken, üçüncü uygulamada bu sayının üçe kadar çıktığı görülmektedir. İlk uygulamada görülmeyen ya da az görülen sunum çeşitleri deney, problem çözme ve simülasyon sonraki uygulamalarda sıklıkla görülmektedir. Gösteri sunumunun, tüm uygulamalarda sadece manyetik alan içerisinde bulunan akım taşıyan bir tele etki eden kuvvetin belirlenmesinin istendiği soruda ifade edildiği görülmektedir.

Adayın ders planında açıklama, gösteri, görselleştirme, deney, örneklendirme ve benzetim sunum çeşitleri yer alırken, PAB testinde de bu sunum çeşitlerinin ifade edildiği görülmektedir. PAB testinde ifade edilen simülasyon ve problem çözme sunum çeşitleri ders planında bulunmamaktadır. Planda bulunmayan bu sunumlar, öğretim sırasında da kullanılmamıştır. Aday ilk derste power point sunusu ile elektriğin günlük hayattaki kullanım alanlarına örnekler vermiş, potansiyel farkı ve basit bir elektrik devresindeki elemanların işlevlerini açıklamak için benzetimler ve görselleştirmeler kullanmıştır. Sunu içerisinde devre elemanlarının tanıtılmasında ve elektrik akımı ile elektronların yönünün açıklanmasında görselleştirmelere yer vermiştir. Sunu dışında bazı kavram tekrarlarında ve hatırlatmalarda da tahtada çeşitli görselleştirmeler kullanılmıştır. Sunu içerisinde yer alan görselleştirmelerin ders planına da dâhil edildiği belirlenmiştir. Bu anlamda adayın planladığı sunum çeşitlerini, ders içerisinde uyguladığı gözlemlenmiştir. Basit bir elektrik devresinde yer alan elemanların sembolleri görselleştirmeler aracılığıyla öğrencilere sunulmuştur (Şekil 21). Su değirmenlerinin çalışma prensibi ve bir elektrik devresindeki elemanlar arasında benzetim yapılarak, pil pompaya, suyun akması elektrik akımına ve dönen çark yanan ampule benzetilmiştir (Şekil 22).

Devre Elemanı	Sembolü
İletken tel veya kablo	
Pil	
Açık anahtar	
Direnç	
Voltmetre	
Ampermetre	

Şekil 21. A₁ adayının kullandığı görselleştirme



Şekil 22. A₁ adayının kullandığı benzetim

Ayrıca ders kitabında yer alan köprü benzetimi, potansiyel fark kavramını açıklamada, hortumdan akan su benzetimi ile de elektrik akımı açıklanmıştır. Ders kitabı dışında Newton halkaları benzetimi ise elektronların enerjisi birbirlerine aktarılması olayının açıklanmasında kullanılmıştır. Yine bilardo topları benzetimi ile domino taşları benzetimleri, elektrik akımının oluşmasında elektronların rolü açıklanırken verilmiştir. Elektrik akımının birim zamanda iletken üzerinden geçen yük miktarı olduğu açıklaması bir musluktan akan su benzetimi ve görselleştirilmesi ile desteklenmiştir. Öğretim sırasında, elektriğin kullanım alanları olan, cep telefonları, bilgisayarlar ve şehir aydınlatmaları ile su ısıtıcılarının, adayın öğretimde kullandığı örneklendirmeler olduğu gözlenmiştir. Ayrıca ders planında da yer alan saç kurutma makinesi de elektriğin kullanım alanlarından biri olarak örnek verildikten sonra, makinenin üzerindeki parçaların basit bir elektrik devresindeki hangi elemanlara karşılık geldiği de sınıf içerisinde tartışılmıştır. Bir sonraki derste ise bir önceki derste açıklanan kavramlar tekrar edilerek, derste yapılacak deney ile ilgili bilgilendirmeler tahtada görselleştirmeler aracılığıyla açıklanmıştır. Devreden geçen akım yönü ile ampermetrenin ve voltmetrenin bağlanmasını göstermek amacıyla yapılan deneyde öğrenciler gruplar halinde deney masasında toplanmıştır. Yaklaşık 25 kişiden oluşan sınıf beşer kişilik gruplar halinde deney masasına gelmişler ve deney her bir grup için yenilenmiştir. Dersin başındaki 10 dakikalık geçmiş dersin tekrarı yapıldıktan sonra yapılan bu deney ders sonuna kadar devam etmiştir. Aday, deneyin bu kadar uzun süreceğini tahmin etmediğini belirtmiştir. Uygulama öğretmen yardımıyla ders öncesinde deney düzeneğini kurmuş ve ön hazırlık yapılmıştır. Uygulama öğretmenin adayın zamanı kullanması hakkında, öğretim sonrasında adaya aşağıdaki gibi bir öneride bulunmuştur.

Gruplarla deney hazırlandığında her grup için ayrı ayrı deney düzeneğini hazırlayıp, gösterip söylemektense, birinci adımı hazırlayın, gruplar sırasıyla gelip baksın, ikinci adıma geçin. Aletler bu şekilde dayanmaz hem de çok fazla zaman geçer. (Ö, Gözlem)

Tablo 32. A₃ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₃			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Açıklama	Açıklama	Açıklama	Açıklama
2	Gösteri Görselleştirme	Açıklama Gösteri	Açıklama	Örneklendirme Benzetim Model
3	Açıklama	- (A.B.Y)	Açıklama	Gösteri #* Simülasyon*# Örneklendirme*# Problem çözme*# Açıklama*#
4	Gösteri Görselleştirme	Kavram Değişim Metni	Açıklama Gösteri	- (A.B.V)
5	Açıklama Örneklendirme	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.V)
6	Açıklama	Açıklama	Simülasyon	Gösteri Problem çözme Simülasyon
7	Açıklama	Açıklama Kavram Değişim Metni	- (A.B.V)	Deney
8	Açıklama Problem çözme	- (A.B.Y)	Açıklama Deney	Açıklama Deney
9	Açıklama Görselleştirme	Açıklama	- (A.B.V)	Açıklama
10	Açıklama Deney	- (P.Y)	Deney	Açıklama*# Deney *# Gösteri*# Görselleştirme*#
11	Açıklama	Açıklama	Açıklama	Deney *#
12	Örneklendirme Gösteri	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	Simülasyon*# Görselleştirme* Problem çözme*# Açıklama*#
13	Açıklama	Açıklama	Açıklama	Deney *# Gösteri*# Görselleştirme*# Örneklendirme*#
14	Deney	Açıklama	- (A.B.V)	Açıklama*# Deney *# Örneklendirme*# Gösteri*# Görselleştirme*#
15	Açıklama	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Problem çözme	Deney *#

A₃ adayının aynı sorunun öğretimine yönelik sunum çeşitliliği ilk üç uygulamada en fazla iki çeşit iken, dördüncü uygulamada bu sayının üçe kadar çıktığı görülmektedir. İlk uygulamada ifade edilen sunum çeşitleri, açıklama, örneklendirme, görselleştirme, gösteri, deney ve soru çözme şeklinde iken, ikinci uygulamada bunlara kavram değişim haritaları, üçüncü uygulamada simülasyon ve son uygulamada benzetim ve modelleme eklenmiştir.

Son uygulamada açıklama sunumuna ilk üç uygulamadaki kadar yer verilmediği görülmektedir. İlk üç uygulamada manyetizma ile ilgili üçüncü ve altıncı sorular için açıklama sunumu ifade edilirken son uygulamada gösteri, simülasyon ve problem çözme sunumları belirtilmiştir. Yine 11 ve 13. sorularda ilk üç uygulamada açıklama sunumu yer alırken, son uygulamada açıklamaların yerini deney sunumu almıştır. Adayın üçüncü uygulama sonrasındaki öğretim deneyimi sırasında hazırladığı ders planında, kullanmayı düşündüğü sunum çeşitlerini açıklama, örneklendirme, problem çözme, benzetim, gösteri ve deney olarak belirlediği görülmektedir. Gösteri sunumu kapsamında projeksiyon gibi teknolojik araçların kullanılması planlanmıştır. Adayın ayrıca internet aracılığı ile çeşitli bilimsel sitelerde yer alan simülasyon, animasyon ve uygulamaları, etkileşimli olarak öğretim sırasında uygulamayı planladığı ve faydalanılacak internet sitesi adresinin de ders planında yer aldığı görülmektedir. Aday farklı günlerde anlattığı 45'er dakikalık derslerde ders planına uygun öğretim gerçekleştirmiş, planda ifade edilen sunum çeşitlerinin hepsini kullanmış, ayrıca planda ifade edilmeyen görselleştirme sunum çeşidini de öğretimine dâhil etmiştir. İkinci ve üçüncü uygulamalarda PAB testinde yer alan kavram değişim metinleri ve modelleme çeşitlerinin ders planlarında yer almadığı ve öğretim sırasında kullanılmadığı görülmektedir. Aday derslerini çoğunlukla power point sunusu üzerinden yürütmüştür. Sunuda yer alan görselleştirmeler, örneklendirmeler ve açıklamalar kullanılarak kavramlar öğrencilere tanıtılmıştır (98–102):

(98) A₃: Evlerde bilgisayar kullananlar vardır.

(99) Ö: Hayır... Evet...

(100) A₃: Elektrikli eşya, anneniz veyahut da televizyon açıktır, çamaşır atar makineye

(101) ya da saç kurutma makinesi çalıştırabilirsiniz yani bunların herhangi biri veyahut da

(102) üçünü birden kullandığınız zaman...

Adayın ders kitabı dışında bir örneklendirmeyi manyetizma konusunun anlatılması sırasında verdiği görülmektedir (573–577; 582):

(573)A₃: Üzerinden akım geçen telimiz mıknatıslanma özelliği de kazanır. Peki, bu

(574)özellekle çalışan birkaç makine ve ya eşya örnek verebilecek olanınız var mı?

(575)A₃: Bakın Trabzon'da liman var, gerçi burada hurdalık var mı bilmiyorum ama hani

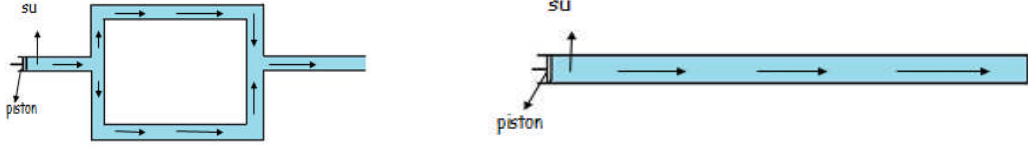
(576)çok güç gerektiren ya da kuvvet gerektiren... Genelde elektromıknatıs deniyor

(577)bunlara.

...

(582)A₃: Vinç. Evet. Elektromıknatıs vinçler olarak geçiyor.

Seri ve paralel devreler arasındaki farklılık ise sunuda yer alan bir görselleştirme (Şekil 23) üzerinde benzetim yapılarak açıklanmıştır (272–278):



Şekil 23. A₃ adayının kullandığı benzetim

- (272)A₃: Seri mi paralel mi? Bir benzetme yapalım. Şimdi bildiğimiz üzere elektrik (273)akımını bir su tesisatındaki su borularındaki suya benzetmiştik öncelerde. Buna (274)bakılırsa, sağdaki ve soldaki, ikisi ayrı resim, hangisi paraleldir, hangisi seridir? (277)Sınıf: Soldaki paralel, sağdaki seri. (278)A₃: Evet, seri. Şimdi anladınız mı yani bir seri veya kol düşündüğünüzde...

Power point sunusu içerisinde, manyetik alan çizgilerinin yönünü gösteren şekil üzerindeki tartışmalar sırasında aday, öğrencilere manyetik alan çizgilerinin yönünün nasıl bulunduğunu sormuştur. Sağ el kuralı cevabını veren öğrencilerden, manyetik alan yönünün bir kalem üzerinde göstermeleri istenmiştir. Sunu içerisindeki görselleştirme ve öğrencilerin gösterileri yeterli olmayınca aday, tahtada sağ el kuralını çeşitli şekiller aracılığıyla açıklamaya çalışmıştır (63–65):

- (63)A₃: Aslında ikisi de doğru. Sonuçta gösteriyor ama daha açık görebilmeniz için akımın (64)yönü arkadaşımızın ve yahut da (diğer) arkadaşımızın yaptığı gibi... (65)A₃: Birkaç şekil çizeyim.

Aday, içerisinde akım geçen bir tele manyetik alan içerisinde iken bir kuvvet etki edeceğini açıkladıktan sonra, internet sitesindeki simülasyonları kullanarak, akımın şiddetini, manyetik alan şiddetini ve tel uzunluğunu değiştirerek kuvvette meydana gelen değişimlerin öğrenciler tarafından gözlenmesini sağlamıştır (630–636):

- (630)A₃: Evet, telin boyutuna bağlıdır arkadaşlar. Burada benim size gösterecek olduğum (631)dönüş hızlarına bakınız. Telimizin, biraz daha hızlandırdığımız zaman ve üst (632)tarafındaki, mouse'u izlerseniz eğer, gördüğünüz şu aralığın da küçüldüğünü (633)görebilirsiniz, mesela şöyle genişliyor. Bu sefer dönmesi biraz daha yavaşlıyor. (634)Bakın çok yavaşladı. Üzerine etkiyen manyetik alanı ve ya akım şiddetini (635)azaltığımızda, bu akım şiddeti çok düştü. Mesela şu anda biraz daha arttı. (636)Ö: Akım şiddeti arttıkça dönme hızı da artıyor.

Benzer şekilde manyetik alan çizgilerinin tanımlanmasında simülasyon kullanılmıştır. Bu simülasyonda iki noktasal yük (yükleri istenilen şekilde değiştirilebilen) arasındaki alan çizgilerindeki değişim gözlenmiştir. Yüklerin her ikisi de aynı cins seçildiğinde alan çizgilerinin birbirini ittiği, zıt olarak seçildiğinde birinden diğerine doğru şekillendiği ve yük miktarlarının artırılıp azaltılması durumunda ise alan çizgilerinin sıklığında artma ve azalma olduğu öğrenciler tarafından gözlenmiştir. Katılımcıların alan bilgileri bölümünde de işaret edildiği gibi, öğretmen adaylarının bazıları elektrik alan ile manyetik alanı karıştırdıklarından bu açıklama bilimsel hata içermektedir.

Mıknatıslar ile ilgili problem çözme esnasında öğrencilerin anlamakta zorlandıkları bir noktada aday, ders kitabında plastik bir boru içerisinde birbirini iten iki mıknatısın olduğu şekli referans göstererek açıklamaya çalışmıştır (762–766):

(762)**A₃**: Yer çekiminden ötürü aşağıya düşmelerini beklersiniz, ama manyetik kuvvet çoğu
(763)zaman yer çekimi kuvvetinden daha büyüktür. İkisi birbirini çekeceği için çekme
(764)kuvveti birbirini dengeleyecektir. Eğer kitabımızın 206. sayfasına bakarsak, orada bir
(765)şekil var, plastik bir borunun içine konulmuş iki mıknatısın havada dengede kaldığını
(766)görüyorsunuz.

Adayla ders sonrası yapılan görüşmede belirttiği “kitaba ne nedir diye baktım seviyeyi belirlemek için” ifadesi ders kitabını öğretimde kullanılacak alan bilgisinin sınırlarını belirlemede kullandığı göstermektedir.

Tablo 33. A₄ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₄			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Açıklama	Açıklama	Deney	Açıklama *#
2	Açıklama Problem çözme	Açıklama	- (A.B.Y)	Açıklama## Örneklendirme
3	Gösteri Görselleştirme	Örneklendirme Deney	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
4	Açıklama Deney	- (A.B.V)	Açıklama	Deney
5	Açıklama	Deney	Deney	Açıklama *# Örneklendirme Benzetim*
6	Gösteri	Açıklama	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
7	Gösteri	- (A.B.V)	Deney	Deney Açıklama* Görselleştirme*
8	Gösteri Deney	- (A.B.V)	- (A.B.Y)	Deney
9	Açıklama	Açıklama	Deney	Gösteri
10	Deney	- (A.B.V)	- (A.B.Y)	Açıklama*## Gösteri Problem çözme##* Görselleştirme##*
11	- (P.Y)	Açıklama Deney	- (A.B.Y)	Örneklendirme Deney Problem çözme*## Görselleştirme*## Benzetim*
12	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
13	Problem çözme	Deney	- (A.B.Y)	Problem çözme*## Örneklendirme##* Görselleştirme##*
14	Deney	Örneklendirme Deney	- (A.B.Y)	Problem çözme*## Örneklendirme##* Görselleştirme##*
15	Örneklendirme	Örneklendirme Deney	- (A.B.Y)	Açıklama *#

Öğretmen adayı A₄, ilk uygulamada belirttiği açıklama, örneklendirme, gösteri, görselleştirme, deney, soru çözme sunum çeşitlerini dördüncü uygulamada da belirtmiştir. Dolayısıyla sunum çeşitliliği bakımından birinci ve dördüncü uygulamalar arasında bir farklılık görülmemektedir. Ancak ilk uygulamada belirtilen gösteri çeşidi sayısının son uygulamada oldukça azaldığı dikkati çekmektedir. İlk uygulamadaki görselleştirme ve gösteri gibi görsel sunumların ikinci ve üçüncü uygulamalarda yer almadığı görülmektedir. İkinci ve üçüncü uygulamalarda açıklama, örneklendirme ve deney sunum çeşitleri ağırlık

kazanmakla birlikte aday bu uygulamalarda PAB testinin ilgili alanlarını bazı sorular için boş bırakmıştır.

Adayın Ohm kanunu, direnç ve dirençlerin bağlanması konularıyla ilgili ders planında açıklama, problem çözme, görselleştirme ve örneklendirme sunumları yer alırken, öğretim sırasında kullandığı sunum çeşitleri de planla uyumlu olarak açıklama, problem çözme, görselleştirme ve örneklendirmedir. Planda verilen örneklendirmeler ve problemler aynı şekilde öğretim sırasında değiştirilmeden kullanılmıştır. Ancak ders planında yer almayan benzetimler, görselleştirme ile birlikte öğretim sırasında kullanılmıştır (52–68):

- (52) A₄: Potansiyel fark var. Güzel. Peki, o zaman şöyle bir benzetme yapalım arkadaşlar.
 (53) A₄: Şurada bir anahtarımız olsun. Anahtarımız kapalı. Şurada arkadaşlar şu seviyede
 (54) su var. Şurada da şu seviyede su var. Anahtar açtığımız zaman ne olur? [Ders kitabı,
 (54) sayfa 180'deki düzenek tahtaya çizilmiştir]
 (55) Ö: Dengelenir.
 (56) Ö: Su geçişi olur.
 (57) Ö: Sol taraf alçalır. Sağ taraf yükselir.
 (58) A₄: Diyorsun ki şu fark, arasındaki fark eşitleninceye kadar buradan bu tarafa doğru
 (59) su geçişi olur. Şuradaki farkı [sol taraftaki] elektrik devresinde ben neye
 (60) benzetebilirim?
 (61) Ö: Elektron biter.
 (62) A₄: Hayır.
 (63) Ö: Potansiyel enerji tükenir.
 (64) A₄: Potansiyel farkına benzetebilirim değil mi? Peki, bu suyun buradan bu tarafa
 (65) doğru hareketini neye benzetebilirim. Şimdi bakın akıma mı benzetebilirim? Yoksa
 (67) elektronların hareketine mi?
 (68) Ö: Elektronların

Burada adayın benzetimi yanlış yorumladığı görülmektedir. Bir öğrencinin kesit alanı ile direncin ters orantılı olduğu durumu bir benzetim ile açıklaması üzerine aday başka bir benzetim kullanmıştır (310–315):

- (310) Ö: Şimdi hocam onu şey olarak düşünsek otoban olarak da düşünebiliriz aynı araba
 (311) sayısı aşağıya doğru yol sıkışırsa
 (312) A₄: Yani yol geniş olsa çok şerit olsa daha çok araba akabilir diyorsun.
 (313) Ö: Evet hocam.
 (314) A₄: Su borusunu düşünün arkadaşlar daha genişken daha fazla su akar.
 (315) Böyle düşünebilirsek evet doğru mantık. İletkenin kesit alanı dirençle ters orantılıdır.

Görselleştirme sunumu, ilk uygulamada sadece bir kez ifade edilirken, öğretim uygulamaları sırasında oldukça sık kullanılmıştır. Görselleştirmeler, benzetimlerin açıklanması, basit elektrik devrelerinde devre elemanlarının tanıtılması ve seri ve paralel bağlı devrelerin açıklanması sırasında kullanılmıştır.

Tablo 34. A₅ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₅			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Sunum çeşidi önermedi (A.B.V)	- (A.B.V)	Deney	Açıklama
2	Açıklama	Açıklama	Görselleştirme Deney Modelleme	Görselleştirme Modelleme
3	Deney	Simülasyon	Deney	Deney Modelleme
4	Açıklama	Açıklama	Gösteri Modelleme	Simülasyon
5	Açıklama	Deney	Açıklama	Açıklama*# Görselleştirme*# Benzetim*#
6	Deney	- (A.B.Y)	Simülasyon	Deney Simülasyon
7	Deney	Deney	Deney	Açıklama *# Deney# Görselleştirme*#
8	Açıklama	Açıklama	Deney	Açıklama *#
9	Sunum çeşidi önermedi (A.B.V)	Açıklama Deney	Deney	Açıklama *# Benzetim*
10	- (A.B.V)	Deney	Deney	Deney #
11	- (A.B.V)	- (P.Y)	- (P.Y)	Açıklama *# Problem çözme*# Görselleştirme*# Örneklendirme*#
12	Deney	Simülasyon	Deney Simülasyon Modelleme	Deney Simülasyon
13	- (A.B.V)	Deney	Deney	Açıklama *# Görselleştirme*# Problem çözme*# Deney #
14	- (A.B.V)	Deney	Deney	Problem çözme*# Görselleştirme*# Deney #
15	Deney Soru çözme	Deney	Deney	Deney #

A₅ adayının ilk uygulamada, anlatım, deney ve soru çözme sunumlarının yer aldığı, ikinci uygulamada bunlara simülasyonun eklendiği görülmektedir. Üçüncü ve dördüncü uygulamada ise sunum çeşitliliğinin arttığı ve gösteri, görselleştirme, modelleme gibi sunum çeşitlerinin de ifade edildiği görülmektedir. İlk uygulamada bazı sorular için, sunum şekli önerilmeden, öğrencilerin daha dikkatli olmasını sağlarız vb. gibi öneriler sunan adayın sonraki uygulamalarda deney, modelleme, görselleştirme gibi sunum çeşitleri önerdiği dikkati çekmektedir.

Adayın ders planında yer alan sunum çeşitleri deney, açıklama, problem çözme, örneklendirme, görselleştirme ve benzeşim olduğu belirlenmiştir. Simülasyon, gösteri ve modelleme gibi sunum çeşitleri PAB testinde ifade edilmiş olsa da ders planında yer almamaktadır. 45'er dakikalık iki ders saatini kapsayan ve iki ayrı günde gerçekleşen öğretim deneyimi sırasında ise ağırlıklı olarak açıklama, örneklendirme ve problem çözme sunum çeşitleri kullanırken, görselleştirmeler sadece çözülecek soru kapsamında yer almıştır. Planda belirtilen deneyler yapılmamış, ancak planda yer alan problemler sınıf içerisinde çözülmüş, günlük hayatla ilişkili örneklerin bir kısmı sınıf içerisinde verilmiştir. Örneğin, planda yer alan ve dikkat çekmek amacıyla sorulması planlanan “arızalı bir radyonun tamire götürüldüğünde bazı parçaların iki ucunun ibreli bir ölçekte yoklanmasının nedeninin sorulmasının” planlandığı örnek verilmemiştir. Ancak, ders kitabında yer alan ve potansiyel fark kavramının anlaşılması için verilen köprü ve insan benzeşimi planda yer almamasına karşın, öğretim sırasında sunum çeşidi olarak kullanılmıştır (525–528):

- (525) A₅: Şurada bir nehir şurada bir köprü var değil mi? Burada yoğun bir insan kalabalığı
 (526) var. Burada da köprü açık durumda ama insanlar rahat edemiyorlar. Ne yapacaklar bu
 (527) durumda? Karşıya geçme isteği oluşacak onlarda değil mi? Çünkü ortamı
 (528) dengelemek zorundalar...

Reostanın tanıtılması sırasında planda yer alan saç kurutma makineleri ve ısıtıcılar örneklendirmeleri öğretim sırasında verilmiştir (139–145):

- (139)A₅: Yani reostanın amacı direnci değiştirerek değişen dirençteki akımı da
 (140)değiştirmek. Şimdi bunu düşünerek günlük hayatta reostaları nerde kullanıyoruz?
 (141) Ö: Hocam tam emin değilim. Prizler var döndürüyorsun ışığı...
 (142)A₅: Çok güzel kademeli olarak artan veya azalan durumlarda, saç kurutma
 (143)makinelerinde ısıtıcılarda... reostalar kullanılır.
 (144)Ö: Ütü de olur mu hocam?
 (145)A₅: Olur kademesi varsa olur.

Plan içerisinde kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla planlanan etkinlikler kapsamındaki görselleştirmeler öğretim sırasında yapılmamıştır. Bu görselleştirme plan içerisinde şu şekilde açıklanmıştır:

Bir iletkendeki elektron akış yönü ve akımın yönü ile ilgili kavram yanlışları, tahtada bir tel kesiti üzerinde elektronun ve akımın hareket yönünü gösteren bir şekil çizilerek tebeşir yardımıyla yazılı açıklamalar yapılabilir. ... (A₅, ders planı)

Adayın öğretim sonrasında, uygulama öğretmeninden öğretimine ilişkin olumlu veya olumsuz yönde herhangi bir eleştiri almadığı gözlenmiştir. Öğretim sonrası, adayla yapılan mülakatta uygulama öğretmeninden dönüt alamadığını aşağıda alıntıda görüldüğü şekilde ifade etmiştir:

Uygulama öğretmenim nasıl ders anlattığıma yönelik pek yorum yapmıyor. Ben merak ediyorum eksik ya da iyi yanlarımın neler olduğunu. Diğer uygulama, öğrencileri ile hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası toplantılar yapıyor. Öğrencilere soracağım ders anlatmam ile ilgili neler düşündüklerini onların yorumlarını alacağım bir kâğıda yazıp vermelerini isteyeceğim. (A₅, informal mülakat)

Ö₄ öğretmenin uygulama öğretmenliğini yürüttüğü A₄ ve A₅ adaylarının, Ö₆ öğretmenin uygulama öğretmenliğini yürüttüğü diğer adaylarla yaptığı toplantılarına katılmak istedikleri ancak Ö₆ öğretmenin bunu kabul etmediği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarına mülakatlarda, bu davranışlarının nedeni sorulduğunda ise bunu; Ö₆ öğretmenin faydalı dönütler ve öneriler verdiğini, diğer öğretmen adaylarına önerilerini ve dönütlerini merak ettiklerini ve dinlemek istediklerini ifade etmişlerdir.

A₅ adayının, öğretmenlik uygulamaları sırasında elektrik akımının yönünden bahsetmediği gözlenmiş ve kendisine nedeni sorulduğunda “kendim anlamadığım şeyi nasıl anlatayım, ya öğrenciler bana soru sorarlarsa” açıklamasını yapmıştır. Yine ders planı içerisinde yer alan, kavramlar, kavramların tanımı, birimleri ve kavramları ölçen aletlerin özetlendiği tablo kullanılmamıştır. Aday, problem çözümlerinde kullandığı görselleştirmeler hariç sadece Ohm kanununa uyan bir dirence ait grafik kullanarak görselleştirme yapmıştır.

Tablo 35. A₆ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₆			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Deney	Deney	-(A.B.V)	-(A.B.V)
2	Gösteri	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
3	Deney	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
4	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.Y)
5	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)
6	-(A.B.V)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
7	Deney	-(A.B.V)	Deney	-(A.B.V)
8	Deney	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.Y)
9	Deney	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
10	Deney	Deney	-(A.B.V)	-(A.B.V) Örneklendirme# Görselleştirme#* Açıklama#* Problem çözme#*
11	Deney	-(A.B.V)	Deney	-(A.B.V) Görselleştirme* Açıklama* Problem çözme*
12	-(A.B.V)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
13	Deney	-(A.B.V)	Deney	-(A.B.V) Örneklendirme# Görselleştirme#* Açıklama#* Problem çözme#*
14	Deney	Deney	Deney	-(A.B.V) Örneklendirme# Görselleştirme#* Açıklama#* Problem çözme#*
15	Deney	-(A.B.V)	Deney	-(A.B.V)

A₆ adayının PAB testinde ağırlıklı olarak deney sunumunu belirttiği görülmektedir. Adayın ifade ettiği sunumlar deney ve gösteri olmasına karşın, öğretim uygulamalarında gözlemlenen üç ders saati boyunca deney ve gösteri sunumlarını kullanmadığı belirlenmiştir. Adayın kullandığı sunum çeşitleri ağırlıklı olarak problem çözme ve açıklamalardır. 45 dakikadan oluşan üç ders saati süresince seri ve paralel bağlı devreler, kısa devre gibi konuların kısa bir açıklaması ile beraber yaklaşık 10 tane problem çözülmüştür. Problemlerin çözümünde ve kavramların açıklanmasında problemlerin doğası gereği görselleştirmeye de yer verilmiştir.

Adayın ders planında, gösteri, benzetim, laboratuvar gibi sunum çeşitleri yer almazken, açıklama, problem çözme ve görselleştirme sunum çeşitleri bulunmaktadır. Adayın, dersin işleniş sırasında, ders planına bağlı kaldığı ve planda belirtilen

problemlerin çözüldüğü, açıklama ve görselleştirmelerin kullandığı görülmektedir. Ancak çözülecek problemlere ders planında yer verilmemiştir.

Tablo 36. A₇ adayının sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	A ₇			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Açıklama	Açıklama	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Örneklendirme
2	Açıklama Örneklendirme	Açıklama	Örneklendirme Görselleştirme	Açıklama *# Örneklendirme##* Benzetim ##* Görselleştirme##*
3	Açıklama Gösteri	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Örneklendirme Görselleştirme	Açıklama Gösteri
4	Açıklama Örneklendirme	Gösteri Görselleştirme	Açıklama Örneklendirme Görselleştirme	Açıklama Görselleştirme Gösteri Simülasyon
5	Açıklama Gösteri	Açıklama Görselleştirme	Gösteri Görselleştirme	Açıklama*# Gösteri *# Örneklendirme# Benzetim##*
6	Açıklama	Açıklama Görselleştirme	Gösteri Görselleştirme	- (A.B.Y)
7	Açıklama Deney	Açıklama Görselleştirme	Açıklama Örneklendirme Gösteri Görselleştirme	Açıklama*# Görselleştirme*## Gösteri##*
8	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Soru çözme	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Görselleştirme Simülasyon
9	Açıklama	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	Açıklama ##* Görselleştirme* Problem çözme*##
10	Açıklama Örneklendirme	Örneklendirme	Açıklama Örneklendirme Görselleştirme	Açıklama *# Gösteri *# Görselleştirme*## Benzetim##*
11	Açıklama Örneklendirme	Açıklama Örneklendirme	Açıklama	Açıklama *# Problem çözme*## Görselleştirme*## Benzetim##*
12	Açıklama Gösteri	- (A.B.Y)	Gösteri	- (A.B.Y)
13	Açıklama Örneklendirme	Soru çözme	Açıklama Örneklendirme Görselleştirme	Açıklama *# Görselleştirme##*
14	Açıklama Örneklendirme	Soru çözme	- (A.B.V)	Açıklama *# Görselleştirme##*
15	Açıklama Örneklendirme	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	Açıklama *# Örneklendirme##* Görselleştirme *## Problem çözme*##

A₇ adayının aynı sorunun öğretimine yönelik sunum çeşitliliği ilk iki uygulamada iki sunum çeşidi görülürken, üçüncü ve dördüncü uygulamalarda sunum çeşitliliğinin dörde kadar çıktığı görülmektedir. İlk uygulamada açıklama, örneklendirme ve gösteri gibi sunum çeşitleri yoğun olarak göze çarparken, ikinci uygulamada bunlara görselleştirme ve problem çözme, son uygulamada ise benzetim ve simülasyon çeşitlerinin eklendiği görülmektedir. Bu aday için dikkat çekici bir özellik ise deney sunumunun sadece ilk uygulamada bir kere ifade edilmesi ve soru çözme sunum çeşidinin sadece ikinci uygulamada yoğun olarak yer almasıdır.

Ayrıca ders planı hazırlamayan aday ilk dersini okulun teknoloji laboratuvarında yürütmüştür. Bu derste aday, power point sunumu kapsamında konu içeriğini sunarken, görselleştirme, açıklama, gösteri ve benzetim sunum çeşitlerini bir arada kullanmıştır. Basit bir elektrik devresinde akım ve elektronların yönü görselleştirme ile tanıtılırken, yönlerin neden farklı olduğu öğrencilerle yapılan tartışmalar sırasında açıklanmıştır. Elektrik devresi ise bir su tesisatı benzetimi yapılarak açıklanmıştır. Elektrik devresindeki anahtar su tesisatındaki vanaya, su tesisatındaki pompa pile, kıvrımlı boru ise dirence benzetilerek su tesisatında vananın açılması ile gerçekleşecek olaylar ile elektrik devresinde anahtarın açılması ile gerçekleşecek olaylar birbiriyle karşılaştırılarak açıklanmıştır (44–55):

- (44) A₇: Şimdi iki tane şekil var. Biri su tesisatının gösterimi, diğeri de bizim basit elektrik
(45) devremiz. Şimdi bunları birbirine benzeteceğiz. Pili biliyoruz, anahtarı, direnci
(46) biliyoruz. Şimdi bunlar ne işe yarıyor? Karşılaştıralım.
(49) Ö: Su tesisatında vana, anahtara elektrik devresinde anahtara benzetildi, pompa ile
(50) kıvrımlı boru da dirence.
(51) A₇: Şimdi vanayı açtığımızda ne olacak arkadaşlar?
(52) Ö: Su akacak
(53) A₇: Şimdi pompa suyu pompalayacak. O borulardan ne akacak? Su akacak. Su
(54) aktı vana açık olduğu için su geçti oradan nereye geldi? Kıvrımlı boru...
(55) Ö: Zorlaştıracak.

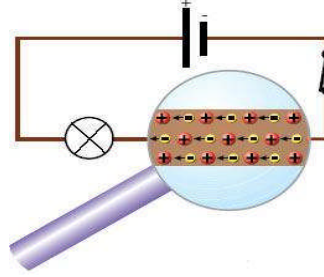
Benzetim sırasında bir öğrenci, pompanın ve kıvrımlı borunun dirence karşılık geldiğini ifade etmiştir. Aday buradaki hatayı düzeltmemiştir. Sadece pompanın suyu pompalayacağı ifade edilmiştir. Aynı benzetim bir iletkenin direncinin bağlı olduğu faktörlerin açıklanması sırasında da kullanılmıştır (757–764):

- (757) A₇: Su borusu ne kadar uzarsa, o kıvrımlı boru ne kadar uzun olursa eğer, akım o
(758) oranda zor mu geçecektir?
(759) Sınıf: Evet.

- (760) A₇: Dolayısıyla ne kadar boruyu uzatırsam ben, akım zor geçeceği için direnç ne
 (761) olmuştur o zaman?
 (762) Sınıf: Artar.
 (763) A₇: Artmıştır. Demek ki boyuyla nasıl orantılı?
 (764) Sınıf: Doğru.

Devre içerisinde elektronların akma yönünü açıklamak için power point sunusu içerisinde gösteri kullanılmıştır (123–124):

- (123) A₇: Burada da görebilirsiniz artı eksi, kırmızı olanlar artı, sarı olanlar eksi,
 (124) elektronları gösteriyor. Devre içerisinde akma şeklini görebiliyorsunuz.



Şekil 24. A₇ adayının sunum içerisinde kullandığı gösteri

Adayın kullandığı diğer bir benzetim ise domino taşlarıdır. Elektrik akımında elektronların hareketi ve akımın oluşması sırasında aday, elektronların yavaş hareket etmesine karşın lambanın hemen yanmasının nasıl mümkün olduğunu açıklarken elektronların titreşim hareketi yaptığını ifade etmiştir (167–174):

- (167) A₇: Elektronların hızı yavaş ama titreşim hareketi yapıyor yol almıyor ki.
 (168) Titreştiriyorlar birbirlerini domino taşları gibi düşünün. Dizdiniz uzun, bir
 (169) tanesine dokundunuz mu? Hiç oynadınız mı?
 (170) Sınıf: Evet...
 (171) A₇: Oynadınız değil mi?
 (172) Ö: Ben okey taşlarıyla oynadım.
 (173) A₇: Dizdiniz onları arka arkaya, birini hareket ettirdiniz. Hemen ne oluyor?
 (174) Taşları elektron olarak düşünürseniz...

Aday, potansiyel fark kavramını açıklarken de ders kitabındaki benzetime benzer bir şekil kullanmıştır. İçi su ile dolu ve birbirine bağlı iki farklı kaptaki su seviyelerinin farklı olduğu bir durumda su seviyelerinin farklı olup olamayacağı ve nedenleri tartışılmıştır. Yine ders kitabında (s.177) yer alan bilyeler benzetimi elektronların enerjiyi birbirlerine nasıl aktardığını açıklamada kullanılmıştır (211–221):

- (211)**A₇**: Bilye örneği verelim elektronların hareketine. Şimdi üstte dört tane bilye bir (212)arada, diğer tek bir bilye belirli bir hızla çarpıyor bunlara. Çarptığı zaman ne (213)oluyor? Bilyeler birbirlerini iterek, sonuçta sonraki bilye hareket ediyor. Yani ilk (214)bilye enerjisini önce ikincine sonra üçüncüsüne sonra dördüncüye beşine geliyor (215)aktarıyor, on enerji kimde kaldı? İlk bilyenin enerjisi kimde kaldı.
- (216)**Ö**: Son bilyede.
- (217)**A₇**: Evet o enerjiyi ne yapacak?
- (218)**Ö**: Aktaracak.
- (219)**A₇**: Hareket etmeye devam edecek. Diğer enerji sinin hepsini diğerlerine aktardığı için.
- (220)**Ö**: Bir sürü sarkaçlar vardı onları diyorsunuz herhalde, aynı şekilde.
- (221)**A₇**: Dimi? Aynı onun şeklinde, elektronları n hareketini ona benzetebiliriz.

Aday seri bağlı devrelerde dirençlerin seri bağlanmasını tanımlarken ders kitabında yer almayan bir benzetim kullanmıştır (536–537):

- (536)**A₇**: Yani şöyle diyelim. Arka arkaya dizilen aynı mesela treni düşünün. Trenin (537)vagonları nasıl sıralanmış. Arka arkaya, art arda sıralanmış tel üzerinde.

Sınıfta yürütülen derslerde ise adayın açıklama, örneklendirme, görselleştirme ve problem çözme sunumlarını kullandığı gözlenmiştir.

Tablo 37. Öğretmenlerin sergilediği sunum çeşitleri

Soru No	ÖĞRETMENLER					
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
1	Gösteri Görselleştirme Açıklama	Örneklendirme* Deney Benzetim Açıklama *	Görselleştirme*# Açıklama*#	Açıklama	Açıklama	Açıklama
2	Gösteri #* Açıklama # Deney*# Örneklendirme #*	Benzetim* Örneklendirme* Açıklama * Görselleştirme *	Modelleme* Benzetim # Görselleştirme * Örneklendirme* #	Benzetim * Açıklama * Gösteri*	Açıklama # * Örneklendirme *	Açıklama*# Deney* Örneklendirme *
3	---	Görselleştirme	Modelleme Görselleştirme	Gösteri	Gösteri	Gösteri
4	Örneklendirme	Açıklama	Örneklendirme	Gösteri	Açıklama	Görselleştirme Deney Simülasyon Örneklendirme *
5	Gösteri #* Benzetim Açıklama#* Deney*#	Açıklama* Deney* Görselleştirme*	Açıklama*# Örneklendirme #* Görselleştirme#*	Açıklama* Benzetim*	Gösteri*	Açıklama # Deney* Örneklendirme *
6	Gösteri Açıklama	Açıklama	Açıklama	Gösteri	Açıklama	Açıklama Görselleştirme
7	Açıklama#* Benzetim Deney*# Örneklendirme #*	Örneklendirme* Deney* Benzetim* Görselleştirme #* Açıklama *	Gösteri Görselleştirme #* Açıklama #* Modelleme* Problem çözme *	Deney Açıklama * Görselleştirme * Problem çözme *	Açıklama #* Görselleştirme*# Problem çözme * #	Açıklama*# Benzetim* Problem çözme *# Deney* Gösteri *
8	---	Açıklama	Görselleştirme	Açıklama	Açıklama	Problem Çözme*# Açıklama *# Görselleştirme*#
9	Gösteri #* Açıklama#* Deney*#	Açıklama* Benzetim *	Gösteri Açıklama *	Açıklama *#	Görselleştirme*# Problem çözme *# Açıklama *#	Açıklama

Tablo 37'nin devamı

Soru No	ÖĞRETMENLER					
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
10	<i>Benzetim</i> *# <i>Deney</i> *# <i>Açıklama</i> #*	<i>Açıklama</i> * <i>Deney</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Açıklama</i> *# <i>Modelleme</i> * <i>Problem çözme</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Açıklama</i> *# <i>Problem çözme</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Deney</i> <i>Problem çözme</i> *# <i>Açıklama</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Açıklama</i> *# <i>Görselleştirme</i> *# <i>Problem çözme</i> *#
11	<i>Benzetim</i> <i>Açıklama</i> #* <i>Deney</i> *# <i>Gösteri</i> #* <i>Görselleştirme</i> * <i>Örneklendirme</i> #*	<i>Deney</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Deney</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Deney</i> <i>Görselleştirme</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Problem çözme</i> *	<i>Benzetim</i>	<i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> *# <i>Açıklama</i> *#	<i>Örneklendirme</i>
12	---	<i>Açıklama</i>	<i>Gösteri</i>	<i>Gösteri</i>	<i>Açıklama</i> *# <i>Gösteri</i> * <i>Görselleştirme</i> *# <i>Problem çözme</i> *#	<i>Gösteri</i>
13	<i>Açıklama</i> *# <i>Deney</i> *# <i>Benzetim</i> *# <i>Örneklendirme</i> #*	<i>Deney</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Örneklendirme</i> *# <i>Modelleme</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> *	<i>Açıklama</i> *# <i>Problem çözme</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Açıklama</i> *# <i>Problem çözme</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Açıklama</i> *# <i>Görselleştirme</i> *# <i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> *#
14	<i>Deney</i> <i>Açıklama</i> *# <i>Deney</i> *# <i>Benzetim</i> *# <i>Örneklendirme</i> #*	<i>Deney</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Deney</i> <i>Modelleme</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Problem Çözme</i> *# <i>Görselleştirme</i> * <i>Açıklama</i> *#	<i>Deney</i> <i>Problem çözme</i> *# <i>Açıklama</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Açıklama</i> #* <i>Görselleştirme</i> *# <i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> *#
15	<i>Açıklama</i> #* <i>Deney</i> *# <i>Benzetim</i> *# <i>Örneklendirme</i> #*	<i>Açıklama</i> * <i>Deney</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Deney</i> <i>Modelleme</i> * <i>Açıklama</i> * <i>Benzetim</i> * <i>Problem çözme</i> * <i>Görselleştirme</i> *	<i>Açıklama</i> *# <i>Deney</i> <i>Problem çözme</i> *# <i>Görselleştirme</i> *	<i>Açıklama</i> *# <i>Problem çözme</i> *# <i>Açıklama</i> *# <i>Görselleştirme</i> *#	<i>Açıklama</i> #* <i>Gösteri</i> <i>Benzetim</i> * <i>Görselleştirme</i> *# <i>Problem çözme</i> *#

Ö₁ öğretmenin PAB testinde ifade ettiği sunum çeşitlerinden açıklama, deney, benzetim, gösteri sunumlarını öğretim uygulamaları sırasında da kullandığı, örneklendirme ve görselleştirmeye ise sık başvurmadığı görülmektedir. Ancak öğrencileri görselleştirme konusunda teşvik ettiği görülmektedir (92–95):

(92)Ö₁: Bir şeyler not almamışsınız yazmamışsınız.

(93)S: Var

(94)Ö₁: Tamam mı herkes kitabını görecek bak tahtayı da kullanabilirsiniz mesela bir tablo

(95)çizim oraya

Sınıfa bir saç kurutma makinesi ile gelen öğretmen kademe düğmelerini değiştirerek gösteri sunumunu kullanmıştır.

Sayfa 181.de günlük hayatta çoğunuzun kullandığı bir makineden bahsediyor. Görüyorsunuz. Oldukça faydalı saç şekillendiriyor. Fişe taktığınız zaman çalışıyor. Kademe düğmesi var. Nasıl oluyor da kademe düğmesi 2'ye gelince daha çok üflüyor. (Ö₁, Gözlem)

Seri bağlı devrelerde potansiyelin paylaşılması ise bir benzetim yardımıyla açıklanmıştır:

“Bir tane güç kaynağı var. Seri bağlama yapınca gerilim dirençler tarafından paylaşılır. Bir tane ekmeğimiz var. İki kişi yerse bir kişiye ne kadar düşer, bir kişi yerse, bir kişiye ne kadar düşer?”. (Ö₁, Gözlem)

Ö₂ öğretmenin PAB testinde belirttiği tüm sunum çeşitlerinin yanı sıra görselleştirme ve gösteri sunum çeşitleri de öğretim sırasında gözlenmiştir. Öğretmenin benzetimleri ve günlük hayattan verilen örneklendirmeleri, kavramların açıklanmasına geçmeden birlikte kullandığı gözlenmiştir. Örneğin bir elektrik devresinde üreteç, potansiyel fark, direnç gibi kavramlara karşılık sunulan benzeşimler ve örnekler konu ve kavramlar açıklanmadan önce yapılmıştır (4–16):

(4)Vücudumuzda damarla var değil mi? Damarlar ne taşıyor?

(6)Ö: Kan.

(9)Ö₂: Kanlar ne taşıyor?

(10)Ö: Hocam şey oksijen.

(11)Ö₂: Kime taşıyor?

(12)Ö: Beyne taşıyor.

(13)Ö₂: Evet ortamlara, hücrelere oksijen taşıyor. Nasıl taşıyor? Kan hareketiyle.

(14)Ö₂: Peki bu kan nasıl hareket ediyor? Kanı hareket ettiren kim kendi kendine mi

(15)hareket ediyor?

(16)Ö: Kalp pompalıyor.

Üreteç için yapılan bu benzeşimin yanında potansiyel fark kavramıyla da ilişki kurulabilecek bir benzeşim ve örneklendirme daha yapılmıştır (17–41):

- (17)Ö₂: Bir yerde bir hareket varsa bu hareketi sağlayan bir güç olmalı. Bir örnek vereyim
 (18) diyelim ki köyde evinizdesiniz musluğu açtınız su nereden geliyor?
 (20)Ö: Musluktan
 (21)Ö: Depodan.
 (22)Ö₂: Dağdan geliyor sular köyde bir yerde depoda birikiyor o su ne yapıyor evinize
 (23)Ö: Pompalanıyor.
 (24)Ö₂: Pompalanıyor. Peki, şimdi diyelim ki o depo yukarda bir yerde mi?
 (25)Ö: Yukarda.
 (26)Ö₂: Niye yukarda? Şimdi şöyle bir şey çizeyim, şöyle bir köy çizeyim size
 [Öğretmen tahtaya bir köy çizer]
 (27)Ö₂: Yukarıda derken seviye olarak yukarda mı aşağıda mı? Evlerin arasında mı?
 (28)Seviye olarak tabi anlayamazsınız. Üç boyutlu olmadığı için belki anlayamazsınız
 (29)ama şöyle dağ gibi şu aşağılarda bir yerlerde mi olur?
 (31)Ö: Yukarılarda olur.
 (33)Ö₂: Niye yukarılarda bir yerlerde olur? Söyle...
 (34)Ö: Yağmur yağdığında ilk düşeceği yer orası olur eğimden dolayı akış gerçekleşir?
 (35)Ö₂: Eğimden dolayı mı akış gerçekleşir. Peki, hiç eğim olmasa yine yukarda olsa yine
 (36)Ö: Evin çatısı olsa
 (37)Ö₂: Eğim yok direkt aşağıya iniyor. Dereye iniyor.
 (38)Ö: Yükseklik var.
 (39)Ö₂: Ha yükseklik var. Yüksekliğinden kaynaklanan bir nesi var?
 (40)Ö: Yerçekimi...
 (41)Ö₂: Potansiyeli var.

Direnç kavramı için değirmen benzeşimini yapan öğretmenin bu benzeşim içinde günlük hayattan oldukça çeşitli örneklendirmeler yaptığı görülmektedir (65–76):

- (65)Ö₂: Su geliyor borularla değirmene geliyor. Değirmende ağır bir çark var kocaman
 (66)büyük bir çark var. O su ne yapıyor.
 (67)Ö: Değirmeni döndürüyor.
 (68)Ö₂: O çarkı döndürüyor. O çark arka çarklara bağlı değirmenin içine bağlı değirmen
 (69)içeride ne yapıyor dönmeye başlıyor arkadan gönderiyorlar mısırı buğdayı öğütüyor. O
 (70)su geliyor o çarka çarpıyor, çarkı döndürüyor ama o çark suyu yavaşlatıyor mu
 (71)yavaşlatmıyor mu?
 (72)Ö: Yavaşlatıyor.
 (73)Ö₂:Yavaşlatıyor peki, boruya göre ne kadar yavaşlatıyor?
 (74)Ö: Çok daha fazla
 (75)Ö₂: O çark peki daha fazla mı dirençlidir? Borunun kenarları suya fazla direnç
 (76)gösteremez ama bu çark adam akıllı direnç gösterir değil mi? Suyu yavaşlatır.

Ampermetre kavramı için yine örnekler ve benzeşimler kullanan öğretmenin bu kavramlardan benzeşimler sırasında bahsetmediği görülmektedir (77–91):

- (77)Ö₂: Belediye herkesin ne kadar su kullandığını nerden biliyor?
 (81)Ö: Sayaçlar
 (82)Ö₂: Evet evde sayaçlar var. Oraya bağlı sayaçlar var. Ne yapıyor sayaçlar?

- (85)Ö: Hocam şimdi evlerimizde bir çark var onun içinde. Bu çark dakikada kaç dakikada
 (86)ne kadar suyun kullanıldığını çark sayesinde oradaki sayaçtaki rakamlar dönüyor. Şey
 (87)hocam belirli bir hesaplaması gibi bir şey var.
 (88)Ö₂: Değirmen çok büyük bir çark. Oradaki çark küçük dönecek kadar hafif bir çark bu.
 (89)Amacı ne? Ne kadar suyun geçtiğini öğrenmek. Sayaçtaki bizim evimizde sayaçtaki suyu
 (90)ölçen o pervane suyu engellemiyor suya o kadar direnç göstermiyor. Ama değirmendeki
 (91)öyle değil. Değirmendeki koskocaman değirmendeki taşı döndürüyor.

Ö₂ öğretmeni, kavramların açıklanmasında hem benzeşimler hem açıklamalar içerisinde günlük hayattan örneklendirmeler vermektedir (122–126):

- (122)Ö₂: [öğretmen tahtaya fener şekli çizer] Bu benim devrem. Yani gerçekte bu nasıldır?
 (123)Gerçekte sizin bildiğiniz el feneri aslında şöyledir. İşte şurada lamba vardır bu lambanın
 (123)ucuna pilin
 (124)Ö: Kutupları bağlanır.
 (125)Ö₂: Ucu bağlanır, buna da diğer ucu bağlanır. Tabi aynı şekilde burada bir tel vardır.
 (126)Akım geçiyor. Ne yapıyor lamba yanıyor.

Elektrik akımının oluşumu ile ilgili olarak bilardo topları ve bilyeler benzeşimini veren öğretmen, öğrenciler tarafından verilen Newton halkaları benzeşiminin momentum ile ilgili olduğunu ifade etmiştir (136–142; 144–149;152–155):

- (136)Ö₂: ... Şöyle düşün diyelim ki bilardo topları. Bilardo oynayanlar var burada.
 (137)Bilardo topunun tam ortasına vurdun karşıdaki topun da ortasına vurdun ne oldu?
 (138)Tam ortasına vurursak vurduğunuz zaman sizin vurduğunuz duracak diğeri aldığı
 (139)enerji ile ne yapacak hareket etmeye başlayacak. Diyelim ki üçüncü bir top var ikinci
 (140)üçüncüye vurursa ona aktaracak ama tam ortasına vurursa, azcık bir kenarına vurursa
 (141)ikincisi de hareket etmeye devam eder.
 (142)Ö: Hocam o tam ortasına bile vursa yine hareket ediyor...
 ...
 (144)Ö₂: Siz topa vurduğunuz zaman o top enerjisini diğerine aktarıyor o da başka bir
 (145)topa vurduğu zaman o da enerjisini ona aktarıyor tamam mı? Şimdi siz su borusu
 (146)düşünün içinde bilyeler var tamam mı? Siz bir tane bilyeyi gönderiyorsunuz o bilye
 (147)içerideki başka bilyeye çarpıyor ne oluyor bu sefer o duruyor diğeri hareket ediyor. O
 (148)bilye de başka bir bilyeye çarpıyor. Ne oluyor sonuçta boru içerisinde bir hareket
 (149)olmuş oluyor değil mi?
 ...
 (152)Ö: Hani hocam çarpışan otolar gibi bir tanesi diğerine vurunca o da diğerine çarpıyor.
 (153)Ö₂: Kafanda öyle canlanıyorsa öyle düşünebilirsin.
 (154)Ö: Hani hocam şey iplerle asılmış toplar bir yere bir tanesini bırakınca diğerleri de...
 (155)Ö₂: Evet o momentumla alakalı bir şey.

Ö₂ öğretmeni Ohm kanunun ifade eden $V = i.R$ bağıntısında akım, potansiyel ve direnç arasındaki ilişkileri açıklamak amacıyla aşağıdaki benzeşimi kullanmıştır (259–271):

(259)Ö₂: Futbol maçı düşünün. Futbol takımında iki tane takım var. Bu takımlar eşdeğer (260)takımlar. Her şeyleri aynı kalecileri aynı defansları aynı, futbolcularının yetenekleri (261)aynı. Maç kaç kaç biter?

(262)Ö: Berabere.

(263)Ö₂: Berabere biter aferin. Sıfır sıfır olmak zorunda değil. Tamam mı? Şimdi diyelim (264)ki takımın futbolcuları A, B, C olsun diğer takımın oyuncularını da D, E, F olsun.

(265)A, B, C = D, E, F Bu maçın berabere bitmesi için denk olması lazım. Eğer A iyi (266)oyarsa diğer takımında birinin de mesela F nin de iyi oynaması lazım. A futbolcusu (267)iyi oynuyor. Ama diğer takımın oyuncuları normal oynuyor iyi ya da kötü değil ama (267)maçı garantilemek istiyorum ne olması lazım.

(268)Ö: B ve C kötü oynaması lazım.

(269)Ö₂: B ve C'nin kötü oynaması lazım. Demek ki bir sistemde denge olduğunu (270)düşündüğümüz zaman her iki tarafın iyi olması için her iki taraf da iyi olmalı. Eğer (271)iki kötü bir arada ise her iki taraf o zaman da denge olur.

Ö₃ öğretmenin öğretimi sırasında yapılan gözlemler, öğretmenin en çok kullandığı sunum çeşitlerinin açıklama, örneklendirme, görselleştirme, benzeşim ve problem çözme olduğunu göstermektedir. Deney, gösteri, simülasyon şeklindeki sunum çeşitlerini kullanmama nedeni, öğretmen tarafından zamanın ve araç-gereç sınırlılığı olarak açıklanmaktadır.

...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...

(Ö₃, informal mülakat)

PAB testinde, öğretmen modellemeler kullanacağını ifade etmiştir. Öğretmenin ifade ettiği benzetim ve gösteri sunumlarının yanında, sınıf içerisinde, öğrenciler aracılığıyla seri ve paralel bağlı devreleri açıklarken rol oynama tekniğini kullanarak farklı bir modelleme yaptığı gözlenmiştir. Pil, iletken kablo ve dirençleri temsil edecek öğrenciler belirlendikten sonra, basit elektrik devresindeki elemanları temsil eden bu öğrencilerin seri ve paralel bağlı devreler oluşturulması sağlanmıştır:

Arkadaşlarımızdan biri pil olsun. İki üç kişi de şey olsun diyelim ki iletken kablo. İletken kabloya da direnç ve ya lamba için birkaç kişi. Ama pil olacak kişi iri yapılı biri olsun. Osman pil olsun. Dinle dinle. Şurası bağlantı. Bu kişiler R₁, R₂, R₃. Şunlar iletken kablo değil mi?. Pilin artı kutbu şurası olsun. Anahtar yapmak istiyorsak kolu kaldı. Akımı güçlendirmek istiyorsak bir pile daha ihtiyacım var...(Ö₃, gözlem)

Bu modelleme esnasında öğrenciler el ele tutuşarak yan yana dizilmiş ve seri bağlı bir devre kurmuşlardır. Ardından farklı öğrenciler arka arkaya dizilerek ellerini önlerindeki arkadaşlarının omuzlarına yerleştirerek paralel bağlı devre oluşturmuşlardır:

Ö₃: O zaman bir de paralel bağlı devre oluşturalım. Betül sen buraya, Batuhan, Emre siz de buraya. Mustafa pil olsun. Bakın burada Betül'ün üzerinden geçen akımla Batuhan'ın üzerinden geçen akım birleşiyor. Emre'nin üzerinden geçen akımla birleşiyor. Mustafa'nın sağ kolundan gelip devreyi tamamlıyor. İşte paralel bağlı bu.
Ö: Tren vagonu gibi olduk arka arkaya.

Etkinlik sonrasında öğretmen açıklamalarını tahta üzerinde teorik olarak açıklayarak tekrar etmiştir:

Ö₃: Tekrar tahtada gösterelim. Betül vardı, Batuhan vardı, Emre bir de Mustafa olsun. Bakın buradan gelen akımın hiç kola ayrıldı mı?
Ö: Hayır.
Ö₃: Akımın kollara ayrılmadığı kola biz ana kol diyoruz. Emre'nin üzerinden geçen bir I_e akımı vardı. Peki, burada devreden geçen akımı ölçen alet?
Ö: Ampermetre.
Ö₃: Şuradaki ampermetre kimin üzerinden geçen akımı ölçer?
Ö: Batuhan'ın.

Öğretmen içeriğin sunumunu sınıf içerisinde ve tahtada gerçekleştirirken, özellikle görselleştirmeyi sıklıkla kullanmıştır. Renkli tebeşir yardımıyla çeşitli akımları ve yönleri gösteren öğretmen karmaşık devrelerde işlem yaptıktan sonra devrenin sade halini tekrar çizmiştir. Benzetimleri sadece kavramların veya konunun açıklanmasında kullanmayan öğretmen problem çözümlerinin içinde de kullanmıştır. Örneğin, birbirine paralel bağlı üç direncin üzerinden geçen akımlar ve bu dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların açıklanacağı devrede, devre eve, dirençlerin olduğu kollar evin farklı odaları ve iletken teller su borularına benzetilmiştir. Ana koldan geçen akımın yani evin ana su borusundaki suyun, dirençlere geldiğinde mutfak, banyo ve salona dağılacağı benzetmesi yapılarak paralel bağlı devrelerdeki potansiyel fark ve akım dağılımı açıklanmıştır. Kullanılan örnek ve problem çeşitliliğinin oldukça fazla olduğu görülmektedir. Örneğin seri ve paralel bağlı karışık bir devrede çeşitli yerlere voltmetre veya ampermetre yerleştirilerek hangi dirençlerden akım geçmeyeceği ve ya hangi aletlerin ölçüm yapabileceği ile ilgili basitten karmaşığa doğru oldukça çeşitli problem örnekleri kullanmıştır. Yine birbirine bağlı ve içerisinde farklı seviyelerdeki suyun bulunduğu iki farklı kaptaki su seviyeleri eşitleninceye kadar su akışının olacağı benzeşimi gibi, üreticinin kutupları arasındaki potansiyel farkı

eşitleninceye kadar devrede akım oluşacağı belirtilmiştir. Yine iletkenler ve yalıtkanların elektrik devrelerindeki kullanımını ile ilgili geniş ayrıntı veren öğretmenin günlük hayatla ilişki birçok örneklendirme kullandığı gözlenmiştir:

Ö₃: İletkenleri yalıtkanlarla beraber nasıl kullanırız?

Ö: Kablonun etrafı yalıtkanla sarılır.

Ö₃: Prizlerin uçları boş. Dışı yalıtkan. Çarpıyor mu beni?

Ö: Hayır.

Ö₃: Niye?

Ö: Arada bağlantı yok çünkü.

Ö₃: Elektrik tellerinin dışında yalıtkan malzeme kullanılmamış. Niye? Gerek var mı?

Ö: Kim dokunacak onlara?

Ö₃: Akım elektrik tellerinden gelip bizi çarpıyor mu? Niye çarpıyor? Hava yalıtkan çünkü değil mi? Yıldırım nasıl düşüyor peki madem hava yalıtkan?

Ö: [sınıf sessiz]...

Ö₃: Bulutlar sürtünüp yük yükleniyor. Potansiyel farkının çok yüksek olduğu yerden düşük olduğu yere düşüyor da hava burada yalıtkan değil mi?

Ö: Yüksek tepelere düşüyor.

Ö₃: Denizlere düşüyor mu?

Ö: [sınıf sessiz]...

Ö₃: Evet yüksek potansiyel farkı altında yalıtkanlar iletkenlere dönüşebilir. Hava iletken duruma gelebilir. Yani yalıtkanlar bizi elektrik akımına karşı tamamen korumazlar. Elektrikçilerin penslerine baktınız mı?

Ö: Plastik var.

Ö₃: Başka bir şey yok mu üzerinde? 5000–6000 V yazar. Bu demektir ki bu potansiyelde iletken olabilir

Ö₄ öğretmenin öğretim sırasında kullandığı sunum çeşitlerinin ağırlıklı olarak, açıklama, problem çözme, benzetim, görselleştirme ve gösteri olduğu görülmektedir. PAB testinde belirtilen deney sunumu öğretim sırasında kullanılmamıştır. Açıklama sunumu kullanan öğretmen basit bir elektrik devresinde devre elemanlarının sembollerle gösterilme nedenlerini açıklamıştır:

Ö₄: Bakın arkadaşlar anahtar şeklini neden devrede çizmiyorum? Çizsem zor olur. Kuvvet, ivme gibi kelimeleri yazmamak için sembollerle nasıl gösteriyorsak, ampermetrenin kendisini çizmek zor olur değil mi? Ne yaparız basit sembollerle gösteririz.

Sınıf içerisindeki gösteri basit bir elektrik devresinde anahtarı tanımlamak için, sınıfın anahtarının kullanılması şeklinde olmuştur. Basit bir devrenin elemanlarının tanıtılması sırasında reostadan bahsedilirken bir öğrenci reosta görmediğini ifade etmiştir ancak öğretmen bu konuda tepki göstermemiştir:

Ö: Reostayı gösterecek misiniz? Hep anlattılar da hiç göremedim.

Ö₄: Arkadaşlar tahtayı silin.

Ö₄ öğretmeni de Ö₃ öğretmeni gibi iletkenler ve yalıtkanların elektrik devrelerindeki kullanımı ile ilgili ayrıntı vererek günlük hayatla ilişki örneklendirme kullanmıştır:

Saf su çok iyi yalıtkandır. Evlerimizdeki sular elektriği iletir. Deniz suyu da iletir. Yalıtkanlar da çok yüksek gerilimde iletken olur. İletkenler ise çok yüksek gerilimde yanar. (Ö₄, gözlem)

Öğretmen, elektrik devresinde akımın oluşması sırasında elektronların sahip oldukları enerjiyi birbirilerine aktarma olayını domino taşı benzetimi ile açıklamıştır. Yine ders kitabındaki köprü benzeşimi potansiyel fark kavramının açıklanmasında kullanılır:

Ö₄: Kitabınızın 186. sayfasında benzeşim yapmış. Celal yüksek sesle oku bakalım.

Ö₄: Evet benzeşim yapmış. İnsan topluluğu, iki nokta arasındaki insan potansiyeli farklı değil mi? İki taraf eşitleninceye kadar köprü ne vazifesi görür?

Ö: Anahtar.

Ö₄: İnsan geçişi akım geçişine benzer. Anahtar kapatılınca devreden akım geçer. Biri anahtarı açıp kapatın şurada. Köprü olmadan insan geçmiyorsa, devrede anahtar yoksa nasıl olacak akım geçişi? Köprüsüz yer yok mu?

Ö₅ öğretmenin PAB testinde ifade ettiği açıklama, örneklendirme, gösteri ve deney sunum çeşitlerinden açıklama, örneklendirme ve gösteri sunum çeşitleri öğretim uygulamaları sırasında da gözlenmiştir. Testte ifade edilmeyen ancak sınıfta uygulanan sunum çeşitleri benzeşim, görselleştirme ve problem çözmedir. Öğretmenin sınıf içerisinde kullandığı gösteri sunumu özellikle manyetizma konusunda manyetik alanının yönünün sağ el kuralı ile belirlenmesinde gözlemlenmiştir. Öğretmen bir kalemi içerisinden akım geçen bir iletken olarak kabul etmiş ve akım yönüne göre sağ el kuralını uygulayarak manyetik alan yönün bulunmasını göstermiştir:

Ö₅: Sağ elinizin başparmağı akım yönüdür.

[Bütün öğrenciler ellerindeki kalem ile birlikte öğretmen ile aynı şeyi yapar]

Teli avucunuzun içine alın. Kalemi sol elinizle tutabilirsiniz. Akım yönü pencereye doğru olsun. Başparmağı kalemin üstüne koy 4 parmak manyetik alanın yönünü gösterir. Elinizi kalemlerle defterin üzerine koyun. 4 parmak sayfadan içeri doğrudur. Biz bunu simge olarak gösterdiğimizde şu şekilde olur. (Ö₅, gözlem)

PAB testinde ifade edilmeyen ancak öğretim uygulamalarında gözlenen benzetim ise direnç kavramının açıklanması sırasında verilmiştir:

Bir tanker su düşünün. Bunu yani bir ton suyu bir kanal yani hendek yardımıyla taşıyacaksınız. Hendek gibi. 30 m aşağıya taşıyacaksınız. Bir ton su 30 metre ötedeki kazana gidebilir mi? Hayır. Çünkü suyun bir kısmı toprak tarafından emilir. Kayalık yerden taşarsanız hendeğiniz toprak değil de kayalık olursa daha az su emilir. Özdirenci küçük gibi düşünebilirsiniz. Toprakta çok su emilir ρ büyük olur. (Ö₅, gözlem)

Ö₅ öğretmenin verdiği bu benzeşimin kaynağı öğretmen tarafından şu şekilde açıklanmaktadır:

Bu benzeşim lisedeki bir öğretmenimden kalmadır. Geçen sene bu örneği vermedim bu sene verdim. Programla alakalı olabilir. ... (Ö₅, informal mülakat)

Ö₅ öğretmenin içerisinden akım geçen halka şeklindeki bir telin merkezindeki manyetik alanın bulunmasını açıklarken yaptığı gösteride madeni para kullanmıştır. Paranın düşey ve yatay konumlarda iken merkezindeki manyetik alan yönünü gösteren öğretmen sağ el kuralından faydalanmakta, madeni parayı halka şeklindeki tel olarak kabul etmekte ve öğrencilerle aynı yönde durarak açıklama yapmaktadır:

Ö₅: Başparmak manyetik alanın yani B'nin, diğer 4 parmak ise akım yönünü göstermektedir. Paramız düşey konumda ve akım yönü saat yönünün tersi ise B bize doğru olur. Eğer para yatay konumda ise B sayfa düzleminden dışarıya doğru olur. Ancak bu konumda iken akım yönü değişirse B yönü de sayfa düzleminden içeriye doğru olur. (Ö₅, gözlem)

Öğretmenin, içerisinden akım geçen düzgün tellerle ve halka tellerin etraflarında oluşturdukları manyetik alanlarının yönlerinin bulunduğu ve bileşkelerinin hesaplanması ile ilgili oldukça çeşitli problemler çözdüğü gözlenmiştir.

Ö₆ öğretmenin PAB testinde ifade ettiği sunumların oldukça çeşitli olduğu görülmektedir. Açıklama, örneklendirme, gösteri, benzetim, problem çözme, görselleştirme, deney ve simülasyon olarak ifade edilen sunumların simülasyon hariç büyük bir kısmının öğretim sırasında da kullanıldığı görülmektedir. Kısa devre açıklaması yapılırken, akımın dirençsiz yoldan akacağını, asfalt yolun patika yola tercih edilmesi gibi akımın da dirençsiz yolu kullanacağını ifade eden öğretmen benzetim kullanmıştır. Su deposundan çıkan ve biri geniş diğeri dar olan iki borudan geniş olan borunun dirençsiz yolu simgelediği ifade edilmiş, devre elemanlarının sembolleri ve elektrik devresinde seri ve paralel bağlı devrelerin açıklanmasında ise görselleştirmeler kullanılmıştır. Öğretmen

açıklamalar sırasında voltmetreden bahsederken, voltmetreyi öğrencilere göstermiş ve tanıtmıştır. Gösteri sırasında örneklendirmeler yaparak günlük hayatla ilişki kurulmuştur:

Cihazı tanıttım ben size. Bu bir güç kaynağıdır ve üreteç olarak kullanılabilir. Bu şehir şebekesine bağlanır ve 220 voltur. 220 V verilir ve iki alternatifiniz olur ya doğru akım olarak alırsınız ya da alternatif akım olarak alırsınız. Evlerinizde kullandığınız adaptörün bir büyük şeklidir bu. İster alternatif akım alırsınız ister doğru akım alırsınız. Ama nasıl? Küçülterek. Normal şehir şebekesi bu arada hatırlatıyorum alternatif akımdır. (Ö₆, gözlem)

Öğretmen katıların gazların ve sıvıların iletkenliklerini göstermek amacıyla bir ders saati içerisinde 3 farklı deney düzeneği hazırlamış ve uygulamıştır. Gazların iletkenliği ile ilgili örneklendirmeler yapılmıştır:

İçerisinde sadece gaz var. Flüoresan lambalarda bu şekilde çalışır. Uçlarına potansiyel fark uygulanır. Aradaki gaz iletken hale geliyor. Kenardaki flüoresan maddeyi de koyunca beyaz renk alır. (Ö₆, gözlem)

Gazların iletkenliği deneyinde kullanılan gazlarla ilgili olarak öğrencilerin sorduğu soru üzerine öğretmen kimya dersi kapsamında örneklendirmeleri artırmıştır:

Ö: Her zaman neon gazı mı kullanılır?

Ö₆: İletken hale getirmek için ileri de göreceksiniz bunlarda cıva buharı kullanılıyor. Mesela x ışınları oluşurken bunlarda cıva buharı kullanılıyor. Ya da kimyadaki konuları bilirsiniz hatırlarsanız aktiflik sırasına göre bunları tabii bunların elektron alması elektron vermesi sırasına göre. Farklı gazlar da kullanılabilir. Örneğin, Neon, ksenon, argon, kriptonu değil mi bunların yanı sıra bunların buharı da kullanılır. Bu arada hidrojen atomu da düşük basınçta bu şekilde kullanılabilir hatırlatayım.

Öğretmenin özellikle günlük hayatla ve diğer disiplinlerle ilgili verdiği örneklerin oldukça çeşitli olduğu görülmektedir:

Hidroklorik asit bildiğimiz asit, akülerde kullanılır. Sıvılarda neden iletkenlik sıkıntı oluyor. Yağmurlu ıslak bir ağaca dokunursanız ve o direk tellere dokunuyorsa kömür olursunuz. Su yalıtıcıdır ama iyonlaştırılınca iletken olur. (Ö₆, gözlem)

Ö₆ öğretmenin aynı zamanda öğretmen adaylarına uygulama öğretmenliği yaptığı, onların kullandığı teknoloji temelli sunuları kullanmak üzere adaylardan istediği ve böylece sunum çeşitlerini artırdığı belirlenmiştir.

Ö₆ öğretmeni eski programın uygulandığı ileri sınıflarda çoktan seçmeli soruların açıklama ve benzetim sunum çeşitleriyle çözerken, yeni programın geçerli olduğu lise

birinci sınıflarda, çoğunlukla açıklama, örneklendirme, gösteri, benzetim ve deney sunum çeşitlerini kullanmaktadır.

Bu bölümde katılımcıların sunum çeşitleri bilgisine bakıldığında, PAB testinde adayların birçoğu alan bilgisi bölümünü cevaplandırmadıkları sorular hakkında, öğretim sırasında nasıl sunacaklarına dair tahminde de bulunmamışlardır. Ancak bazı adaylar alan bilgisi bölümünü cevaplandırmadıkları sorular ile ilgili sunum çeşitleri önermektedir. Üçüncü ve dördüncü uygulamalarda ifade edilen sunum çeşidi sayısı ise ilk iki uygulamaya göre daha çeşitlidir. Genel olarak birçok aday ilk uygulamada açıklama, deney, problem çözme ve örneklendirme gibi genel sunum çeşitleri belirtmişlerdir. Ayrıca bazı adayların bu sunumlar dışında, gösteri, benzetim ve görselleştirme gibi sunum çeşitlerine de sahip oldukları dikkati çekmektedir. Örneğin, A₅, A₁₁, A₁₂, A₁₃ adayları, ilk uygulamalarda genel olarak açıklama, deney, örneklendirme ya da problem çözme gibi sunumları ifade ederken, A₃, A₄, A₇, A₉ adayları bu sunumların yanında gösteri ve görselleştirme sunumlarını da belirtmişlerdir. Adayların birçoğunun ikinci uygulamadan itibaren özellikle üçüncü ve dördüncü uygulamalarda açıklama, deney, görselleştirme, örneklendirme gibi sunum çeşitlerinin yanında kavram değişim metni, simülasyon ve modelleme gibi yapılandırmacı yaklaşımı çağrıştıran ve teknolojik araç gereçlerin kullanımını gerektiren sunum çeşitlerini de ifade ettikleri görülmektedir. Son uygulamaya doğru ilerledikçe, ilk uygulamada ifade edilen açıklama, tekrar etme, tekrar anlatma gibi sunum çeşitlerinin ise azaldığı görülmektedir.

Öğretmen adayları manyetizma konusu için genellikle görsel sunum çeşitlerini önermektedir. Öğrencilerin, üç boyutlu düşünebilmeleri konusunda görselliğin etkisi olacağını ifade eden adaylar, soyut kavram ve konularla ilgili sorularda, alan bilgisi bölümü cevaplandırmamış olsalar dahi, sunumun görsel olması gerektiğini veya görsel materyallerin kullanılabileceğini belirtmişlerdir. PAB testinde belirtilmeyen görselleştirme gibi bazı sunum çeşitlerinin uygulamalar sırasında kullanılmasına karşın, deney gibi testte ifade edilip (A₄, A₆) öğretmenlik uygulamaları sırasında uygulanmayan sunum çeşitleri de göze çarpmaktadır. Öğretmen adaylarının power pointte sunum yapma, simülasyon gösterileri gibi teknolojiye dayalı sunum çeşitlerini öğretmenlere oranla daha fazla kullandıkları, öğretmenlerin yazdırmaya, not almaya gösterdikleri önemi teknolojiyi kullanan adayların göstermediği görülmektedir.

Öğretmenlerin sunum çeşitleri ise hem öğretmen adaylarından hem de birbirlerinden farklılık göstermektedir. Kavram değişim metni gibi sunum çeşitlerine öğretmen

adaylarında rastlanırken, öğretmenlerde görülmemektedir. Modelleme sunumu, sadece lisansüstü eğitime devam eden Ö₃ öğretmeni tarafından belirtilmiştir. 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 öğretmenine göre daha çeşitlidir. PAB testindeki sunum çeşitleri sayısı bakımından 5 öğretmen, Ö₅ öğretmeninden farklılık göstermektedir.

Öğretim sunumlarında benzetimlerin sıklıkla kullanıldığı gözlenmiştir. Bazı öğretmenler (Ö₅) benzetimleri, önceki yıllarda şimdiki kadar kullanmadıklarını, bunun yeni programın etkisi nedeniyle olabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının kullandıkları benzetimler çoğunlukla ders kitabında veya yardımcı kaynaklarda yer alan benzetimler iken, öğretmenlerin kullandığı benzetimler ders kitaplarındakilerin dışında çeşitli benzetimleri de kapsamaktadır. Öğretmen adaylarının kullandığı benzetimler benzerlik gösterirken, öğretmenlerin benzetimleri kullanma sıklığı ve benzetim çeşitliliği öğretmenden öğretmene değişiklik göstermektedir. Öğretim uygulamaları sırasında benzetimi en çok kullanan öğretmenin Ö₂ öğretmeni olduğu görülmektedir. Ö₁, Ö₂, Ö₆ öğretmenlerinin öğretim uygulamaları sırasında deney yaptıkları, Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerinin ise gözlemler sırasında deney sunumunu kullanmadıkları gözlenmiştir. Bu öğretmenlerin ağırlıklı olarak, problem çözme ve açıklama sunumlarını kullandıkları görülmektedir. Ö₁ öğretmeni etkinliğe dayalı sunum çeşitlerini ve gösterileri tercih ederken, Ö₂ öğretmeni tüm sunum çeşitlerini kullanmaktadır. Ö₆ öğretmeni ise yeni programın uygulandığı sınıflarda açıklama, deney, gösteri ve benzetim gibi sunumları kullanırken diğer sınıflarda, açıklama ve problem çözme sunumlarını kullanmaktadır. Öğretmenlerin PAB testinden aldıkları alan bilgisi puanlarının birbirine yakın olmasına karşın sunum çeşitlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Deneyim yılları ve alan bilgisi puanları birbirine yakın öğretmenlerin sunum çeşitleri bakımından farklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Alan bilgisi puanları dikkate alındığında bu durum öğretmen adayları için de geçerli olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin, A₃ ve A₇ adaylarının her ikisi de alan bilgisi puanı açısından üst grupta olmalarına karşın, A₃ adayı etkinlik ve deneylerin kapsadığı ve teknolojinin kullanıldığı sunum çeşitlerini benimserken, A₇ adayı daha geleneksel olan açıklama, problem çözme vb. gibi sunum çeşitlerini kullanmaktadır.

3.3. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Oryantasyonları

Bu bölümde, PAB testinden, ders planlarından ve öğretim gözlemlerinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Toplanılan veriler, Magnusson vd.'nin (1999) sınıflaması dikkate alınarak irdelenmiş ve uygulamalar arasındaki değişimi de sergileyecek şekilde tablolar halinde sunulmuştur. Her bir aday için düzenlenen tablolarda, gözlemlerden elde edilen veriler * sembolü ile ders planlarından elde edilen veriler # sembolü ile gösterilmiştir. İtalik olarak gösterilen oryantasyonlar PAB testinde ifade edilmemiştir.

Tablo 38. A₁ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₁			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
2	Didaktik	Didaktik	- (A.B.V)	Didaktik
3	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
4	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
5	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama #</i>
6	Didaktik	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
7	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama #</i>
8	Didaktik	Didaktik	Araştırma	Akademik Hassasiyet
9	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
10	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Akademik Hassasiyet
11	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
12	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)
13	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik
14	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik
15	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik

*gözlem

Tablo 38'e göre A₁ öğretmen adayının ilk uygulamada, sorulara verdiği cevaplardan öğretimle ilgili olarak daha çok didaktik oryantasyona yakın olduğu ancak manyetizma ile ilgili sorularda görselliğe ve uygulamaya ağırlık veren akademik hassasiyet oryantasyonunu sergilediği görülmektedir. Sonraki uygulamalarda akademik hassasiyet

oryantasyonuna doğru bir eğilimin olduğu görülmektedir. PAB testine göre genel olarak akademik hassasiyet oryantasyonu sergileyen adayın öğretim uygulamalarında da aynı oryantasyona sahip olduğu görülmektedir. Ancak adayın bu oryantasyonun, öğrencilerin problemler ve aktivitelerle uğraştırılması bölümünden daha ziyade olaylar arası ilişkilerin gösterilerek bilimsel kavramların doğrulanması için laboratuvar çalışmalarının ve gösterilerin yapılması kısmını sergilediği görülmektedir. Aday ilk gözlemlenen derse ait ders planını Ausubel'in öğrenme kuramına göre (soru-cevap, düz anlatım) hazırlamış, öğretim sırasında açıklamaların öğretmen tarafından yapıldığı bir oryantasyon sergilemiş ve bunu ders planında aşağıdaki gibi gerekçelendirmiştir:

Bu çalışmada öğretme-öğrenme tekniği olarak Ausubel öğrenme kuramından faydalanılmıştır. Bu kuramın temelini sözel anlatım teşkil etmektedir. Anlatılan bu konu tanıtım aşamasından oluştuğundan Ausubel yöntemiyle daha uygun anlatılacağına karar verilmiştir. Bu yöntem gerek slâytlarla gerekse yapılan deney ve etkinliklerle daha etkili bir hale getirilmelidir. Böylece öğrencilerin katılabileceği, sıkılmayacakları bir öğrenme-öğretme ortamı oluşturulmaya çalışılmalıdır. Tüm bu etkinliklerde soru-cevap yöntemi ve düz anlatım kullanılmıştır. ... (A₁, ders planı)

Bu ders sonunda uygulama öğretmeni öğrencileri daha aktif hale getirmesi açısından adaya önerilerde bulunmuştur:

Elektroskop dedin dolapta hemen orda vardı gösterecektin bazı öğrenciler hiç görmemiş olabilir hazır burada varken hemen bakın işte diyeceksin görsel olarak göreceksin çocuk. Şimdi yeni programda öğrenci bulsun deniyor ama doğru cevaba doğru dürtüklemek lazım öğrenciyi. O bulacak ama kontrol sende olacak. (Ö₆, gözlem)

Aday, ikinci ders saatinde ders planında da belirtmiş olduğu deney çalışmalarını gerçekleştirmek amacıyla öğrencileri fizik laboratuvarına götürmüştür. Dörder kişilik gruplarla voltmetre ve ampermetrenin devreye bağlanma şekillerini ve elektrik akımının yönünü gösteren ilgili deneyler yapılmıştır. Bu deneyler, adayın kendisi tarafından yapılırken, gruplar halinde deneyi izleyen öğrencilerden tahminlerde bulunmaları istenmiş ve deney sonunda her bir gruba ayrı ayrı açıklamalarda bulunmuştur. Aday, öğrencileri gruplara ayırma nedenini sınıf mevcudunun fazla olması nedeniyle, deneyin takip edilmesini kolaylaştırmak olarak ifade etmiştir.

Tablo 39. A₃ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₃			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Kavramsal Değişim	Didaktik	Didaktik	Didaktik
2	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Akademik Hassasiyet
3	Didaktik	- (A.B.Y)	Didaktik	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama #</i>
4	Akademik Hassasiyet	Kavramsal Değişim	Akademik Hassasiyet	- (A.B.V)
5	Didaktik	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.V)
6	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
7	Didaktik	Kavramsal Değişim	- (A.B.V)	Akademik Hassasiyet
8	Didaktik	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
9	Akademik Hassasiyet	Didaktik	- (A.B.V)	Didaktik
10	Didaktik	- (P.Y)	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
11	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet
12	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
13	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet
14	Akademik Hassasiyet	Didaktik	- (A.B.V)	Akademik Hassasiyet
15	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet

PAB testinden elde edilen verilere göre Tablo 39’da görüldüğü gibi A₃ adayının üç farklı oryantasyon sergilediği ancak ilk iki uygulamada görülen kavramsal değişim oryantasyonunun daha sonraki uygulamalarda yer almadığı görülmektedir. İlk iki uygulamada ağırlıklı olarak sergilenen didaktik oryantasyonunun son uygulamada akademik hassasiyete doğru kaydığı dikkati çekmektedir. Öğretmenlik uygulaması sırasında adayın ders planları ve gözlemlenen uygulamaları, adayın ağırlıklı olarak PAB testinde belirtilen akademik hassasiyet oryantasyonuna sahip olduğunu göstermektedir. Dersin büyük bölümünde deney, gösteri ve simülasyonlar gibi görsel materyalleri kullanan adaya göre, öğretmen dersi görsel materyaller yardımıyla çekici hale getirmeli ve motivasyonu sağlamalıdır:

Öğretmen öğrenciyi derse çekecek, sevdirecek, güncel yaşantıyı işin içine katacak. Dersimde fizikle ilgili konuşma yapacaktım ama zaman çabuk geçti. İnsanlar görerek daha iyi öğrenirler. Sözel olarak değil ama. Görsel şeyler öğrencinin daha çok aklında kalacaktır. (A₃, informal mülakat)

Aday dersin ilk bölümünde seri ve paralel bağlı devrelerin açıklanması için mukavva karton üzerinde yer alan ufak ve özdeş ampullerden oluşan bir düzenek kullanarak seri ve paralel bağlamayı açıklamıştır:

A₃: Dirençlerin bağlanması. Bunu, hemen yeterli eşyamız yani malzememiz olmadığı için gösteri deneyi olarak sunmak istiyorum. Mümkün merteye herkes gelsin. Buraya toparlanmanız lazım. Oradan görebileceğinizi bilmiyorum. Göremezsiniz herhalde. Mümkün olduğunca görebilen kalabilir yerinde. Göremeyenler gelsin isterlerse.

A₃: Şu andaki devrenin paralel veya seri olduğunu söyleyebilecek olan var mı?

Öğrenci: Buradan bir şey gözükmüyor ki.

A₃: O zaman buyurun. Biraz daha yakından bakın.

Adayın yakına gelme önerisine karşın birçok öğrenci deneyi uzaktan izlemiştir. Adayın sorularına cevap veren öğrencilerin adaya yakın olan öğrenciler olduğu gözlenmiştir. Aday her ne kadar deney yapma taraftarı olsa da öğretmenlerin deney düzenekleri hazırlama ve kullanma konusunda sıkıntılar yaşayabileceklerini, kendisi öğretmen olduğu zaman da bu okuldaki öğretmenler gibi davranabileceğini ifade etmektedir:

Her zaman deney yapma taraftarıyım. Ama öğretmenler çok yoğun. Bunları hangi arada yapacaklar? Düzeneklerin kontrolü bile uzun zaman aldı. Yanmayan lambaları değiştirdik. Bütün bu simülasyon, power point sunusu, deney düzeneklerini hazırlamak için çok zaman harcadım. Öğretmen olsam benim de bunlar için vaktim olmayacağını düşünüyorum. (A₃, informal mülakat)

Yapısalcı kuramın 5E modeline göre ders planı hazırlayan adayın ders planında yer alan basamakları takip ettiği ancak bazı bölümlerinin plandan kısmen farklı olduğu görülmüştür. Örneğin, deney sırasında farklı şekillerde bağlanan devreler hakkında öğrencilerin öngörülerini yazmaları planlanırken, öğretim sırasında bu sadece soru-cevap şeklinde gerçekleşmiş ve öğrenciler herhangi bir not ya da fikir yazmamışlardır. Seri ve paralel bağlı devrelerde akım, gerilim ve eşdeğer direnç hesaplamaları, sunum izlenirken sözlü olarak sorulmuş ve deftere yazdırılmamıştır. Bu konuda uygulama öğretmenin eleştirisi aşağıdaki gibi olmuştur:

Söz uçar yazı kalır. Yazdırmak lazım. Geçmiş yıllardaki bilgileri ile dersi yürüttüler. (Ö₆, informal mülakat)

Öğretmen adayı da öğrencilere not aldırılması gerektiği fikrine katılsa da hem deney hem de gösteri yapılırken aynı zamanda yazdırmanın zor olduğunu düşünmektedir. Seri bağlı devreler için eşdeğer direnç, gerilim ve akım özelliklerini soru-cevap şeklinde öğrencilerle irdeledikten sonra bu özellikler aday tarafından sınıfa açıklanmıştır. Seri bağlı devrelerin özelliklerinin aday tarafından özetlenmesinden sonra öğrencilerden paralel bağlı devrelerin özelliklerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin paralel bağlı devrelerin özelliklerini açıklamada zorluk yaşamamasından dolayı aday paralel bağlı devreleri de benzer şekilde açıklamıştır.

Tablo 40. A₄ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₄			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik
2	Didaktik	Didaktik	- (A.B.Y)	Didaktik
3	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
4	Akademik Hassasiyet	- (A.B.V)	Didaktik	Akademik Hassasiyet
5	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik
6	Akademik Hassasiyet	Didaktik	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
7	Akademik Hassasiyet	- (A.B.V)	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Araştırma*</i>
8	Akademik Hassasiyet	- (A.B.V)	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet
9	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
10	Akademik Hassasiyet	- (A.B.V)	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet
11	- (P.Y)	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*</i>
12	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)	- (A.B.Y)
13	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama #</i>
14	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama #</i>
15	Didaktik	Akademik Hassasiyet	- (A.B.Y)	Didaktik

PAB testinden elde edilen verilere göre A₄ adayının ilk ve son uygulamalar arasında oryantasyonlar bakımından fazla bir farklılık sergilemediği, didaktik ve akademik hassasiyetin başlıca oryantasyonları olduğu görülmektedir. Her ne kadar didaktik ve

akademik hassasiyet oryantasyonları başlıca oryantasyonlar olarak ifade edilse de, ders planları ve öğretim uygulamalarında adayın didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarını sergilediği belirlenmiştir. Ders planlarında sergilenen didaktik oryantasyonunun, öğretmenlik uygulamaları sırasında sergilenen didaktik oryantasyonu ile aynı olduğu belirlenmiştir. Ancak aday her ne kadar didaktik oryantasyonunu uygulamalarda sergilemiş olsa da öğrencileri alıştıırmaları çözerken öğretim sürecine katmak konusuna önem vermektedir (721–723; 482–485):

(721)Ö: On beş.

(722)A₄: On beş. Gel yap bakalım... Evet, sessiz arkadaşlar. Ama anlat bize ne yapıyorsun.

...

(482)A₄: Kimler 2 buldu arkadaşlar? Gel bakalım değişik yöntemle uygula. Kim yapmak

(483)ister arkadaşlar?

(484)Ö: Hocam bilmiyorum ama öğrenmek istiyorum.

(485)A₄: Gel ya... Evet, arkadaşlar arkadaşınızı dinliyoruz...

İlk ders saatinde öğrencilerin sınıf içerisindeki davranışları ile fazla ilgilenmeyen aday bir sonraki hafta anlattığı derste öğrencilerin not tutması ve ders araç-gereçlerini yanlarında bulundurma konusunda hassasiyet göstermiştir (466–467):

(466)A₄: Evet, arkadaşlar şöyle yazıyoruz, uzunlukları 1 ve 21, evet konuşmuyoruz.

(467)Defterin yok mu senin? Niye yazmıyorsun?

Aday öğrencileri ders dışında aktif hale getirmek amacıyla aşığıdaki konuşma alıntısında da görüleceği gibi ödevlendirmiştir (752–760):

(752)A₄: Haftaya bir araştırın gelin. Şimdi arkadaşlar bir adam tost makinesini...

(753)dinliyoruz, tost makinesinin fişini gelmiş prize takmış...

(754)Ö: Kısa devre yapmış...

(755)A₄: Bir bakmış ki sigorta atmış. Sonra çıkartmış demiş ki herhalde priz bozuk,

(756)gitmiş başka bir prize takmış, tekrar sigortanın attığını görmüş.

(757)Ö: Kısa devre, kısa devre.

(758)A₄: Ne oldu da kısa devre olmuş?

(759)Ö: Ampermetre yanmış olabilir.

(760)A₄: Bir araştırın gelin tamam mı?

Sınıf içerisindeki bu konuşma ve bir problem durumu vererek öğrencileri ödevlendirmesi adayın araştırma oryantasyonu sergilediğini göstermektedir.

Tablo 41. A₅ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₅			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	-(A.B.V)	Didaktik	Etkinliğe Dayalı Öğretim	Didaktik
2	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
3	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
4	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
5	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik
6	Akademik Hassasiyet	-(A.B.Y)	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
7	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Keşif	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*</i>
8	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik
9	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik <i>Araştırma*</i> <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
10	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
11	Didaktik	-(P.Y)	-(P.Y)	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama* #</i>
12	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
13	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik
14	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
15	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet

PAB testinden elde edilen verilere göre A₅ adayının ilk iki uygulamada didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarına üçüncü uygulamada keşif ve etkinliğe dayalı oryantasyonları dâhil olurken, son uygulamada tekrar akademik hassasiyet ve didaktik oryantasyonlarının ağırlıklı olarak sergilediği görülmektedir. Ek olarak üçüncü uygulamada akademik hassasiyet oryantasyonunun belirlenmiş olduğu bazı sorularda son uygulamada didaktik oryantasyon sergilenmiştir.

Akademik hassasiyet oryantasyonunun adayın öğretim uygulamaları sırasındaki ders planlarını etkilediği belirlenmiştir. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenme modellerinde bulunan değerlendirme bölümüne ders planında yer verilmiştir. Adayın 5E öğrenme modeline göre ders planı hazırlamış olmasına rağmen, bağlama ilişkin endişelerinden dolayı sunuş yöntemine göre öğretimi gerçekleştirmiştir. Bunun gerekçesini “aşlında 5E öğrenme kuramına göre hazırlamıştım ama hem sürenin yetmeyeceğini

düşündüğümünden hem de sınıfı tanımıyorum diye fikrimi değiştirdim” şeklinde ifade etmiştir. Öğretiminde gösteri ve deney yapmayı planlayan adayın ders planı içerisinde öğrencilerin önbilgilerini kontrol etmek amacıyla bir kavram haritası yer almaktadır. Plan içerisinde yardımcı noktalar bölümünde Ohm kanunu ile ilgili deney düzeneğinin kurulması ve deney yaparak Ohm kanununun ispatlanması bulunmasına karşın, uygulamalar sırasında gerçekleştirilmemesinin nedenini aday “laboratuvar imkânlarının kısıtlı olması” olarak açıklamıştır. Ders planında süper iletkenler hakkında yer alan araştırma ödevi, önce öğrencilerin dikkati günlük hayatla ilgili bir soruyla çekildikten sonra öğrencilere verilerek bir sonraki derste yapılan araştırmalar sınıf içerisinde paylaşılmıştır (97–105):

(97)A₅: Peki hiç aramızda uçan tren diye bir şey duyan oldu mu?

(98)Ö: Duyduk. Hani şu demirleri manyetik oluyor.

(99)A₅: Parmak kaldırın. Parmak kaldırarak herkes fikrini belirtebilir. Uçan tren?

(100)Ö: Orda zannederim raya değmiyor tren.

(101)A₅: Raya değmiyor. Dikkat bunu sağlayan nedir biliyor musunuz?

(102)Ö: Manyetik şey... Etki.

(103)A₅: Pekâlâ ben size şöyle bir ödev versem de bir sonraki derse hep beraber! Çok

(104)kısa böyle internet evinizde internet vardır büyük bir ihtimalle. Süper iletkenin

(105)kullanımı nerelerde kullanılır. Ben de merak ediyorum.

Adayın araştırma ve didaktik oryantasyonuna olan eğilimi öğretim sırasında gözlenirken, ders planında yer alan akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonları öğretim sırasında gözlenmemiştir. Ancak, aday ders planında ifade ettiği gibi uygulamalarında alıştırma-uygulama oryantasyonunu da sergilediği belirlenmiştir.

Tablo 42. A₆ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₆			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	-(A.B.V)
2	Akademik Hassasiyet	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
3	Akademik Hassasiyet	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
4	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.Y)
5	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.V)
6	-(A.B.V)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
7	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)
8	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	-(A.B.V)	-(A.B.Y)
9	Akademik Hassasiyet	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
10	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	-(A.B.V) <i>Alıştırma-uygulama*</i>
11	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V) <i>Alıştırma-uygulama*</i>
12	-(A.B.V)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)	-(A.B.Y)
13	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V) <i>Alıştırma-uygulama*</i>
14	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V) <i>Alıştırma-uygulama*</i>
15	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V)	Akademik Hassasiyet	-(A.B.V) <i>Alıştırma-uygulama*</i>

PAB testinden elde edilen verilere göre A₅ adayının tüm uygulamalarda akademik hassasiyet oryantasyonunu ağırlıklı olarak belirttiği görülmektedir. Ancak öğretim uygulamaları esnasında öğretmen adayının didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonlarına daha eğilimli olduğu gözlenmiştir. Aday derse katılımı artırmak için öğrencileri problem çözümü için tahtaya çağırmış ve ya soru-cevap yöntemini kullanmıştır. Öğrencilerin defterlerine not alması konusunda sürekli bir takip ve ısrar gözlenmiştir (611–617):

- (611) A₆: Yazın tahtadakileri yazın. Niye yazmıyorsun sen?
(612) Ö: Yazarım hocam
(613) A₆: ... Senin defterin yok artı
(614) Ö: Bu defter
(615) A₆: Bu defter!
(616) Ö: Evet fizik defterim
(617) A₆: Hiç belli olmuyor...

Aday ders sonrasında ise “bizim zamanımızda böyle değildi... Hiç not tutmuyorlar... Ne kadar hatırlatsan da, yaz desen de yapmıyor... çok fazla uyarmak da antipati oluşturuyor” şeklinde düşüncelerini ifade etmiştir. Ancak, öğrencilerin bir yandan dinlerken diğer yandan not almasının beklendiği durumlarda, öğrenciler yetişemediklerini ve ifadelerin çok hızlı söylenmesinden dolayı takip edip yazmadıklarını belirtmişlerdir. Aday öğrencilerin yavaş, öğrenciler ise adayın hızlı olduğunu belirtmektedir (387–400; 517–524):

- (387)A₆: Tamam arkadaşlar çizdiniz herhalde şekli.
 (388)Ö: Hayır.
 (389)A₆: Konuşmaya başladınız ama. Okuyorum.
 (400)Sınıf: Hocam yavaş okuyun biraz
 ...
 (517)A₆: Yazdı mı herkes?
 (518)Sınıf: ...
 (519)A₆: Siliyorum o zaman. Çizin şekli arkadaşlar.
 (520)Ö: Bir dakika hocam daha çizmedim lütfen.
 (521)A₆: Tamam bekliyorum...
 (522)A₆: Arkadaşlar okuyorum
 (523)Ö: Yazıyoruz hocam daha
 (524)A₆: Çok yavaşsınız ama...

Öğretmen adayının ders planının sunuş yöntemine göre hazırlandığı, içeriğinin konuya ait alan bilgisinden oluştuğu, günlük hayatla ilişkilendirme ve örneklendirmeleri içermediği belirlenmiştir. Sınıf içi gözlemler adayın günlük hayatla ilgili ilişkilendirmeleri ve örnekleri kullanmadığını ve geleneksel öğretimi daha fazla benimsemiş olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ders sonu yapılan görüşmelerde aday düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Eğitim-öğretimin kesinlikle öğrenci merkezli olmasından yanayım. Öğretim gereksiz bilgilerle öğrencileri ezber yaptırmaktan uzak olmalı. Dersler anlatılırken konuların günlük yaşamla bağdaştırılarak anlatılması gerekir. Öğretmenlik yapma fırsatım olursa, bizim aldığımız eğitimler gibi olmamasına özen göstereceğim. (A₆, informal mülakat)

A₆ adayının oryantasyonu PAB testinde akademik hassasiyet olarak belirlenmesine karşın, öğretmenlik uygulamaları sırasında didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonlarını sergilediği gözlenmiştir.

Tablo 43. A₇ adayının sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	A ₇			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Didaktik
2	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Didaktik
3	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Didaktik
4	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet
5	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet
6	Didaktik	Didaktik	Didaktik	---
7	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik	Didaktik
8	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet
9	Didaktik	---	---	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*</i>
10	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
11	Didaktik	Didaktik	Didaktik	<i>Alıştırma-uygulama*#</i>
12	Didaktik	---	Didaktik	---
13	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
14	Didaktik	Didaktik	---	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
15	Didaktik	---	---	Didaktik

A₇ adayının PAB testinde ilk üç uygulamada didaktik oryantasyonunu, son uygulamada ise didaktik oryantasyonu ile birlikte akademik hassasiyet oryantasyonunu da sergilediği görülmektedir. Aday öğretmenlik uygulamaları sırasında anlattığı üç ders saatinin ilkinin laboratuvar ortamında power point sunusu ile gerçekleştirmiştir. Bu ders saatinde tahtayı kullanmayan aday, dersi sunuda yer alan görsel materyaller aracılığıyla ve öğrencilerle soru-cevap yöntemini kullanarak yürütmüştür. Dersin ikinci yarısından sonra ise öğrencilerin tahtayı kullanmalarını sağlamıştır. Laboratuvarında öğrencilerin not tutması konusunda ısrar edilmezken, sınıftaki derslerde öğrencilerin defterleri kontrol edilerek not tutmaları konusunda ısrarcı olunmuştur (640–644):

(640) A₇: Şimdi yazdı mı herkes? Şekli çiz. Senin defterin nerede?

(641) Ö: Benim defterim çantamda.

(642) A₇: Niye çantanda? Gezmeye mi geldin sınıfa? Belki de defterini de getirmedin. Getirdin

(642) mi?

(643) Ö: Getirmişim.

(644) A₇: Hemen başlıyorsun not almaya. Tahtayı yazıyorsun, abuk.

Öğrenciler bu dersin ilk yarısında görsel materyaller ile öğretmen adayının açıklama ve sorularına odaklandıklarından, çoğunlukla defter ya da kitap kullanmamış, aday tarafından not alınması konusunda uyarılmamıştır. Ancak elektrik akımı açıklandıktan sonra aday tarafından öğrencilere elektrik akımının tanımı yazdırılmıştır. Akımın ampermetre ile ölçüldüğünü ifade eden aday slâytlardan birindeki ampermetre resmini öğrencilere göstererek çeşitli sorular yönelmiştir. Aday ve öğrenciler laboratuvar ortamında olmalarına ve bu ortamda ampermetre ve voltmetre gibi araçların bulunmasına karşın, sunuda yer alan resimlerle tanıtımı tercih etmiştir. Sonraki hafta iki ders saatini sınıfta geçiren aday, ders süresinin çoğunluğunu tahtada konuyu açıklayarak ve problem çözerek geçirmiştir. PAB testinde ilk üç uygulamada ağırlıklı olarak didaktik oryantasyonuna sahip olan aday, son uygulamada akademik hassasiyet oryantasyonu da sergilemiştir. Ancak adayla yapılan görüşmelerin analizinde oryantasyonunun didaktik oryantasyona daha yakın olduğu görülmüştür.

... Sınıf ortamını daha çok seviyorum. Laboratuvar ortamı beni kasıyor çok kasıldım geçen hafta laboratuvarıda. Sınıf daha sıcak ve samimi geliyor bana. Herhalde sınıflara alışkın olduğumuz için...(A₇, informal mülakat)

Adayın öğrencilere ders sonrası verdiği ödevlendirmeler ise konu ile ilgili problemlerin çözümünü kapsamaktadır. Bir sonraki hafta Ohm kanunu ve dirençlerin seri ve paralel bağlanmasını kapsayan ders planı yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanmış olsa da öğrenci merkezli aktiviteleri içeren herhangi bir uygulama gözlenmemiştir. Planda yer alan kavram haritası etkinliği derste kullanılmamıştır. Aday, PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergilerken, öğretim uygulamalarında bu oryantasyonların yanında alıştıırma-uygulama oryantasyonunu da sergilediği gözlenmiştir.

5E modeline göre hazırlanan planda giriş aşamasının dikkat çekme, güdüleme, gözden geçirme ve geçiş aşamalarından sonra, gelişme ve derinleştirme aşamalarının yer aldığı ancak değerlendirme bölümünün olmadığı görülmektedir. Derinleştirme basamağında seri ve paralel bağlı devreler ile ilgili oldukça karışık devrelerden oluşan problemler yer almaktadır. Ders planının ilk bölümünde öğrencilerin sahip olabileceği öğrenici zorlukları (kavram yanlışları) maddeler halinde belirtilmesine karşın planın içeriğinde bu kavram yanlışlarına nerede vurgu yapılacağı belirtilmemiş ve uygulama

sırasında da bunlara ilişkin herhangi bir açıklama ve etkinlik gözlenmemiştir. Aday, ders planına ek olarak anlatılacak konu alan bilgisini ders notları olarak ayrıca hazırlamış ve dersi bu notları kullanarak işlemiştir. Adayın tahtaya yazdığı ve söylediği her içerik ile çözeceği soruların yer aldığı bu notların, yapılan plandan farklı olarak geleneksel yöntemle daha uygun ve sadece bilginin aktarılmasına yönelik olduğu görülmüştür. 5E modeline göre hazırlanan planda günlük hayatla ilgili dikkat çekici sorular ve örnekler yer alırken adayın kendine ait notlarında sadece içerikle ilgili bağlantı, sembol ve şekillerden oluşan bilgiler yer almaktadır. Aday üç ders saatinde elektrik akımı, potansiyel fark, Ohm kanunu ve seri bağlı devreler konularını anlatmıştır. Adayın planlarını hazırlamada veya ders içerisinde çözeceği soruları belirlemede çoğunlukla üniversiteye hazırlık yardımcı kaynakları kullandığı gözlenmiştir.

Bu bölümde katılımcı öğretmen adaylarının oryantasyonları, PAB testi, informal görüşmeler, ders planları ve gözlemler yoluyla elde edilen verilerin analizi ile sunulmuştur. Öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak akademik hassasiyet, didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonlarına sahip oldukları görülmektedir. İzleyen bölümde ise katılımcı öğretmenlerin tamamının oryantasyonları, PAB testi, ders planları, ders gözlemleri ve görüşmelerde elde edilen verilerin analizi doğrultusunda Tablo 46'da sergilenmiştir. Öğretmenlerin çoğunlukla ders planı yapmadıkları ancak ders esnasında örnek veya problemlerden oluşan kendilerine özel düzenledikleri defterleri, ders planı olarak kullandıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, bu araştırmada ders planı olarak öğretmenlerin bu özel ders notları incelenmiştir. Bulguların sunumunda her bir öğretmenin oryantasyonları bireysel olarak betimlendikten sonra öğretmenler arasında oryantasyonları bakımından karşılaştırma yapılmıştır.

Tablo 44. Öğretmenlerin sergilediği oryantasyon çeşitleri

Soru No	ÖĞRETMENLER					
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
1	Etkinliğe Dayalı Öğretim* Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Didaktik
2	Etkinliğe Dayalı Öğretim* Akademik Hassasiyet * Yönlendirilmiş Araştırma##*	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik	Didaktik
3	---	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet
4	---	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Etkinliğe Dayalı Öğretim Akademik Hassasiyet
5	Etkinliğe Dayalı Öğretim* Yönlendirilmiş Araştırma##*	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Didaktik
6	Didaktik	Didaktik	Didaktik	Akademik Hassasiyet	---	Didaktik
7	Didaktik Yönlendirilmiş Araştırma##*	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet Alıştırma-uygulama*##	Akademik Hassasiyet Alıştırma-uygulama*##	Didaktik Alıştırma-uygulama*##	Didaktik
8	---	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik	Didaktik Alıştırma-uygulama*##
9	Etkinliğe Dayalı Öğretim	Didaktik	Akademik Hassasiyet Alıştırma-uygulama*##	Didaktik	---	Didaktik
10	Yönlendirilmiş Araştırma##*	Didaktik	Didaktik Alıştırma-uygulama*##	Didaktik Alıştırma-uygulama*##	Akademik Hassasiyet Alıştırma-uygulama*##	Didaktik
11	Didaktik Yönlendirilmiş Araştırma##*	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet Proje Temelli Öğretim Alıştırma-uygulama*##	Didaktik	--- Alıştırma-uygulama*##	Didaktik

Tablo 44'ün devamı

12	--	Didaktik	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Akademik Hassasiyet
13	Didaktik <i>Yönlendirilmiş Araştırma#*</i>	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
14	Kavramsal Değişim Akademik Hassasiyet* <i>Yönlendirilmiş Araştırma#*</i>	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Akademik Hassasiyet <i>Alıştırma-uygulama*#</i>	Didaktik <i>Alıştırma-uygulama*#</i>
15	Didaktik <i>Yönlendirilmiş Araştırma#*</i>	Akademik Hassasiyet	Akademik Hassasiyet	Didaktik	Didaktik	Etkinliğe Dayalı Öğretim

* gözlemden elde edilen veriler, #ders planlarından elde edilen veriler, italik olarak gösterilen oryantasyonlar PAB testinde belirtilmemiştir.

PAB testine göre Ö₁ öğretmeni didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarının yanında kavramsal değişim ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarını sergilemektedir. Öğretim uygulamaları sırasında öğretmenin, gösteri sunumunu kullanması ve öğrencilerin deney etkinlikleri ile uğraşmaları esnasında akademik hassasiyet oryantasyonunu, ders kitabında yer alan etkinliklerin yapılması konusunda öğrencileri yönlendirerek uzman-grup çalışmasına olanak sağlamasıyla etkinliğe dayalı ve yönlendirilmiş araştırma oryantasyonlarını sergilemiştir. Uzman-gruplar etkinliğinde öğretmen her bir gruba ayrı ayrı rehberlik yapmıştır (1–12):

- (1)Ö₁: Önce bir araştırma yapın bir şeyler toparlayın kitapta da ona benzer bir şeyler var
- (2)önemli parçalar var. Oradan onları da okuyabilirsiniz. Sonra elde ettiğiniz verileri bir
- (3)düzenli hale getirin ondan sonra gidin öğretmenlerinize sorun. Hocam bunlara eklemek
- (4)istediniz bir şey var mı? Unuttuğumuz ya da ulaşamadığımız. Yalnız bakın bunu
- (5)bitirebilmeniz için hepinizin sorumluluğunu yerine getirmesi lazım. Öyle uzaktan
- (6)uzaktan durmuyoruz. Tamam mı? Bakmıyoruz yapıyoruz.
- (7)S: Hayır yani herkes araştırıyor
- (8)Ö₁: Araştırın ne yaparsanız yapın. Soracağınız bir şey var mı? Birazcık kitabı karıştırın
- (9)orda belki siz daha fazla internet kullanacaksınız. Bilgisayar kullanıyorsunuz dimi sizde
- (10)problem çıkmaz o zaman. Gerekli olan malzemeleri müdür beyden karşılanır.
- (11)S: Haberi var mı?
- (12)Ö₁: Olacak siz söyleyeceksiniz işte. Onu da mı biz söyleyeceğiz.

Uzman-gruplar çalışmasına devam eden öğrenciler laboratuvar, kütüphane, sınıf gibi çeşitli ortamları kullanmışlardır. Bu çalışmalarını sırasında öğretmen dağılan grupları gezerek çeşitli yönlendirmelerde veya denetimlerde bulunmuştur (169–182):

- (169) Ö₁: Evet neredeler?
- (170) S: İnternetteler.
- (171) Ö₁: Siz ne yapıyorsunuz tartışıyorsunuz öyle mi? Yazılıya mı çalışıyorsunuz?
- (172) S: Yoo öylesine şimdi açtım.
- (173) S: Arkadaşlarımızın gelmesini bekliyoruz.
- (174) Ö₁: Yok hayır şimdi onların gelmesini bekliyorsanız yazılıya çalışabilirsiniz
- (177) Ö₁: Sen. Lider? Ha diyorsun grubun çoğunluğu burada ondan buradayım gidin
- (178) bakalım kızlar ne yapıyor ne ediyor
- (179) S: Bize bir şey söylemeden gittiler hocam.
- (180) Ö₁: Öyle yok. Siz de gidin kütüphaneden belki başka bir yerden siz de bir
- (180) şeyler bulursunuz.
- (181) S: Hadi gidelim.
- (182) Ö₁: Az sonra geleceğim 10 sayfalık araştırma yapmış olun detaylar sizde.

Sınıf içerisinde herhangi bir aktivitede bulunmayan öğrencilere müdahale edilerek tavsiyelerde bulunulmuştur (183–199):

- (183) **Ö₁**: Siz
 (184) S: Kaçıyoruz Hocam
 (185) **Ö₁**: Ee niye kaçılıyorsunuz?
 (186) S: İnternette bir şeyler bakacağız.
 (187) **Ö₁**: Tamam orda bir tane bilgisayar var galiba. Siz şimdi neydi sizin soru?
 (189) S: Kademe düğmeleri ne işe yarar. Ne işe yapıyorlar?
 (190) S: Az bir şey bulduk da.
 (191) **Ö₁**: Kitaptan etkinlik falan yapacak mısınız?
 (192) S: Deneyler falan yapacağız
 (193) **Ö₁**: Deneyi nerde yapıyoruz?
 (194) S: Deney yaptık ya. Yaptık da anahtarımız yok her şey buradaki sorularda anahtar
 (195) var bizim anahtarız yok. Anahtarı kapatıp açmak
 (196) **Ö₁**: Orda anahtar şu anlama geliyor siz kabloyu çıkartıp takın o da açıp
 (197) kapatmak değil mi?
 (198) S: İki adet pil diyor ama burada bir tane var
 (199) **Ö₁**: Fark etmez sen ikinciye dene fark etmez ya ne ikinci resimdeki
 (199) aynı olacak diye bir şey yok.

Ö₁ öğretmeni PAB testinde ifade ettiği etkinliğe dayalı öğretim, didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonunu uygulamalarında da sergilerken, yapılan gözlemler sırasında kavramsal değişim oryantasyonuna ilişkin herhangi bir veri elde edilememiştir. **Ö₁** öğretmeni, yönlendirilmiş araştırma oryantasyonunu PAB testinde sergilememesine rağmen uygulamalarında bu oryantasyona sahip olduğu gözlenmiştir.

Ö₂ öğretmeni ise hem PAB testinde, hem de öğretim uygulamaları sırasında sadece didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergilediği belirlenmiştir. Öğretmenin ders işleyişi sırasında konuyu veya kavramları daha önce görülen veya günlük hayattan edinilen kavram ve ya konularla ilişkilendirerek yeni konu için temel oluşturduğu görülmektedir (39–62):

- (39) **Ö₂**: Ha yükseklik var. Yüksekliğinden kaynaklanan bir nesi var?
 (40) Ö: Yerçekimi...
 (41) **Ö₂**:Potansiyeli var.
 (42) **Ö₂**:Ne kadar yükseklik varsa o kadar çok basınç uygulanır. Dolayısıyla en çok
 (43) akışkan nereye etkiyecek en çok basınç? En yüksek basınç en aşağıya en az basınç en
 (44) yukarıya Şöyle düşünelim. Araba asfaltta farklı, toprak yolda farklı, buzlu
 (45) yolda farklı sürtünüyor zemin burada ne yapıyor nasıl bir etkisi var olumlu mu?
 (47) Ö: Ters etkisi var.
 (48) **Ö₂**:Yavaşlatıyor. Düşününki bu depodan suları borularla alıyorum evlere
 (49) gönderiyorum. Peki, bu boruda su hareket ederken borunun kenarına sürtünmüyor
 (50) mu? Peki, o boru sürtününce suyu yavaşlatmıyor mu?
 (51) Ö: Yavaşlatıyor.
 (52) **Ö₂**: Çok mu yavaşlatıyor az mı?
 (53) Ö: Az hocam
 (54) **Ö₂**: Evet az yavaşlatır o kadar az yavaşlatır ki ihmal edilir. Nasıl ki yolun pürüzlü
 (55) olması, toprak olması, asfalt olmaz, buzlu olması farklı yavaşlatır arabayı, o
 (56) borunun da plastik olmasına göre, demir olmasına göre engellemesi gösterdiği
 (56) direnç farklı olacaktır.
 (57) Ö: Hocam siz dediniz ya daha çok plastik borular kullanılıyor plastik borularda
 (58) daha az mı sürtünme oluyor?

- (59) Ö₂: Şimdi aslında sürtünmeden dolayı plastik kullanılmıyor ekonomik olarak
 (60) kastettim Bazen ikincisi tabi zamanla suyun içindeki bazı bileşiklerle reaksiyona
 (61) giriyor demir paslanıyor sağlık açısından ama sürtünme için kullanılmıyor çünkü
 (62) sürtünme ihmal edilecek kadar küçük.

Yukarıdaki alıntıdan da görüleceği gibi Ö₂ öğretmeni konu ve kavramları günlük hayatla ilişkilendirerek, birçok benzetim kullanarak ve laboratuvar ortamında deneyler yaparak öğretim uygulamalarını yürüttüğü, problem çözümüne fazla ağırlık vermediği belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarına önem veren öğretmenin laboratuvar ortamına ve araç gereç düzenine ders dışında zaman ayırdığı görülmektedir:

Malzememiz bu kadar ama yeni şey gelecek yeni laboratuvar malzemeleri gelecek. Bu masayı da düzenlemiştim ama yeniden düzenlemek için zaman olmadı. (Ö₂, informal mülakat)

Öğretmen konu ve kavramların öğretiminde görselliğin ve öğrencinin dikkatini çekmenin oldukça önemli olduğunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

Görsellik çok önemlidir. Çok etkisi oluyor konunun anlaşılmasında. Örneğin atışlar konusunu anlatıyorsunuz 11. sınıfa. Örnek veriyorsunuz. Bir şey atıldığında uçaktan baktığınız zaman aşağıya doğru gidiyor ama yan taraftan baktığınızda eğik olarak gittiğini söylüyorsunuz ama çocuk bunu kabullenmiyor. Ama şeyde gördüğü zaman görsel olarak a gerçekten böyleymiş diyor. Çalıştığım özel bir okulda akıllı tahta vardı onu kullanıyorduk. Tahtaya bir şeyler yazıyorsunuz yanlış olunca düzeltiyor, döndürüyor. Bilgiyi internet ortamına taşıyor. Çocuk isterse tekrar geri dönüyor. Örneğin fen bilginde iskelet sistemini anlatırken binaların kolonlarını gösteriyor. Kolonlar olmasa ne olur diye soruyor. E çöker. Bilgisayar bir çekiyor kolonu bina çöküyor öğrenci görüyor. Sonra iskelet istemi olmazsa ne olur diye soruyor. Fen bilgisi dersinde optik konusunu anlatırken tahtaya ışık çukur aynaya geliyor yansıyor, kırılıyor, çocuk birebir görüyor. Çocuk onu görünce ne yapıyor merak ediyor. Burada o imkânlar yok. Burada öğrenciler sıkılıyor. Bazı şeyleri anlattığınız zaman sınıf ortamında anlamıyor. Sevmedikleri için...(Ö₂, informal mülakat)

Öğretim uygulamaları sırasında öğretmen ders kitabını nadiren kullanmakta, kitaba mevcut konuların ve kavramların sınırlarını belirlemede başvurmaktadır. Ö₂ öğretmeni PAB testinde ifade ettiği didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını, uygulamalar sırasında da sergilemiştir. Uygulamalar sırasında PAB testinde belirtilmeyen herhangi bir oryantasyon gözlenmemiştir.

Ö₃ öğretmeni PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarının yanında proje temelli öğretim oryantasyonu da sergilemektedir. Öğretim uygulamaları sırasında ise Ö₃ öğretmenin didaktik oryantasyonunu ağırlıklı olarak sergilediği

gözlenmiştir. Öğretmen bunun nedenini zamanın sınırlı olması ve araç-gereç sınırlılığı olarak açıklamaktadır.

...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, informal mülakat)

Mevcut ders saatinde mümkün olduğu kadar soru çözmeye gayret ettiğini ifade eden öğretmen kitabın dışında yardımcı kaynaklar kullandığını belirtmektedir:

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. (Ö₃, informal mülakat)

Ö₃ öğretmenin sınıf içerisinde konu ve kavramların öğretiminde örneklendirme ve soru çözmeye ağırlık verdiği görülmektedir. Ö₃ öğretmeni ayrıca konu içerisinde yer almayan sıvıların iletkenliği ile ilgili açıklamalarını günlük hayatla ilişkilendirmiş ve açıklamalarını kimya dersinde görülen bazı konu ve kavramları da içerecek şekilde yapmıştır:

Ö₃: İletkenler ve yalıtkanlar konusuna gelince metaller iyi iletkenlerdir. Ametaller ise yalıtkan. Metaller neden iletkenlerdir? Son yörüngelerinde serbest elektronlar var. Bunlara balans elektron diyoruz. Son yörüngedeki elektron sayıları 1, 2, 3 olan elementlere metal diyoruz. Çekirdeğe zayıf bağlarla bağlandığı için bu atomlar elektron verme eğilimindedirler. Ametallerde ise bu sayı 4, 5 ve 6'dır. Katılarda elektrik akımını ileten bu serbest elektronlardır. Sıvılar da iletkenlerdir. Peki, her sıvı iletken midir?

Ö: Hayır

Ö₃: Çeşme suyu iletken saf su iletken değil. Niye içinde iyonlar var çünkü. Demek ki sıvılarda elektrik akımını ileten iyonlar vardır. Katı tuz iletmez ama sulu çözeltisi iletir. Şeker suda çözünse bile iyonlarına ayrılmaz dolayısıyla elektriği iletmez. Tahta, porselen gibi katılar da elektriği iletmez.

Ö₃ öğretmeni gözlem yapılan bir uygulamasında, basit elektrik devresinin öğelerini açıklarken öğrencilere roller vererek bir etkinlik yapmıştır. Ancak öğretmen bu etkinliği rol oynama tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmeyip konuyu kendi açıkladığı için yukarıdaki alıntılar ve açıklamalara paralel olarak Ö₃ öğretmenin oryantasyonunun didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonları olarak değerlendirilmiştir. Ö₃ öğretmeni PAB testinde

proje temelli öğretim oryantasyonunu sergilemesine rağmen uygulamalarında ve yapılan görüşmelerde bu oryantasyonu işaret eden her hangi bir veriye rastlanmamıştır.

Ö₄ öğretmeni PAB testinde sadece didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergilemiştir. Ö₄ öğretmeni gözlemlenen uygulamalarında iletken tel içerisinde elektronların hareketini açıklarken, daha önceden öğrenilmiş konu ve kavramlarla ilişkilendirmede bulunmaktadır:

Ö₄: ... Metaller neden oluşmuştur?

Ö: Atomlardan

Ö₄: Atomun yapısını incelediğimizde, proton, elektron... Elektronlar hareket eder. Son yörüngelerde hareket eden serbest elektronlara kuvvet uygulanırsa çekilip alınabilirler.

Ö₄ öğretmenin, öğretim uygulamaları sırasında PAB testinden elde edilen verilerle paralel bir şekilde didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarını sergilediği gözlenmiştir. Üniversite giriş sınavlarında öğrencilerin başarısı için mümkün olduğu kadar soru çözmeye gayret ettiğini ifade eden öğretmen kitabın dışında yardımcı kaynaklar kullandığını ders kitabının yeterli olmadığını belirtmektedir:

ÖSS'den 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... Genel olarak kitaptaki sınırlarda kalmak şartıyla farklı kaynaklardan faydalaniyorum, çünkü kitap çok yetersiz, yetmiyor. Çok iyi hazırlanmış bir kitap olduğunu düşünmüyorum. Etkinlikler sınıf seviyesinin altında. Öğrencilerde merak uyandırmıyor, yaratıcılıklarını köreltiyor. Bazı öğrenciler sonu zaten belli yapmaya gerek var mı bile diyor. (Ö₄, informal mülakat)

Özel kavramlar ve olaylar arasındaki ilişkilerin gösterilerek bilimsel kavramların doğrulanması için laboratuvar çalışmaları ve gösterilerin kullanıldığı akademik hassasiyet oryantasyonunu öğretmen PAB testinde kısmen de olsa sergilemesine rağmen, yapılan öğretim sırasında bu oryantasyon gözlenmemiştir. Ö₄ öğretmenin sınıf içerisinde konu ve kavramların öğretiminde örneklendirme ve soru çözmeye ağırlık verdiği görülmektedir.

Tepegöz vs. kullanmıyorum. Bizde şekiller az. Fen bilgisi dersine girerken özellikle biyolojide kullanıyordum. Ama lisede gerek duymuyorum. Deney ise fırsat buldukça yapıyorum. Araç-gereç sıkıntı var. Lise bazında Anadolu lisesindeki öğrenciler çok programlı lisedeki öğrencilere göre çok iyi. İlgili ve daha zekiler. Ötekiler bilinçsiz. Dersi işleyişim öğrenci seviyesine göre değişiyor. Çok programlı lisede de soru çözüp deney yaptırıyordum ama sorular daha basit oluyordu öğrencinin kendine güveni artsın diye. Birde onlara ödevlendirme yapıyordum. (Ö₄, informal mülakat)

Öğretmenin oryantasyonunun okul bağlamına göre olduğu ve sadece bilginin aktarılmasını değil konuyla ilgili olabilecek tüm soru çeşitlerinin öğrenciler tarafından çözülebilmesi olduğu görülmektedir. Öğretmenin ders planları da öğretimi ile uyumlu olarak problem çözümlerine odaklanmaktadır. Planın büyük bir kısmı kazanımlardan sonra, problem çeşitlerine odaklanmaktadır. Ö₄ öğretmenin eski ders programına uygun yürütülen lise ikinci sınıflardaki öğretim uygulamaları yeni programın uygulandığı lise birinci sınıflardaki uygulamalarla benzerlik göstermektedir.

Ö₅ öğretmeni PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergilediği belirlenmiştir. Yapılan gözlemlerde konu ve kavramların öğretiminde örneklendirme ve soru çözmeye ağırlık verdiği görülmektedir. PAB testinde yer alan didaktik oryantasyonu öğretim uygulamaları sırasında da gözlenirken, oryantasyonun sadece bilginin aktarılmasını değil konuyla ilgili olabilecek tüm soru çeşitlerinin öğrenciler tarafından çözülebilmesi olduğu görülmektedir. Sınıf içerisinde çözülen problemlerin öğretim programında veya ders kitabında yer almayan konu ve kavramları da içerdiği görülmektedir. Buna, mıknatıslar arasındaki kutup kuvvetinin hesaplanması, bir veya daha fazla tel etrafındaki çeşitli manyetik alanların bileşkesinin hesaplanması örnek olarak verilebilir. Bu problemlerin düşey olarak iplerle asılan mıknatıslar ve yerde bulunan mıknatıslardan oluşan bir sistemde iplerdeki gerilme kuvvetlerin büyüklüklerinin karşılaştırılması gibi daha önce işlenmiş olan çeşitli konu ve kavramları da kapsadığı görülmektedir. Ö₅ öğretmenin de genel olarak yazılı ders planı hazırlamadığı, çözülecek problemlerin yardımcı kitaplar ve öğretmenin özel ders notları (sorulardan oluşan bir defter) aracılığıyla belirlendiği, ders kitabının nadiren kullanıldığı belirlenmiştir. Öğretmen bu durumu aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

Plan yaparken defterim var birkaç tane onlardan, test kitapları, ders kitabı ve sınav dergilerinden faydalıyorum. Her yayının soruları düşündürücü olmuyor. Bazıları daha düşündürücü o nedenle onları seçiyorum. Ders kitabı iyi kullandığım dönemler oluyor. Sürekli kullanmıyorum. Seviye tespit sınavlarındaki sorular kitaba göre ise neden problem çıkıyor. Kitabı konuyu belirlemek için kullanıyorum. Kitabı öğrencilerden alıp bölüm sonu soruları çözüyorum. Elektrik konusunda kullanmadım. Sadece elektrik akımı ve potansiyel fark tanımlarında benzeşimleri kullandım. (Ö₅, informal mülakat)

Öğretmen bu kitapları ve günlüğü ders esnasında yanında bulundurmaktadır. Kitapta yer alan etkinliklerin sınıf içerisinde uygulanmadığı gözlenmiştir:

Konu ve konuyla ilgili soru tiplerini ders öncesinde belirliyorum. Programa genel olarak baktım ama çok iyi incelemedim. Programı tanıtıcı her hangi bir seminere katılmadım. Etkinlikleri yapsak, soru çözmesek bile yine konuları yetiştiremeyiz. Amacımız sınava öğrenci hazırlamak. Çünkü M.E. B'nın yaptığı seviye belirleme veya deneme sınavlarında, kitapta olmayan terazi soruları var. O sınavlardaki soruların yapılabilmesi için bu tarz soru çözmemiz gerekiyor. Müfettişler gelip problem çözmeyin, konu dışına çıkıp ayrıntı vermeyin programı takip edin diyor. Sizin derdiniz üniversite sınavı değil diyor. Sonra da toplantılarda kaç kişiyi üniversite sınavlarınıza soktunuz diyerek başarının ölçüt kabul ediliyor. Bu tarz problem çözmek veya programda sağ el kuralına değinmeyin denmesine karşın göstermek benim tercihim. (Ö₅, informal mülakat)

Ö₅ öğretmeni derslerin birçoğunu sınıfta işlediğini, laboratuvar ortamını veya tepegöz ve projeksiyon gibi görsel materyalleri pek kullanmadığını ve bunun nedeninin de zaman sıkıntısı olduğunu ifade etmektedir:

Laboratuvar, projeksiyon, tepegöz kullanmıyorum. Basit bir elektrik devresi kuracağım. Zaman olmadığından. 3 ders saati olsa bir saat deneye ayrılabilir. Ama kitap iki saatte bitmez. Gösteri yapıyorum, günlük olaylardan örnek vermeye çalışıyorum. Elektrik emniyetinde sigorta ve tesisatlardan bahsediyorum. (Ö₅, informal mülakat)

Ö₅ öğretmenin derslerinde, öğrencilerin daha çok problem çözümleri esnasında aktif olduğu, konunun sunulmasının çoğunlukla öğretmen tarafından yapıldığı dikkati çekmektedir. Öğrenciler anlamadıkları noktaları öğretmene sorarken, problemlerin çözümünde çoğunlukla öğrencilerin aktif olduğu dikkati çekmektedir. Zamanı ve üniversiteye giriş sınavını gerekçe göstererek ağırlıklı olarak konunun sunumu ve konu ile ilgili oldukça çeşitli problemler çözen Ö₅ öğretmenin didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarını sergilediği görülmektedir.

Ö₆ öğretmeni, PAB testinde didaktik, akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarını sergilediği belirlenmiştir. Gözlemlenen öğretim uygulamalarında yeni programın uygulandığı lise birinci sınıflarda, akademik hassasiyet, etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonunu ağırlıklı olarak sergilerken, önceki programın geçerli olduğu daha üst sınıflarda didaktik oryantasyonu sergilemektedir. Öğretmen bu sınıflarda ağırlıklı olarak üniversite sınavına yönelik olarak problem çözerken, lise birinci sınıflarda açıklama, örneklendirme, gösteri ve deney ağırlıklı sunum yöntemlerini kullanmaktadır. Ö₆ öğretmenin de diğer katılımcı öğretmenler gibi kendisine özel, çeşitli örnek ve problemleri içeren bir defter oluşturmuş ve öğretim uygulamalarında bu defter içerisinde bulunan soruları kullandığı gözlenmiştir. Bu nedenle öğretmen ders planı yapmamakta ancak ders kitabından programı ve kapsadığı konuları takip etmektedir.

Sadece ders kitabına bağlı kalmayan öğretmenin, ders kitabı dışında etkinlikler yaptığı, farklı yardımcı kaynak kitaplardan örnek sorular çözdüğü gözlenmiştir.

Ö₆ öğretmenin lise birinci sınıflardaki öğretim uygulamalarında yaptığı gösteri, deney ve etkinlikler, öğretmenin akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarına sahip olduğunu göstermektedir. Buna örnek olarak, bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğu konusu kapsamında, yeni programda olmamasına rağmen konunun anlaşılabilmesi için, önceki yıllardaki uygulamalarına devam ederek katı, sıvı ve gazlarda iletkenliği göstermek amacıyla üç ayrı deney düzeneği hazırlamıştır:

Şimdi burada katı bir maddeden akım geçireceğiz ve ampul yanınca akımın geçtiğini anlayacağız. Bu tel katı bir maddedir. Elektrik vereceğim, masaları kurcalamayın. Bakalım katı bir madde içerisinden akım geçiyor mu? Şu elimdeki üreteçte şurası artıdır şurası eksidir... (Ö₆,Gözlem)

Sıvıların iletkenliği için hazırlanan deney düzeneğinde cam bir kabın içerisine su konulduktan sonra katı tuz atılmış ve erimesi için beklenirken sıvıya batırılan uçlar için bir öğrenciden yardım istenmiştir. Deney esnasında öğrencilere kitabın 179. sayfasında bulunan dikkat bölümündeki uyarıdan bahsedilmiştir:

Hani kitaplarımızda çalışıyordunuz. 220 zaten şehir şebekesi. Orda bakarsanız göreceksiniz potansiyel farkı 40'dan fazla olduğunda insan sağlığına etkisi oluyor tamam mı? Pekâlâ, şimdi bu pilin uçlarından doğru akım geçireceğiz. Önce 1,5 voltluk sonra 3 Voltluk gerilim uygulayacağız uçlarına ve üzerinden akım geçireceğiz. Ama bu akımı direkt kutuplara bağlamayacağız arada sıvı bir madde kullanacağız. İki ayrı noktasına batıracağız sıvının dolayısıyla o sıvının iletkenliğinden yararlanacağız tamam mı yaptığımız işlem bu. Şimdi bu da suyu iletken hale getirmek için kullandığımız kimyasal maddelerden bir tanesi. İyonize ediyoruz suyu yani. Çamaşır sodası kullanıyoruz. Ama bu şu anda katıdır. Onu biraz sallayayım iyice çözeyim. Bu çamaşır sodasının iyice seyreltik hale gelmesi lazımdır. Bu bir tuz da olabilir. Biliyorsunuz tuzlu su iletkendir. (Ö₆,Gözlem)

Öğretmen zamanı etkili kullanabilmek için, sıvıların iletkenliği ile ilgili deneyde tuzun çözünmesini beklerken bir taraftan da gazların iletkenliğinin irdeleneceği deney düzeneğini hazırlamıştır. Öğretmenin, içlerinde farklı gazlar olan ve dört tüpten oluşan düzeneğin kutuplarını üretecine kutuplarına bağlayıp deney anında bazı işleri öğrencilere yaptırarak, onların dikkatini derse vermelerini ve aktif olmalarını sağladığı gözlenmiştir.

Yüksek potansiyel farkıyla beraber o tüplerin uçlarına vereceğiz. Sonra tüplere verdiğimiz yüksek potansiyel farkı tüplerin içinde bulunan neon gazlarını iletken hale getirecek ve tüplerde değişik basınçlarda neon gazları var, o gazların iletken hale geldiğini ve değişik renklerde ışıklar verdiğini gözleyeceğiz. Renk aynı ton farkı var. Işıkları kapatalım bakalım. Yükseltici sesi arasından renkler gözlenir [tüplerden birinde renk gözlenmez]. O da yanarda potansiyel

ona yetmiyor daha artırmak lazım. İletken haline geldiğini görebiliyor musunuz? Lambaları açalım. Tüplerin içerisinde tel olmadığını görmek için hızlıca gelip bakın. [öğrenciler bakarlar] İçerisinde sadece gaz var. Flüoresan lambalarda bu şekilde çalışır. Uçlarına potansiyel fark uygulanır. Aradaki gaz iletken hale geliyor. Kenardaki flüoresan maddeyi de koyunca beyaz renk alır. (Ö₆,Gözlem)

Öğretmen, tuzun çözünmesiyle sıvıların iletkenliği ile ilgili deney düzeneğine geri dönmüş, üretici açtığı anda ampulün yandığı gözlenmiştir. Öğretmenin öğrencileri mümkün olduğu kadar deneylerin yapılışı sırasında olayların içine dâhil etmeye çalıştığı gözlenmiştir:

Bir asistana ihtiyacım var bakayım kim gelebilir Abdül. Sağ elinle tut korkmana gerek yok geçen akım çok düşük. Bir kalem pili kadar iki kalem pili kadar akım olacak. İnsana zarar vermez. Ne kadar olursa insana zarar var. Hangi düzeye gelirse zarar var. 220 volt. (Ö₆,Gözlem)

...
Fatmanur bu tüpler için seni asistan olarak alalım... (Ö₆,Gözlem)

Ö₆ öğretmenin PAB testinde sergilemiş olduğu didaktik, akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarının uygulamalarıyla da örtüştüğü ve üst sınıflarda alıştırmaya-uygulama oryantasyonunu da sergilediği gözlenmiştir.

Katılımcı öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin oryantasyonlarının irdelendiği bu bölümde, özellikle öğretmen adaylarının ağırlıklı olarak didaktik, akademik hassasiyet ve alıştırmaya-uygulama oryantasyonlarını sergiledikleri görülmektedir. Öğretmenlik uygulamalarında yapılan gözlemlerle bazı öğretmen adaylarının (A₄, A₅, A₆) PAB testinde sergilemiş oldukları oryantasyonları ile uygulamada sergiledikleri oryantasyonların örtüşmediği gözlenmiştir. A₁ ve A₃ öğretmen adaylarının PAB testinde ağırlıklı olarak akademik hassasiyet oryantasyonunu, A₇ adayının ise PAB testinde didaktik oryantasyonunu sergilediği görülmektedir. Bu adayların, uygulamalarında da aynı oryantasyonları sergiledikleri gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarının PAB testinde sergilemiş oldukları oryantasyonların, özellikle ilk uygulamadan sonra didaktik oryantasyondan akademik hassasiyet oryantasyona dönüştüğü görülmektedir. Ancak A₅ adayının oryantasyonu üçüncü uygulamadan sonra tekrar didaktik oryantasyona dönüşmüştür.

Yapılan gözlemlerden A₅ adayı hariç, diğer öğretmen adaylarının planlarında sergiledikleri oryantasyonlar ile uygulamalarında sergiledikleri oryantasyonların örtüştüğü gözlenmiştir. A₅ öğretmen adayı ise planlarında akademik hassasiyet oryantasyonu

sergilemesine rağmen, öğretmenlik uygulamalarında didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarına sahip olduğu gözlenmiştir. Yapılan gözlemler, öğretmen adaylarına uygulama öğretmenliği yapan Ö₄ ve Ö₆ öğretmenlerinin sergilemiş olduğu oryantasyonlar ile uygulama öğretmenliğini yürüttüğu öğretmen adaylarının oryantasyonları arasında benzerlik olduğunu göstermektedir. Oryantasyonu didaktik olan Ö₄ öğretmenin uygulama öğretmenliğini yürüttüğu A₄, A₅, A₆, A₇ adayları da öğretmenlik uygulamaları sırasında didaktik oryantasyonu sergilemişlerdir. Oryantasyonu akademik hassasiyet olan Ö₆ öğretmenin uygulama öğretmenliğini yürüttüğu A₁ ve A₃ adaylarının oryantasyonlarının da uygulama öğretmenleri gibi akademik hassasiyet olduğu gözlenmiştir.

Katılımcı öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonların genellikle didaktik, akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim olduğu görölmektedir. Öğretim uygulamalarında ise bu oryantasyonların yanında alıştıırma-uygulama ve yönlendirilmiş araştırma oryantasyonları da gözlenmiştir. PAB testinde Ö₂, Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenleri didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonları sergilerken, Ö₁ ve Ö₆ öğretmenleri bu oryantasyonların yanında etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonu da sergilemişlerdir. Yapılan gözlemler, Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerinin PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını birlikte sergilemelerine rağmen, öğretimleri sırasında didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarına sahip olduklarını göstermiştir.

Genel olarak Ö₄ öğretmeni hariç diğer öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonların, uygulamalarda da sergilendiği gözlenmiştir. Ö₄ öğretmeni PAB testinde didaktik oryantasyonu ile birlikte akademik hassasiyet oryantasyonunu sergilerken, öğretim uygulamalarında didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarını sergilemiştir. 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 alıştıırma-uygulama oryantasyonunu sergiledikleri gözlenmiştir (Ö₃, Ö₄ ve Ö₅).

Didaktik ve alıştıırma-uygulama oryantasyonlarını sergileyen katılımcılar, zaman ve araç-gereç sınırlılığına vurgu yaparak öğrencileri üniversite sınavına hazırlamanın öncelikli hedefleri olduğunu ifade etmişlerdir.

3.4. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenici Hakkındaki Bilgileri

Bu bölümde, katılımcıların öğrenici bilgisi ile ilgili bulgular yer almaktadır. İlk kısımda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının öğrencilerin konu hakkındaki önbilgilerine ilişkin bilgileri, ikinci kısımda ise öğrencilerin belirli kavramlarla ilgili yaşayabilecekleri kavram yanılgıları veya zorlukları hakkındaki bilgileri ile ilgili bulgular yer almaktadır.

Öğrencilerin ön bilgilerine ilişkin katılımcıların bilgilerinin sergilendiği birinci kısımda, öğretmen adaylarının her biri için PAB testindeki bütün sorular ve uygulamalar arası değişimi gösteren tablolar düzenlenmiştir. Öğretmenler için ise PAB testinden elde edilen veriler tek bir tabloda sunulmuştur. Öğrencilerin zorluklarına ilişkin katılımcıların bilgisinin sunulduğu ikinci kısımda da benzer sergileme kullanılmıştır. Bu tablolar, PAB testi ile birlikte gözlem, ders planları ve mülakatlardan elde edilen verilerin analizi ile oluşturulmuştur.

3.4.1. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenici Önbilgisi Hakkındaki Bilgileri

Bu bölümde öğrenici ön bilgisi hakkında PAB testinden, gözlemlerden, ders planlarından ve mülakatlardan elde edilen bulgular yer almaktadır.

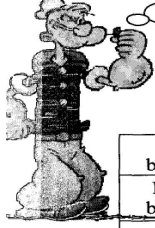
Tablo 45. A₁ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

Soru No	A ₁			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
2	Derin	Derin	Derin	Derin
3	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
4	Derin	Derin	Derin	Derin
5	Derin	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
6	Derin	İçeriğe-özel	Genel (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)
7	Genel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Derin
9	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
10	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
11	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
12	İçeriğe-özel (A.B.Y)	İçeriğe-özel (A.B.Y)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)
13	Genel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
15	Derin	Yüzeysel	Yüzeysel	Derin

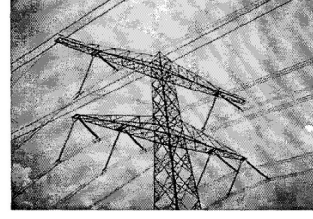
A₁ adayının PAB testinde öğrencilerin ön bilgilerine ilişkin yaptığı tahminlerin genellikle içeriğe-özel ve derin kategorisinde yoğunlaştığı, içeriğe-özel tahmin sayısının son uygulamaya doğru arttığı, derin kategorisindeki cevap sayısının ise son uygulamaya doğru azaldığı görülmektedir. Genel ve yüzeysel tahminlerin son uygulamada yer almadığı ancak 6 ve 12. sorularda tahminde bulunulmadığı görülmektedir. Adayın, alan bilgisini cevaplandırmadığı sorularda da tahmin yürüttüğü görülmektedir. Aday, ilk üç uygulamada, alan bilgisi bölümünün cevaplandırılmadığı sorularda öğrenci ön bilgisi hakkında tahminde bulunurken, bu durum son uygulamada değişmiştir.

Adayın öğretim uygulamalarının gözlemi sırasında öğrencilerin ön bilgilerini yoklamak için ders planında da yer alan bir çalışma yaprağı kullandığı gözlenmiştir. Bu çalışma yaprağının önceki yıllarda öğrencilerin elektrik konusu ile ilgili öğrendikleri kavramları içerdiği görülmektedir.

Elektrik İle İlgili Neler Öğrenmiştik?



Elektrik konusu ile ilk defa karşılaşmıyoruz. önceki yıllarda da elektrikle ilgili temel bilgiler öğrenmiştik. şimdi öğrendiğimiz bu bilgileri hatırlayalım!



uSeri bağlama	Sürtünme ile elektriklenme	Pozitif yüklü cisim	Pozitif yük	Negatif yük	Nötr atom
Paralel bağlama	Dokunma ile elektriklenme	voltmetre	ampermetre	direnç	reosta
iletken	yalıtkan	elektroskop	topraklama	Elektrik akımı	sıfır
amper	ohm	Negatif yüklü cisim	Etki ile elektriklenme	volt	

- Protonun sahip olduğu elektrik yüküne Elektronun sahip olduğu elektrik yüküne denir. Nötronun elektrik yükü'tur.
- Atomların eşit sayıda elektron ve protona sahip olduklarında yük miktarları eşittir. Böyle atomlara denir.
- Maddeler elektron kazanarak yada kaybederek elektrikle yüklenirler. Elektron kazanarak negative yük fazlalığı oluşan cisimlere elektron kaybederek pozitif yük fazlalığı oluşan cisimlere denir.
- Elektron kazanma yada kaybetme şeklinde olan elektriklenme ve Olmak üzere üç şekilde gerçekleşebilir.
- Bir cismin elektriksel yüklü olup olmadığını yüklü ise yükünün cinsini belirlemeye yarayan alete denir.
- Yük cinsi ne olursa olsun elektrik yüklü cisimler toprakla temasa geçerek elektriksel olarak nötr hale geçmesine denir.
- Elektriği ileten maddelere iletmeyen maddelere denir.
- Pil gibi bir elektrik enerjisi kaynağının elektriksel bir kuvvet uygulaması ile enerji kazanan ve titreşim hareketi yapan negatif yüklerin, bir iletken vasıtasıyla bu enerjiyi yakınındaki diğer negative yüklere aktararak ilerlemesine denir.
- Maddelerin elektrik enerjisinin iletimine karşı koymalarına Denir. Elektrik devrelerinde adı verilen değişken dirençler de kullanılır.
- Elektrik akımının birimi Gerilimi direncin birimi'dur. Elektrik akımı gerilim ise ile ölçülür.
- Bir devredeki devre elemanlarının, üzerinden aynı akım geçecek şekilde uç uca bağlanmasına denir. bir devredeki devre elemanlarının tamamının ya da bazılarının birer uçlarının bir noktada diğer uçlarının da başka bir noktada bağlanması ile akımın kollara ayrıldığı bağlanma şekline denir.

Şekil 25. A₁ adayının önbilgiyi değerlendirmek amacıyla hazırladığı çalışma yaprağı

Dersin ilk bölümlerinde uygulanan ve elektrik konusuyla ilgili soruları kapsayan çalışma yaprağında yer alan kavramların, daha önce fen ve teknoloji dersinde karşılaşıldığı, belirtilerek, öğrencilerden boşlukların kutularda yer alan kelimelerden uygun olanları ile doldurmaları istenmiştir. Ders sonrası uygulama öğretmeni çalışma yaprağındaki boşlukların tartışılması sırasında çelişkili cevaplar veren öğrencilere kesin sonuçlar vurgulanması gerektiğini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Mesela önbilgiyi yoklarken sorulardan birinde akım ölçen alet için voltmetremiydi, Ampermetremiydi diye karıştırarak birini attı. Sorunun sonunda açık bir açıklama yaparak kesin cevabı üstüne basa basa söyleyip belirtmek lazım. (Ö₆, Gözlem)

Öğretim uygulamaları sırasında, adayın öğrenci ön bilgilerini değerlendirmeye, var olan eksiklikleri yapılan bu çalışma yaprağının uygulanması ile gidermeye çalıştığı gözlenmiştir. Tablo 45’de yer alan derin kategorisindeki tahminlerin ise ağırlıklı olarak alan bilgisi bölümünde tam puan alınmayan 1, 2, 4, 5, 6 ve 8. sorular ile tam puan alınan 11 ve 15. sorular olduğu görülmektedir. Bu sorularla ilgili adayın öğrencilerin ön bilgileri ile ilgili yapmış olduğu tahminler aşağıdaki alıntılarla örneklendirilmiştir.

“Evlerindeki lambaların yanış şekillerini” (A₁-U₂-S.1, PAB Testi)

“Artı yükler hareket etmez bilgisi” (A₁-U₃-S.5, PAB Testi)

“ Devrede akımın akması için devrenin kapalı olması gerektiğini” (A₁-U₄-S.8, PAB Testi)

“ Ohm yasası ve voltmetrenin bağlanması” (A₁-U₄-S.15, PAB Testi)

11. soruda ilk uygulamada yapılan içeriğe-özel kategorisindeki “ Direncin boyunun artmasının, direnci artıracığını biliyordur” tahmininin ikinci uygulamadan sonra derin kategorisindeki “ Alan hesabı yapabilme” tahminine dönüştüğü belirlenmiştir. A₁ adayının ilk uygulamada yaptığı derin kategorisindeki tahminlerin ikinci uygulamada azaldığı, manyetizma konusu ile ilgili sorularda ise tahminde bulunulmadığı görülmektedir. 2. soruda yapılan “Aynı yüklerin birbirini itmesi, farklıların çekmesi, elektronların hareket edebilmeleri, metallerin iletken oldukları” tahmini ile 4. sorudaki “El fenerinin çalışması ile evlerdeki lambaların yanması hakkında önbilgileri olabilir” tahmininin tüm uygulamalarda derin kategorisinde olduğu ve uygulamalara göre değişmediği görülmektedir.

Tablo 46. A₃ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

Soru No	A ₃			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Derin	İçeriğe-özel	Tahminsiz(A.B.V)	İçeriğe-özel
2	Derin	Derin	Derin	Derin
3	Derin	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
4	Derin	Derin	Genel	Tahminsiz (A.B.V)
5	Derin	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Derin
6	Yüzeysel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
8	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
9	Derin	İçeriğe-özel	Tahminsiz(A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
10	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
11	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
12	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel

Tablo 46'ya göre A₃ adayının PAB testindeki tahminlerinin içeriğe-özel kategorisinde yoğunlaştığı, derin kategorisindeki tahminlerin ilk uygulamadan sonra azaldığı görülmektedir. İlk uygulamada tahminsiz kategorisinde soru bulunmazken, ikinci uygulamadan sonra tahminde bulunulmayan soruların olduğu göze çarpmaktadır. Derin kategorisinde tahminde bulunulan soruların ağırlıklı olarak alan bilgisinden tam puan alınmayan 1, 2, 3, 4 ve 5. sorular ile tam puan alınan 7 ve 11. sorular olduğu görülmektedir. Bu sorulara ilişkin adayın yapmış olduğu bazı tahminler aşağıda verilmiştir.

“Cep telefonunun şarj aletini incelediğinde görebileceklerini” (A₃-U₁-S.1, PAB Testi)

“ Akım ve manyetik alanı duymuş olabilirler, açılı ve sinüsü biliyorlardır” (A₃-U₁-S.3, PAB Testi)

“ Basit bir devreyi ve devre elemanlarını bilebilirler” (A₃-U₄-S.5, PAB Testi)

Adayın ilk üç uygulamada yedinci soru ile ilgili yaptığı içeriğe-özel kategorisindeki “Uzunluk ve kesit alanını, maddenin cinsini buradan da iletkenlik ve öz iletkenliği” tahminin, son uygulamada derin kategorisindeki “İç direnci ve kısa devreyi biliyordur” tahminine dönüştüğü görülmektedir. Yine 11. soruda adayın ilk uygulamada yaptığı derin

kategorisindeki “uzunluk ve kesit alanını biliyorlardır” tahmini “Özdirenç, uzunluk ve kesit alanını biliyorlardır” şeklindeki içeriğe-özel kategorisine dönüşmüştür. Beşinci soruyla ilgili olarak ilk uygulamada derin kategorisinde yapılan tahmin, ikinci ve üçüncü uygulamalarda tahminsiz kategorisine dönüşürken, öğretmenlik uygulamalarından sonra tekrar derin kategorinde yer almıştır. Adayın tüm uygulamalarda ikinci soruyla ilgili derin kategorisinde “İletkenlerin elektriği ilettiği” tahmini yaptığı belirlenmiştir:

İlk iki uygulamada dördüncü soruda derin kategorisinde yapılan “ ...Doğru akımın herhangi bir adaptörün veya şarj cihazının ürünü olabileceğini” tahmini, sonraki uygulamalarda genel ve tahminsiz kategorisine dönüşmüştür. A₃ adayının tahminde bulunmadığı soruların genellikle 3, 4, 9 ve 12. sorular olduğu ve alan bilgisi kısmını cevaplandırmadığı sorularda da tahmin yürütmediği belirlenmiştir.

Adayın öğretim uygulamaları sırasında hazırladığı ders planlarında, dirençlerin bağlanması konusunda gözden geçirme bölümünde ön bilgiler yer alırken, manyetizma konusu ile ilgili planda ön bilgi ile ilgili herhangi bir bilgi belirtilmemiştir. Adayın dirençlerin bağlanması ile ilgili ders planında yer alan ve ön bilgiyi tespit etmeye yönelik soruları aşağıdaki gibidir:

Devre elemanları nelerdir?

Direnç, akım ve gerilim arasındaki ilişkiyi veren formül nedir?

Evlerimizdeki elektrik şebekesinin nasıl bağlanmış olduğunu tartışınız (Böylelikle yeni konu ile ilgili olarak ön bilgiler yakalanmış olur) (A₃, Ders Planı)

Öğretim uygulamaları sırasında ise dersin başında devrelerin seri ve paralel bağlanması ve mıknatıslar ile ilgili ön bilgiler yoklanmıştır (5–6; 117–118; 552–553; 557):

(5)A₃:Yani nasıl bağlanabilir? Bilginiz varsa, bilmiyorsanız da en azından düşünmeye çalışın,

(6)alt bilgilerinizi yoklayın.

...

(117)A₃:Şimdi seri devrelerimize biraz daha ayrıntılı bakalım. Bana seri devrenin özelliklerini

(118)tanımlayabilecek olan var mı?

...

(552)A₃: Hemen mıknatıs konusuna, tekrar olması açısından geçelim. Mıknatıs nedir?

(553)Cevaplamak isteyen var mı? Ve mıknatısın manyetik alanı...

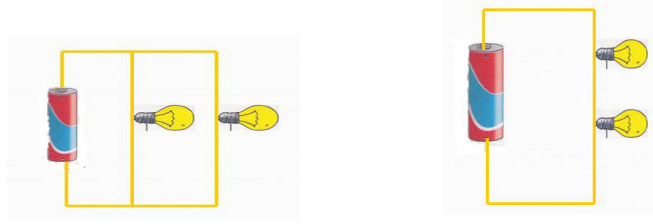
...

(557)Ö: Mıknatısın özellikleri: Demir, kobalt ve nikel çekebilen doğal ve yapay olmak üzere...

Adayın dersin başında konu ile ilgili bilinen ön bilgileri hatırlatma dışında, ders içerisinde de çeşitli konu ve kavramlarla ilgili öğrenci ön bilgilerinin sorguladığı gözlenmiştir (575–584):

- (575)A₃: Bakın Trabzon'da liman var, gerçi burada hurdalık var mı bilmiyorum ama hani çok
 (576)güç gerektiren ya da kuvvet gerektiren... Genelde elektromıknatis deniyor bunlara.
 (577)Ö: Hani kaldıran...
 (578)A₃: Evet kaldıran, ona ne deniyor?
 (579)Ö: Kaldıraç.
 (580)A₃: Kaldıraç? Hayır.
 (581)Ö: Vinç.
 (582)A₃: Vinç. Evet. Elektromıknatis vinçler olarak geçiyor. Tamam. Bu da aklınızda bulunsun.
 (583)Yani limanlarda veya hurdalıklarda çok büyük kuvvet gerektiren işleri yapmamızda
 (584)kullanıyoruz.

Aday, öğrencilerin seri ve paralel bağlı devrelerde parlaklıklar ile ilgili ön bilgilerini yoklamak amacıyla hazırladığı iki farklı devreyi öğrencilerden karşılaştırmalarını istemiştir. Ancak aşağıda gösterilen iki farklı devredeki pillerin boyutlarının farklı olduğuna dikkati çeken bazı öğrencilerin bu durumu hesaba katıp katmayacaklarını sordukları anda adayın açıklaması aşağıdaki gibi olmuştur (287–301):

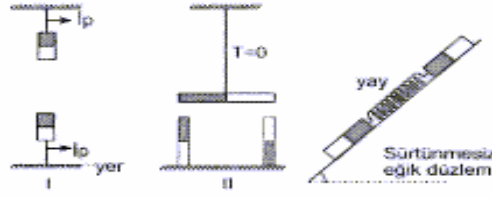


Şekil 26. A₃ adayının önbilgiyi değerlendirmek için kullandığı elektrik devreleri

- (287)A₃: Şimdi parlaklığa geçelim.
 (288)Ö: Paralel daha parlak.
 (289)A₃: Evet. Hangisinde daha fazladır ve neden? Bakın
 (290)Sınıf: Uğultu.
 (291)Ö: Pillerin biri büyük biri küçük. Hocam, üreteçler eşit mi?
 (294)Ö: Paralelde daha parlak çünkü oradan geçen akımlar seriye göre daha büyük olduğu için
 (295)mi acaba?
 (296)Ö: Bence hocam bence voltlar eşit hocam. Hani dedik ya.
 (297)A₃: Evet, voltlar eşit.
 (299)Ö: Pillerin kesit alanları farklı olduğu için hani şey...
 (300)A₃: Çok güzel. Aslında biz normalde, hayır, eşdeğer değerleri almamız gerekiyor ama bu
 (301)bir ayrıntıydı. Arkadaşınız gördü.

Adayın manyetizma konusu ile ilgili dersin planında ve işlenişinde seçtiği değerlendirme sorularının, öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alan sorular olmadığı belirlenmiştir. Aşağıda gösterilen soruda olduğu gibi farklı şekil ve konumlarda bulunan mıknatısların hangilerinin serbest bırakıldıklarında buldukları konumda kalacağını sorulduğu soruda, III. şekli anlamakta zorlanan öğrencilerin, yaylarda potansiyel ve kinetik enerji ve enerjinin korunumu yasasını bilmeleri gerektiği hesaba katılmamıştır.

3.



Şekilde mıknatıslarla kurulan I, II ve III sistemlerinden hangileri serbest bırakıldığında verilen konumda dengede kalabilir?
(Mıknatıslar özdeştir.)

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Şekil 27. A₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem

Bu soru ile ilgili bir öğrencinin özellikle III. şekli yorumlamakta zorluk çektiği ve adayla arasında aşağıdaki diyalogun geçtiği gözlenmiştir (775–783):

(775)Ö: Hocam, ben bir tek üçü anlamadım. Niye bilmiyorum.

(776)A₃: Üç. Güzel. Bunları mıknatıs olarak düşünelim, arada bir yay var, bunlar birbirini (777)itecek. Ama yay bunları çekmeye çalışacak, çünkü aradaki yay gerilecek, ne olacak, (778)gerildiği için o da kendisini büzmeye çalışacak, aynı zamanda sürtünmesiz eğik düzlemde (779)bunlar zaten aşağıya kayacak.

(780)Ö: Tamam, anladım.

(781)Ö: Hocam şimdi dediniz ya hani, 3'te yayın kalınlığına da bağlı değil mi?

(782)A₃: Tabi ki. Ama burada mühim olan, orada yayın küçük bile olsa, çekme ve (783)gerilme kuvveti uygulayacağı.

Burada A₃ adayın öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almadan bu soruyu seçtiği düşünülebilir.

Tablo 47. A₄ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

Soru No	A ₄			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
2	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)
3	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
4	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
5	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
6	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
7	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
9	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
10	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
11	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Derin
12	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
14	Derin	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel

A₄ adayının genel ve yüzeysel kategorilerinde tahmin yapmadığı, yoğunluğun içeriğe-özel kategorisinde olduğu görülmektedir. İlk uygulamadaki tahminsiz cevap sayısı üçüncü uygulamaya doğru artış göstermiş, son uygulamada düşüş göstermesine rağmen ilk uygulamaya göre yoğunluğun sonraki uygulamalarda azalması, tahminsiz kategorinde artışa neden olmuştur. Derin kategorisinde yapılan az sayıdaki tahminlerde uygulamalar arası önemli bir değişim olmamıştır. Derin kategorisinde tahminde bulunduğu soruların ise 1, 11 ve 14. sorular olduğu görülmektedir.

“ Devreyi ve üreteçleri biliyorlardır” (A₄-U₂-S.1, PAB Testi)

“Cinsine bağlı olduğunu bilirler” (A₄-U₄-S.11, PAB Testi)

“ Akım geçmeyen lambanın yanmayacağını biliyorlardır” (A₄-U₁-S.14, PAB Testi)

Adayın ders planlarında, öğrencilerin ön bilgilerini belirlemeye veya sorgulamaya yönelik herhangi bir bilginin olmadığı belirlenmiştir. Öğretim sırasında ise adayın yeni verilecek olan kavramların açıklanmasına veya öğretimine başlanmadan önce bir önceki derste öğrencilerin neler öğrendiklerini irdelediği gözlenmiştir. Aday, anlattığı ders sonrasında yapılan görüşmede işlediği konuya ilişkin kavramların öğrenciler tarafından

bilindiğini “Öğrencilerin bu konuları daha önce bildiklerini düşünüyordum...” şeklinde ifade etmiştir.

PAB testine göre, aday öğrencilerin ön bilgileri hakkında derin kategorisinde fazla tahminde bulunmamış olsa dahi öğretmenlik uygulamaları sırasında konu ile ilgili ön bilgileri sıkça tekrar ettiği ve sorguladığı gözlenmiştir (4–18):

- (4)A₄: Peki, geçen ders herhalde elektrik ve manyetizma konusuna giriş yaptınız. Peki, neler
 (5)öğrendiniz?
 (6)Ö: Hiç bir şey.
 (7)A₄: Devrelerde mesela nereye geldiniz?
 (8)Ö: Seri bağlama.
 (9)A₄: Peki arkadaşlar ben size bir soru sorsam mesela elektrik akımı konusunda ne
 (10)düşünüyorsunuz? Elektrik akımı nedir nasıl oluşur? Evet arkadaşlar. Biraz sessizlik. Evet.
 (11)Ö: Artı ve eksi kutuplar var. Orda eksi artıyı çektiği için bir akım oluşur. Çünkü
 (12)elektronlar hareketlidir.
 (13)A₄: Elektronlar hareket eder. Yani elektronların hareketine elektrik akım diyebilirim
 (14)diyorsun. Güzel. Başka eklemek isteyen? Evet, arkadaşlar elektrik akımı elektronların
 (15)hareketinden kaynaklanan fiziksel bir olaydır. Peki, elektronlar hareket ederken sizce eksi
 (16)kutuptan artı kutba mı, yoksa artı kutuptan eksi kutba mı hareket eder?
 (17)Ö: Artıdan eksiye
 (18)Ö: Hayır eksiden artıya

Öğretmen adayının gözlemlenen ikinci dersinde de benzer şekilde bir önceki derste yaptığı gibi öğrencilerin önceki öğrenmelerini sorguladığı gözlenmiştir. Ders planları ve PAB testinde, adayın öğrenci önbilgisi hakkında hiçbir şey belirtmediği, bununla beraber öğretim uygulamaları sırasında, önbilgilerin tekrar edilmesine ve hatırlatılmasına özen gösterdiği gözlenmiştir.

Tablo 48. A₅ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

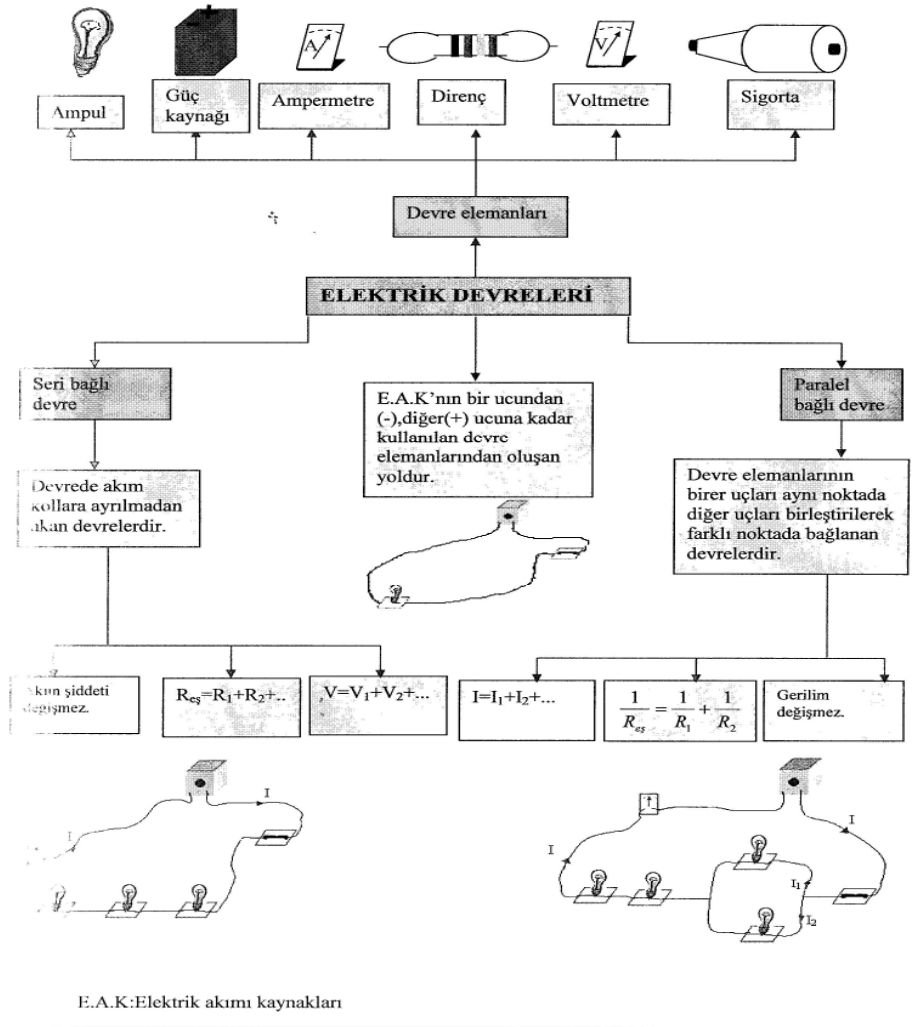
Soru No	A ₅			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Derin	Derin
2	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
3	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
4	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
5	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
6	İçeriğe-özel (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Derin	Derin
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
8	İçeriğe-özel*	Derin	Derin	Derin
9	İçeriğe-özel*	Yüzeysel	Derin	Derin
10	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
11	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
12	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
13	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin

Tablo 48'e göre, A₅ adayının PAB testinde ilk uygulamadaki tüm tahminlerinin içeriğe-özel kategorisinde olduğu, ikinci uygulamada ise yüzeysel, derin ve içeriğe-özel kategorilerine dağıldığı görülmektedir. Üçüncü ve dördüncü uygulamalarda ise tahminlerin içeriğe-özel ve derin kategorilerinde olduğu, üçüncü uygulamada derin kategorisindeki tahmin sayısının içeriğe-özel kategorisindeki tahmin sayısından daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Yüzeysel kategorisindeki tahminler ise ikinci uygulamada bulunmaktadır.

Adayın ilk iki uygulamada içeriğe-özel ve yüzeysel tahminleri, üçüncü ve dördüncü uygulamalarda derin kategorisine dönüşmüştür. Derin kategorisinde yapılan tahminlerin çoğu soruyu kapsadığı görülmektedir. Adayın yaptığı derin kategorisindeki tahminlerin farklı sorular için de benzerlik gösterdiği, konuyla ilgili daha önce öğrenilmiş olma ihtimali olan en temel kavramları (“Doğru akımı biliyordur”, “Elektron ve akımı”, “Potansiyel fark, voltmetre”, “akım ve kuvveti” vb.) ifade ettiği belirlenmiştir:

Adayın, öğretmenlik uygulamaları sırasında hazırladığı ders planlarında, öğrenci ön bilgilerini tespit etmek amacıyla öğrencilere soru sorulmasının ve kavram haritasının uygulanmasının planladığı tespit edilmiştir. Ancak öğretmenlik uygulamaları sırasında

adayın aşağıda yer alan kavram haritasını kullanmadığı, öğrencilerin önbilgilerini belirlemek amacıyla sorular sorulduğu gözlenmiştir.



Şekil 28. A₅ adayının önbilgiyi değerlendirmek amacıyla hazırladığı çalışma yaprağı

Öğretim sırasında, bir önceki derste görülen basit bir elektrik devresinin elemanlarının neler olduğu öğrencilere sorularak, önbilgiler belirlenmeye çalışılmıştır (1–3; 6–7; 9–12; 106–115; 118–123):

- (1)A₅: Konumuz elektrik. Ben geçmişe yönelik bir hatırlatma yapalım istiyorum. Ne
 (2)biliyoruz elektrikle ilgili?
 (3)Ö: Elektrik teknolojide faydalı.
 ...
 (6)A₅: Devre elemanlarını söyleyelim.
 (7)Ö: Direnç, anahtar, üreteç...
 ...

- (9)A₅: Devre elemanlarından direnç dedik. Nasıl tanımlarız?
 (10)Ö: Bağlı olduklarını söylesek?
 (11)A₅: Tamam bağlı olduklarını söyleyin.
 (12)Ö: Kesit...
 ...
 (106)A₅: Arkadaşlar aranızda elektrik akımını tanımlayabilecek olanınız var mı? Elektrik akımı
 (107) nedir?
 (108)Sınıf: [Sessizlik...]
 (109)A₅: Arkadaşlar, elektrik akımı çok basit...
 (110)Ö: Artı eksi kutuptan gidip gelmesi gibi bir şey mi?
 (111)A₅: Daha farklı bir şeyler söylerseniz
 (112)Ö: Ya bir şey söyleyeceğim ama
 (113)A₅: Tabi
 (114)Ö: Elektrik akımı olması için iki nokta arasında potansiyel farkın olması
 (115) gerekmektedir. Bunu biliyorum.
 ...
 (118)A₅: Hocanız Ohm yasasına geçtim demişti pekâlâ isterseniz oraya geçelim peki Ohm
 (119)yasasını tanımlayacak olan var mı aranızda. Bakın deftere yazmışsınız ne güzel.
 (120)Defterdekini okuyabilirsiniz elbette.
 (121)Ö: Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın akım şiddetine oranıdır. Sabit
 (122)direnç vardır.
 (123)A₅: Sabit direnç vardır. Evet, çok güzel...

PAB testinde yer alan derin kategorisindeki tahminler ve öğretim ile ilgili yapılan planlar, adayın öğrencilerin ön bilgilerini ortaya çıkarmayı amaçladığını göstermektedir. Ancak adayın sınıf içi uygulamalarında, planlarını yeterince gerçekleştiremediği gözlenmiştir. Çünkü öğretmenlik uygulamaları sırasında, adayın, öğrencilerin yeterli ön bilgiye sahip olduklarını kabul ederek öğretimini sürdürdüğü gözlenmiştir. Bu nedenle öğretim sonrasında, seçilen problemlerin öğrencilere zor geldiği ve bir takım problemler yaşadıkları gözlenmiştir. Bu zorluklar, öğrenci zorlukları bölümünde yer almaktadır.

Tablo 49. A₆ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

Soru No	A ₆			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
2	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
3	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
4	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)
5	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
6	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
7	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
8	Derin	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
9	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
10	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
11	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
12	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Tahminsiz (A.B.V)

A₆ adayının PAB testinde tahminsiz kategorisinde olan soru sayısı ilk uygulamadan son uygulamaya doğru artış göstermiştir. İlk uygulamada ağırlıklı olarak görülen içeriğe-özel kategorisindeki cevap sayısı son uygulamaya doğru azalma göstermektedir. Derin kategorisindeki en fazla tahmin ise üçüncü uygulamada yapılmıştır. Genel ve yüzeysel kategorilerinde tahminde bulunmayan aday, alan bilgisini cevaplandırmadığı sorular için öğrenci ön bilgisi hakkında tahminde bulunmamıştır. Adayın derin kategorisinde yaptığı tahminlerin 1, 7, 8, 11, 13, 14 ve 15. sorular olduğu görülmektedir. Aday, birinci soruyla ilgili olarak “Ohm yasası ve eşdeğer direnç hesaplamayı bilirler”, yedinci soruyla ilgili olarak ise “Ohm yasası ve seri ve paralel bağlı dirençler arasındaki farklar” tahminlerini yapmıştır. Diğer sorularda öğrenci ön bilgilerine ilişkin tahminleri aşağıdaki alıntılarda gösterilmektedir.

“Akım direnç ve potansiyel farkın tanımını biliyordur” (A₆-U₁-S.8, PAB Testi)

“İletken kesitini hesaplamayı” (A₆-U₃-S.11, PAB Testi)

“Potansiyel fark ölçümü yapabilmeyi” (A₆-U₃-S.15, PAB Testi)

Adayın 13. soruyla ilgili ikinci uygulamada içeriğe-özel kategorisindeki “ Parlaklık neye bağlıdır? Seri ve paralel bağlı devrelerde hangi özellikler aynıdır?” tahmini üçüncü uygulamada “Ohm yasasını kullanmayı, seri ve paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç hesaplamayı” şeklindeki derin kategorisindeki tahmine dönüşmüştür.

Tüm uygulamalarda, tahminde bulunulmayan soruların ise manyetik alanla ilgili olan 3, 6 ve 12 ve alternatif akımla ilgili olan 4. sorular olduğu belirlenmiştir. Adayın öğretim uygulamaları sırasında hazırladığı ders planında, öğrenci ön bilgisini belirlemeye yönelik herhangi bir bilgi veya uygulama yer almamaktadır. Benzer şekilde A₆ adayının öğretimi sırasında öğrenci ön bilgilerini sorgulayan herhangi bir uygulaması gözlemlenmemiştir.

Tablo 50. A₇ adayının öğrenci ön bilgileri bilgisi

Soru No	A ₇			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Derin	Derin	Derin	İçeriğe-özel
2	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
3	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
4	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
5	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
6	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)
7	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
8	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
9	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
10	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
11	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
12	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
14	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
15	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel

A₇ adayının PAB testine göre tahminlerinin çoğunun içeriğe-özel ve tahminsiz kategorilerinde yoğunlaştığı, derin kategorisinde ise çok az tahminde bulunduğu görülmektedir. Derin kategorisindeki tahminlerin ilk üç uygulamada 1 ve 2. sorularda olduğu görülmektedir. Adayın birinci soru ile ilgili derin kategorisindeki tahminlerinden biri “Evde yanan lambaların ışık verdiğini” şeklindedir. İkinci soruda ilk uygulamada

yapılan içeriğe-özel kategorisindeki “Elektronların nasıl hareket ederek elektrik akımını oluşturduğunu bildiklerini tahmin ediyorum” tahminin üçüncü uygulamada derin kategorisindeki “Proton, elektron ve iletken tel içerisinde akım taşıdığını bildiklerini tahmin ediyorum” şeklinde değişmiştir.

Aday, öğretim uygulamaları sırasında, potansiyel fark kavramını açıklarken kullandığı benzetimde öğrencilerin basınç kavramını daha önce bildiklerini ifade etmiştir. İçinde farklı seviyelerde su olan ve birine bağlı iki farklı kaptan, basınç nedeniyle suyun bu seviyelerde kalamayacağını açıklamıştır. Benzetim sırasında bu ön bilgi kullanılarak potansiyel fark kavramı açıklanmaya çalışılmıştır (307–308; 328–329).

(307) Bir tarafta çok su var yüksek boru, diğer tarafta. Bakınca gördünüz
(308) herhalde. İlköğretimde gördünüz herhalde değil mi?

...

(328) A₇: Basıncı biliyoruz dediniz, yüksek olandan az olana doğru bir su akışı olacak.
(329) En sonunda ne olacak?

Aday ders öncesinde ve içerisinde de belirli zamanlarda öğrencilerin ön bilgilerini sorular aracılığıyla belirlemeye çalışmıştır (1–13; 602;1178–1180; 717–718):

(1) A₇: Elektrik devresinde neler vardı? Kim söylemek ister? Başta onları hatırlayalım.
Mesela?

(2) Ö: Ampul

(3) A₇: Ampul vardı. Başka bir tane.

(4) Ö: Pil.

(5) A₇: Pil vardı.

...

(13) A₇: Voltmetre var. Güzel, her şeyi biliyorsunuz, bugün anlatacağım şeyleri.

(602) A₇: Ters orantı ne demek? Doğru orantı ne demek?

...

(1178) A₇: Dirençlerin bağlanması, başlık atın. Kaç tür bağlanma işittik şimdiye kadar.

(1179) Ortaokulda gördünüz değil mi hatırlıyorsunuz.

(1180) Ö: Seri ve paralel.

...

(717) A₇: Bir iletkenin nasıl bir şekli var? Silindir değil mi? Kesit kalınlığı demek kesit alanı

(718) nedir? Dairedir.

Adayın alan bilgisi bölümünü cevaplandırmadığı sorularda ön bilgi ile ilgili tahmin yapmadığı, ders planlarında ön bilginin yoklanması ile ilgili bilgilerin dersin başında yer alacak olan gözden geçirme bölümünde bulunduğu belirlenmiştir. Gözden geçirme bölümünde, daha önceki derslerde görülen kavram ve konular hakkında soruların sorulmasını planlamış olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 51. Öğretmenlerin Öğrenici Önbilgileri Bilgisi

Soru No	ÖĞRETMENLER					
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
1	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
2	Derin	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin
3	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
4	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
5	Derin	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin	Derin
6	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Derin
7	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Derin
8	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin
9	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
10	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
11	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
12	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
13	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin
14	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
15	Derin	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin	Derin

Öğretmenlerin tahminlerinin ağırlıklı olarak içeriğe-özel ve derin kategorisinde olduğu görülmektedir. Genel ve yüzeysel kategorisinde cevap veren öğretmen ise bulunmamaktadır. Derin kategorisinde en fazla tahminde bulunan öğretmenlerin sırasıyla Ö₆, Ö₁, Ö₂ ve Ö₅ olduğu görülmektedir.

Ö₁ öğretmenin, öğrenci önbilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin ikinci soruya ilişkin öğrenci önbilgisi hakkında derin kategorisindeki tahmini “Akım, birim yüzeyden geçen yük miktarıdır” iken, dördüncü soruya ilişkin tahmini “İndüksiyon akımı ve manyetik akı” şeklindedir. Sekizinci, dokuzuncu ve 13. sorular için derin kategorisinde benzer tahminler yürüten öğretmen, öğrencilerin bu sorulardaki önbilgilerinin “Ohm yasası ve eşdeğer direnç hesaplamayı bilirler” olduğunu ifade etmiştir. Öğretmenin beşinci sorudaki derin tahmini ise öğrencilerin “sadece elektrik akımının yönünü bildikleri” şeklindedir. Öğretmen, PAB testindeki içeriğe özel kategorilerinde yedinci soruda “akımın devre kollarındaki dağılımı ve gerilimin seri ve paralel kollar için değerinin neler olduğu”, 10. soruda “devredeki akımı bulmak için Ohm yasasını, parlaklık için güç bağıntısını” ve 14.

soruda “seri bağılı dirençlerin herhangi birisine paralel başka bir direnç bağlanırsa eşdeğer direnç azalır” tahminlerinde bulunmuştur.

Ö₁ öğretmenin öğretim uygulamaları sırasında öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirmeye yönelik herhangi bir uygulama yapmadığı gözlenmiştir. Yapılan deneyler sırasında bazı öğrencilerin duy ve ampul arasındaki farkı bilmedikleri ve öğretmenin öğrencilere bunlarla ilgili açıklamalarda bulunduğu belirlenmiştir (36–44):

- (36)S: bunun bizimkiyle alakası yok
 (37)Ö₁: Ampul var mı burada ampul?
 (38)S: Var
 (39)Ö₁: Ampülü nereye taktınız? Belki duy odur.
 (40)S: O zaman iki tane mi kullanacağız.
 (41)S: Onun yanması gerekmiyor mu?
 (42)Ö₁: Bak bu ampülü buradan çıkartırsınız. Bu nedir?
 (43)Ö₁: Bak bu ampul bu ne?
 (44)S: Duylu ampul.

Ö₁ öğretmeni PAB testinde her soruda öğrenci ön bilgilerine ilişkin tahminlerde bulunmasına rağmen, ders sırasında öğrenci ön bilgilerini özellikle sorgulamadığı, ancak öğrencilerden geçmiş konularla ilgili gelen sorular olduğunda açıklamalarda bulunduğu gözlenmiştir.

Ö₂ öğretmenin, öğrenci ön bilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin birinci soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “Evlerde kullanılan elektrikli aletlerle ilgili genel bilgiye ve iletkenlikte bakır tel, demir tel arasındaki farklılık hakkında bilgi sahibi olabilirler” iken, dördüncü soruya ilişkin tahmini “Pillerin meydana getirdiği akımla şebeke cereyanının aynı olmadığını” şeklindedir. Öğretmen, dokuzuncu soru için “Sıcaklıkla telin genleştiğini elektrik tellerinin yazın sarktığını” ve 12. soru için “İletken telden akım geçirildiğinde, yaklaştırılan pusulada sapmanın olacağını” derin kategorisinde tahminde bulunurken, beşinci soruda “Elektrik akımının yönünün + uçtan – uca olduğunu” tahmininde bulunmuştur. Ö₂ öğretmeni, PAB testindeki içeriğe özel kategorilerinde ise ikinci soruda “akımın çok hızlı gerçekleştiğini”, 13. soruda “potansiyel sabit olması halinde seri bağılı dirençlerde akımın azaldığını” tahminlerinde bulunmuştur.

Ö₂ öğretmenin öğretimi sırasında ders kitabında yer alan, potansiyel fark kavramını açıklamaya yönelik içi sıvı dolu ve birbirine bağılı iki kaptaki sıvıların eşitlenmesi ile ilgili benzetimi kullanırken, öğrencilerin önceki bilgilerini irdelediği belirlenmiştir (100–105):

- (100)Ö₂: Eşitlenir. Nasıl olur?
 (101)Ö: Çok olandan az olana doğru.
 (102)Ö₂: Üstü açık olduğundan burada hava basıncı var burada da bir hava basıncı var.
 (103)Suyun bir potansiyel enerjisi var değil mi? Bu ne yapar buradaki fark kadar
 (104)yüksekliği kadar bir farkı var. Ne zamana kadar bu akış devam eder?
 (105)Ö: Eşitleninceye kadar.

Sadece önceki konulara ait ön bilgileri değil, ders içerisinde verilmiş olanları da kullanan öğretmen, kavramları ve konuları bağlantılı olarak sunmaktadır (126–132; 228–233):

- (126)Ö₂: Nasıl ki bir depodan su geçiyor değirmenin çarkını döndürüyorsa aynı şekilde bu
 (127)üreteç burada bir lamba olabilir pervane olabilir ne yapıyor pervaneyi aynı şekilde
 (128)döndürüyor. Ama burada elektrik akımın sağlayan su gibi bir şey değil orda olan şu:
 (129)şimdi bu pillerde şöyle bir özellik var. Pillerin uçları arasındaki potansiyel fark. Depodaki
 (130)suyu boşaltmak için potansiyel enerjiye ihtiyacım var pillerde de uçları arasında
 (131)potansiyel farkı var nasıl ki bu depolarımızda bir potansiyel fark var suyun akışının
 (132)eşitleninceye kadar devam etmesi için.
 ...
 (228)Yani oradaki enerji elektrik enerjisi neye dönüşmüş oluyor hareket enerjine. Sonuçta
 (229)bir enerji dönüşümü oluyor. Lambada ne oluyor?
 (230)Ö: Isı ve ışık.
 (231)Ö₂: Isı ve ışık enerjisine dönüşüyor. Bir enerji dönüşümü olmuş oluyor tamam mı?
 (232)Değirmendeki aynı şekilde o suyun hareketi neye dönüşmüş oluyor?
 (233)Ö: Hareket enerjisine.

Ö₂ öğretmeni, PAB testinde bütün sorulara ilişkin öğrenci önbilgileri ile ilgili tahminlerde bulunmuş ve uygulamalarında da öğrencilerin ön bilgilerini açığa çıkartacak şekilde yeni konu veya kavramları açıkladığı gözlenmiştir.

Ö₃ öğretmenin, öğrenci önbilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin içeriğe-özel kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin ikinci soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “Katı, sıvı ve gazlarda elektrik akımının iletiminde iyon ve serbest elektronların fonksiyonu olduğunu” iken, beşinci soruya ilişkin tahmini “Elektrik alan, yük hareketi ve elektriksel kuvvet” şeklindedir. Ö₃ öğretmeni, PAB testindeki içeriğe özel kategorilerinde ise sekizinci soruda “devre elemanlarının devrenin potansiyelinden nasıl yararlandığı”, 10. soruda “sıcaklık sabit kalmak şartıyla eşdeğer dirence göre devre akımının nasıl değiştiği” tahminlerinde bulunmuştur.

PAB testinde derin kategorisinde en az tahminde bulunan Ö₃ öğretmenin, içeriğe-özel kategorisinde en fazla tahmini yapan öğretmen olduğu görülmektedir. Ancak öğretmenin öğretim uygulamaları sırasında, dersin başında öğrencilerin konuyla ilgili daha önceden neler bildiklerini belirlemek amacıyla sorular sorduğu gözlenmiştir:

Ö₃: Çocuklar dirençleri nasıl seri ve paralel bağlayacağız? Bu bağlamaların avantajlarına yanıt bulacağız. Seri bağlamayı daha önce yedinci sınıfta gördünüz. Ne hatırlıyorsunuz?

Ö: Bir kablo üzerinde şey...

Ö₃: Akım kollara ayrılmıyorsa seriye örnektir.

Ö: Elektrik devresinde ampuller yan yana ise...

...

Ö₃: Evet çocuklar sessiz olun. Geçen ders elektrik ve manyetizma konuna başlamıştık. Elektrik akımını tarif etmiştik. Basit bir devre için gerekli olan malzemeleri söylemiştik...

Yine seri bağlı devrelerin özelliklerinin açıklanmasından önce, yayların bağlanma şekilleri hatırlatılarak bir öğrenciden iki yayı seri olarak bağlaması istenmiştir:

Ö₃: Yayların bağlanması vardı.

Ö: Evet, seri ve paralel.

Ö₃: 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 gençler.

Ö₃ öğretmenin PAB testinde belirttiği tahminlerin çoğunlukla içeriğe-özel kategorisinde olduğu belirlenmiş ve öğretim uygulamalarında ise daha önce öğrettiklerini yeni öğretilen konu veya kavramları açıklamada kullandığı gözlenmiştir.

Ö₄ öğretmenin, öğrenci önbilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin içeriğe-özel, derin ve tahminsiz kategorilerinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin 10. soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “Akım arttıkça parlaklığın arttığını biliyordur” iken, 14. soruya ilişkin tahmini “Eşdeğer direnç, gerilim ve akımı biliyordur” şeklindedir. Ö₄ öğretmeni, PAB testindeki içeriğe özel kategorilerinde ise dördüncü soruda “doğru akım ile ilgili önbilgileri oluyor”, ve 12. soruda “sağ el kuralını biliyorlar” tahminlerinde bulunmuştur. Öğretmenin içeriğe-özel ve derin kategorileri dışında tahminsiz kategorisinde de tahminde bulunduğu görülmektedir. Bu kategoride, sorunun cevapsız bırakılmasının yanında “genelde bu konuyu biliyorlar” şeklinde tahminleri de yer almaktadır.

Ö₄ öğretmenin lambalar ile ilgili ders planında, öğretme ve öğrenme etkinlikleri çerçevesinde, öğrencilerin yanlış önbilgileri olup olmadığını tespit edip düzeltmeyi amaçladığı belirlenmiştir:

Öğrenme-öğretmen etkinlikleri: Lambalarda güç kavramından bahsedilecek. Güç kavramından yararlanılarak öğrencilere sorular çözdürülecek. Öğrencilerin yanlış önbilgileri olup olmadığı tespit edilip düzeltilecek. (Ö₄, Ders Planı)

Elektrik akımı ile ilgili ders esnasında öğrencilerden birinin kavram yanılığını içeren bir sorusu üzerine öğretmen öğrencilere “geçmiş bilgilerinizde sıkıntılar var” diyerek kavram yanılığını gidermek için açıklamalarda bulunmuştur.

Ö₄: Voltmetreyi seri bağlarsam ne olacak?

Ö: Olmaz

Ö₄: Niye olmaz

Ö: Voltmetre iki nokta arasındaki farkı ölçer

Ö: Direnç farkını ölçer. Elektrik akımı direnç kaybedecek

Ö₄: Akım azalacak mı demek itiyorsun?

Ö: Evet

Ö₄: Geçmiş bilgilerinizde sıkıntı var. Şimdi su pompası pil olsun, iletken teller de hortumlar. Su hortumdan akarken su miktarında azalma olur mu? Olmaz. Su akımdır. Her yerden geçen akım aynı olacaktır.

Öğretmen her ne kadar öğrencilere geçmiş yıllarda elektrik konusunu gördüklerini ifade etse de, dersin işleniş esnasında kavramları veya konuları en temel haliyle açıklamaya çalışmıştır. Basit bir elektrik devresinde üreteç sembolü çizerek uzun olan çizginin artı, kısa olan çizginin eksi ile gösterildiği açıklanmıştır. Dersin işleniş esnasında öğrencilere sorular sorarak konuyla ilgili neler bildiklerini belirlemeye çalışan öğretmen, eksik olan kısımları kendisi tamamlamıştır.

Ö₄ öğretmeni, PAB testinde tahminsiz olarak sınıflandırılan sorulara ilişkin öğrenci önbilgilerini “soruya ilişkin önbilgilerinin olduğunu düşünmüyorum” şeklinde ifade etmiştir. PAB testine göre ağırlıklı olarak derin ve içeriğe-özel kategorilerinde tahmin yapmış olduğu ve uygulamalarında ise öğrencilerin önbilgilerini de içerecek şekilde öğretimini yürüttüğü belirlenmiştir.

Ö₅ öğretmenin, öğrenci önbilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin içeriğe-özel, derin ve tahminsiz kategorilerinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin birinci soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “Potansiyel fark ve direncin ne olduğunu” iken, 5. soruya ilişkin tahmini “Üreteç ve elektrik akımını” şeklindedir. 10 ve 15. sorularda derin kategorisinde ise “Ohm yasasını” şeklindedir. Ö₅ öğretmeni, PAB testindeki içeriğe özel kategorilerinde dördüncü soruda “doğru akımın ne olduğunu biliyorlardır”, 11. soruda ise “özdirencin, boyun ve kalınlığın direnci nasıl etkilediğini” tahminlerinde bulunmuştur. Öğretmenin içeriğe-özel ve derin kategorileri dışında tahminsiz kategorisinde de tahminde bulunduğu, bu kategoride öğretmenin cevaplarının “herhangi bir şey bildiklerini düşünmüyorum” şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Ö₅ öğretmenin her dersin başında ve ders süresince bir önceki derste veya yıllarda işlenen konu ve kavramların tekrarını yaparak, yeni öğretilecekler ile ilişkilendirmeler yaptığı gözlenmiştir:

Ö₅: Geçen haftanın bir tekrarını yapalım. Bir iletkenin direnci nelere bağlıdır bunu gördük ve demiştik ki öz direnç ve boyla doğru, kesit ile ter orantılıdır. Bir bağıntı yazmıştık.

...

Ö₅: Pusula mıknatıstır. Ama açıkken devreden akım geçmez. Elektronların eksiden artıya, akımın artıdan eksiye olduğunu söyledik. Devreden akım geçtiğinde pusulanın saptığı görülüyor.

...

Ö₅: Akım çevresinde B oluşturur. B'nin yönü önemli. Vektörel büyüklük çünkü. Vektörel büyüklük neydi? Yönlü büyüklük. Vektörel büyüklükleri ve skaler büyüklükleri görmüştük. Sadece birim ve sayı ile tanımlanabilen büyüklükler skaler, birim ve sayıya ilave olarak bir de yöne sahip olan büyüklüklere vektörel büyükler demiştik. Vektörel büyüklüğün başlangıç noktası ve yönü vardır. Bir yöndeki vektörü artı alıyorsak diğer yönü eksi almalıyız. Örneğin bileşke kuvvet hesaplanırken aynı yönde olursa kuvvetler toplanır, zıt yönlü olursa büyükten küçüğü çıkarıyorduk, bileşke kuvvet büyük olan yönündedir.

Yine manyetizma konusu içerisinde önceki konular ile ilişki kurularak ön bilgiler hakkında hatırlatmalar yapılmıştır:

Ö₅: En son derste mıknatıslara giriş yapmıştık. Mıknatısın ne olduğunu söylemiştik. Demir, nikel gibi maddeleri çekme özelliği olan maddelere mıknatıs demiştik. Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker demiştik. Coulomb kuvvetini söylemiştik. $F = k \cdot q_1 \cdot q_2 / d^2$ bağıntısını ifade etmiştik.

Öğretmen ders kitabında bulunmayan ancak Coulomb kuvveti ve kütle çekim

kuvveti ile oldukça benzer olan bir bağıntı vermiştir, $F = \frac{k \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$. Bu bağıntıyı aşağıdaki

gibi açıklamıştır:

Ö₅: Burada k Coulomb sabiti, m_1 ve m_2 kutup şiddeti ve d uzaklıktır. Coulomb kuvveti elektriksel cisimler arasında da mevcuttur. Orda q_1 ve q_2 gelecek. Buna benzer bir bağıntı daha yazmıştık neydi o?

$$\text{Ö: } F = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

Ö₅ öğretmeni yine eşdeğer direncin hesaplanması konusunu açıklarken öğrencilerin ön bilgiden faydalanarak eski konularla yeni konular arasında ilişkilendirme kurarak açıklamalarda bulunmuştur:

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

Manyetik alan vektörleri ile ilgili problemlerin çözümleri esnasında özellikle vektörler ile ilgili pek çok bilgi öğrencilere yeniden açıklanmıştır:

Belirli bir yönde olan manyetik alanı + alırsak diğer tarafa doğru olan manyetik alanı – almalıyız. Böyle farklı yönlerde olan manyetik alanların bileşkesi, şiddeti büyük olan manyetik alan tarafına doğru olur. (Ö₅, Gözlem)

Yukarıdaki alıntılar ve Tablo 51’de de görüldüğü gibi Ö₅ öğretmeni, öğrenci ön bilgilerine ilişkin ağırlıklı olarak derin kategorisinde tahminlerde bulunmuştur. Dört soruda ise öğrencilerin ön bilgileri hakkındaki tahminleri içeriğe-özel kategorisinde olmuştur. Öğretmenin bazı sorularda tahminsiz kategorisinde bulunmasının nedeni, öğrencilerin ilgili sorular hakkında ön bilgisinin olmadığını ifade etmiş olmasıdır. Öğretim uygulamalarında ise öğretmenin, öğrenci ön bilgilerini düzenli olarak tekrar ettiği ve yeni öğretilecek konu ile ilişkilendirdiği gözlenmiştir.

Ö₆ öğretmenin öğrenci ön bilgisi hakkında PAB testinde yaptığı tahminlerin ağırlıklı olarak derin kategorisinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin birinci soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “Elektrik akımının nasıl oluştuğu ve yönü” iken, ikinci soruya ilişkin tahmini “Elektrik akımı nedir? Enerji nedir” şeklindedir. Öğretmen yedinci soru için “Seri ve paralel bağlama” ve 12. soru için “Koordinat sistemi” derin kategorisinde tahminde bulunurken, beşinci soruda “Yük cinsleri ve Coulomb kanunu, potansiyel” tahmininde bulunmuştur. Ö₆ öğretmeni, PAB testindeki içeriğe özel kategorisinde ise üçüncü soruda “manyetik kuvvetin varlığı” tahmininde bulunmuştur.

Ö₆ öğretmeni, derse girişte ve konunun işlenişi esnasında öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirmek amacıyla öğrencilere sorular sorarak bir önceki derste işlenen konuların kısa bir tekrarını yapmış olduğu gözlenmiştir:

Ö₆: Şu elimdeki üreteçte şurası artıdır şurası eksi. Akımın yönü ne tarafa doğrudur.
Ö: Saat yönünün tersi yöndedir.

Ö₆: Evet, saat yönünün tersidir. Peki, elektrik akımı ne tarafa doğru dolanır?

Ö: Eksiden artıya.

Ö₆: Hayır, hemen yanıldınız hâlbuki aynı şeyi sordum. Peki, elektronlar ne tarafa doğru gider.

Ö: Eksiden artıya doğru giderler.

Ö₆: Evet. Özellikle buna dikkat edin. Küçük bir değişiklikte hemen akım diyebilirim, elektrik akımı diyebilirim, akım şiddeti diyebilirim buna dikkat edin. Elektronlar – den + ya tekrarlayalım elektrik akımı artıdan eksiye doğru hareket eder.

Öğretmen ayrıca dersin başında önceki derslerde öğrenilen kavramların neler olduğunun değerlendirilmesi ve hatırlatılması amacıyla öğrencilerin ön bilgilerini yoklamıştır:

Ö₆: Neler yapmıştık bir hatırlayalım. Devre sembollerini yapmıştık. Seri ve paralel bağlı devrelerde devreden üzerinden geçen akımların ne tarafa doğru geçtiğini çizdik akımın ve elektronların yönlerini, akımın ve elektronların yönünü gösterdik hatırlıyor musunuz? Seri bağlı ve paralel bağlı devrelerde kollara ayrıldıkça akımların nasıl dağıldığını gösterdik geçen dersimizde. Şimdi direncin nelere bağlı olduğundan bahsettik hatırladık mı nelere bağlıydı direnç?

Ö: Kesitine bağlı

Ö₆: Herkes bir tane söylesin de o zaman.

Ö: Cinsine, ρ cinsiydi.

Ö: Boyuna, sıcaklığı da var.

Ö₆: Boyuna bağlıydı. $R=\rho/l/A$ dediğimiz bağıntı hariç bir de ortamın sıcaklığına bağlıydı. Ortamın sıcaklığı arttıkça direnç genellikle artar. Akım azalacaktır peki akımla direnç ters olarak değişecektir ne demiştik buna Ohm kanunu demiştik.

Ö₆ öğretmeni, PAB testinde öğrenci önbilgilerine ilişkin ağırlıklı olarak derin kategorisinde tahminlerde bulunmuştur. Uygulamalarında ise, öğrencilere bir önceki derste işlenen konular hakkında sorular sorup eksik olan kısımları tamamlayarak, yeni konuya geçtiği ve yeni konu ile eski öğrenmeleri ilişkilendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcıların öğrenci ön bilgilerine ilişkin bilgileri, PAB testi, ders planları, informal mülakatlar ve gözlemlerden elde edilen veriler analiz edilerek bu kısımda sunulmuştur. PAB testine göre, öğretmen adaylarının öğrenci ön bilgileri bilgisi genellikle içeriğe-özel ve tahminsiz kategorilerinde yoğunlaşmaktadır. Öğretmen adaylarının az sayıda soru için de olsa genel (A_1, A_3) ve yüzeysel (A_1, A_3, A_5) kategorilerinde tahminlerde bulunmuş oldukları tespit edilmiştir. Adayların öğrenci önbilgilerine ilişkin tahminlerinin uygulamalar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılaşma özetle; A_5 adayının derin kategorisindeki tahminleri son uygulamaya doğru artış gösterirken, A_1 ve A_3 adaylarının derin kategorisindeki tahminlerinde azalma olduğu ve A_4 ve A_7 adaylarının bu kategorideki tahminlerinde önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. A_6 adayının ise üçüncü uygulamada tahminde bulunduğu soruların

tamamında derin kategorisinde, diğer uygulamalarda ise içeriğe-özel kategorisinde tahminlerinin yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının öğretim uygulamalarının gözlemlerinden elde edilen veriler, adayların öğrenci ön bilgilerini ders planlarında dikkate alarak irdelediklerini (A₁, A₃ ve A₅) ancak uygulamalarında bunların üzerinde yeterince durmadıklarını göstermektedir. Ders planlarında öğrenci önbilgilerini dikkate alan bu üç öğretmen adayının, PAB testinde en fazla derin kategorisinde tahminde bulunan adaylar olduğu belirlenmiştir. A₄, A₆ ve A₇ adaylarının ise ders planlarında öğrenci önbilgilerini dikkate aldıklarını gösteren veri elde edilememiştir. Öğretmen adaylarının tamamının, bir önceki derste nelerin öğrenildiğini yeni derse giriş aşamasında öğrencilere sorarak kısaca irdeledikleri gözlenmiştir.

Katılımcı öğretmenlerin öğrenci önbilgilerine ilişkin tahminlerinin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu belirlenmiştir. Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerinin, öğrencilerin önbilgilerinin olmadığını düşündükleri bazı sorularda tahminde bulunmadıkları tespit edilmiştir.

Yapılan gözlemlerde, Ö₁ öğretmeni hariç diğer öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerini sık sık sorguladıkları, eksik olan yönlerini tamamlamak üzere açıklamalarda buldukları ve yeni konu öncesi ve öğretimi sırasında öğrencilerin ön bilgileri ile yeni konu arasında ilişki kurdukları gözlenmiştir. Ö₃ öğretmenin PAB testinde öğrenci önbilgilerine ilişkin derin kategorisinde tahminleri en az olmasına rağmen, öğrencilerin önbilgilerini irdeleyen ve yeni öğreteceği konu ile ilişkilendiren uygulamalar yaptığı gözlenmiştir.

Öğretmenlerin hemen hemen bütün sorulara ilişkin öğrenci önbilgileri hakkında tahminde buldukları, öğretmen adaylarının ise bazı sorularda hiç tahminde bulunmayarak öğrenci önbilgileri kısmını boş bıraktıkları belirlenmiştir. Öğretmenler ise önbilgiye ilişkin soruları cevapsız bırakmayıp, ilgili sorular hakkında öğrencilerin önbilgilerinin olmadığını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

3.4.2. Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Öğrenci Zorlukları Bilgisi

Bu bölümde öğrenci zorlukları bilgisi hakkında PAB testinden, gözlemlerden, ders planlarından ve informal mülakatlardan elde edilen bulgular yer almaktadır.

Tablo 52. A₁ adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A ₁			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Diğer	Diğer
2	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin
3	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
4	Derin	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
5	Derin	Derin	Yüzeysel	İçeriğe-özel
6	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	Diğer	Diğer	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)
9	İçeriğe-özel	Genel	Yüzeysel	Genel
10	Derin	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Genel
11	Derin	Genel	Yüzeysel	Genel
12	Genel	Derin	Genel	Tahminsiz (A.B.Y)
13	Derin	İçeriğe-özel	Genel	Genel
14	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Genel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Yüzeysel

Tablo 52’de, PAB testinde öğrenci zorlukları kısmından elde edilen veriler A₁ adayının tahminlerinin ilk iki uygulamada genel, içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaşırken üçüncü ve dördüncü uygulamalarda tüm kategorilere dağılmış olduğu görülmektedir. Derin kategorisindeki tahmin sayısı, son uygulamaya doğru azalmıştır. Tahminsiz ve genel kategorilerinde tüm uygulamalar için düzenli bir artış görülürken, yüzeysel kategorisinde 3. uygulamada artma görülmektedir. Aşağıda adayın bazı sorularda öğrenci güçlüklerine ilişkin tahminleri sunulmaktadır.

Adayın PAB testinde birinci soruya ilişkin diğer kategorisindeki cevabı, “öğrencilerin karşılaşacağı zorluğun telin uzunluğunun parlaklığı etkileyeceği yanılığı” ifadesini kapsamaktadır. İfade edilen bu yanılığın gerçekte sorunu doğru cevabıdır ve bu durum adayın alan bilgisi kısmında sahip olduğu kavram yanılığı olarak belirlenmiştir. Adayın beşinci soruda, ilk iki uygulamada derin kategorisindeki “pozitif yüklerin hareket edebileceklerini düşünebilirler” tahmini, üçüncü uygulamada “soyut kavramları zihninde canlandıramama“ şeklindeki yüzeysel tahmine dönüşmüştür. 10. soruda ilk uygulamada derin kategorisindeki “bir direnç azaltılırken, diğerinin arttığını düşünebilir ve her zaman denge konumu olacağını zanneder“ tahmini, ikinci uygulamada içeriğe-özel

kategorisindeki “voltmetrenin bağlanışını bilmemek veya gerilimi ölçememek” tahminine, üçüncü uygulamada yüzeysel kategorisindeki “işlem yapma yeterlilikleri olmayabilir” tahmini ise son uygulamada genel kategorisindeki “bilgi yetersizliği” tahminine dönüşmüştür. 11. soruda, ilk uygulamada derin kategorisindeki “direnci hep zikzak şeklinde aklında tasarlayan öğrenci silindir şeklini görünce kabloya benzetebilir” tahmini ikinci uygulamada genel kategorisindeki “eksik kavramlar ve eksik bilgi” tahminine, üçüncü uygulamada yüzeysel kategorisindeki “işlem yapma yeterlilikleri olmayabilir” ve son uygulamada genel kategorisindeki “bilgiyi zihinde kullanamama” tahminine dönüşmüştür.

Adayın ders planında, öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına ve bu yanlışların giderilmesi için kullanılacak etkinliklere yer verdiği belirlenmiştir. Bu etkinliklerin bir kısmı açıklama ve benzetimler iken, bir kısmı deneyler şeklindedir. Bilimsel olarak doğru olmamasına rağmen, ders planında belirtilen “elektrik akımının varlığının elektrik, elektrik akımının yokluğunun ise elektriğin olmayışı şeklinde yanlış anlatılmasının neden olacağı” problemlerin giderilmesi için bir boru içerisindeki su benzetimini kullanmayı planlamıştır. Aday, “akımın devreden geçerken tüketildiği” kavram yanlışının giderilmesi için ise, akımın direnç öncesi ve sonrası değerini deneysel ölçümlerle öğrencilere gösterip açıklamayı planlamıştır. Planda belirtilen, akımın devrede veya dirençte tüketildiği kavram yanlışının PAB testinde ifade edilmediği görülmektedir. Ancak ders planında yer alan, kablolarda hareket eden elektrik yüklerinin çok hızlı hareket ettiği kavram yanlışlığı, PAB testinin ikinci sorusundaki tahminler arasında belirtilmiştir. Adayın değerlendirme bölümü için kullanmayı planladığı çoktan seçmeli soruların belirli kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda da görüldüğü gibi, bu soruların seçeneklerinde literatürde belirtilen kavram yanlışlarına yer verilmiştir.

Aşağıda verilenlerden hangileri yanlıştır?

I- Akım, elektrik devre elemanları tarafından tüketilir.

II- Akım, pilin pozitif ve negatif kutbundan çıkıp ampul üzerinde çarpışır.

III- Elektrik akımı pilin pozitif kutbundan çıkıp negatif kutbuna doğru hareket eder.

(A₁, Ders Planı)

Adayın değerlendirme bölümü için hazırladığı bu soruları sınıf içerisinde kullanmadığı gözlenmiştir. Aday, ampermetre ve voltmetrenin bağlanma şekilleri ile akımın yönünün belirlendiği deneylerin tahmin edilenden daha fazla zaman almasından

dolayı değerlendirme sorularını çözemediğini ifade etmiştir. Aday zaman kısıtlılığı ile ilgili görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

...Açıkçası tahmin ettiğim bazı şeyler çok farklı çıktı. Örneğin deneylerin bu kadar zaman alacağını bilmiyordum... (A₁, İnfomal Mülakat)

Zamanın kısıtlı olması adayın, sadece değerlendirme sorularını çözememesine neden olmamış, dersin özetinin yapılamamasına ve verilmesi planlanan ödevlerin verilememesine neden olmuştur. Bu durumlarla ilgili uygulama öğretmenin adaya zamanı daha iyi kullanması bakımından yapmış olduğu öneriler sunum çeşitleri kısmında verilmiştir.

PAB testinde A₁ adayının öğrenci zorlukları ile ilgili tahminleri ilk uygulamada genellikle içeriğe-özel ve derin kategorilerinde iken, son uygulamaya doğru tahminlerin genel, tahminsiz ve içeriğe-özel kategorilerinde yoğunlaştığı görülmektedir. PAB testinde öğrencilerin yanılgılarının olabileceğini ifade ettiği bazı durumlarla ilgili kendisinin de yanılgısının olduğu belirlenmiştir. A₁ adayı ders planlarında öğrenci zorluklarına vurgu yapmış, uygulamalarında bu zorluklara yönelik açıklamalar ve etkinlikler düzenlemiş ancak zamanı iyi yönetemediği için, planlarındaki bazı etkinlikleri gerçekleştiremediği gözlenmiştir.

Tablo 53. A₃ adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A ₃			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	Diğer	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
2	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel
3	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Derin	Tahminsiz(A.B.V)
4	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz(A.B.V)
5	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
6	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
7	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
9	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz(A.B.V)
10	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Derin	Derin
11	Yüzeysel	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
12	Derin	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin

PAB testine göre, A₃ adayının ilk uygulamadaki öğrenci zorluklarına ilişkin tahminleri içeriğe-özel kategorisinde yoğunlaşırken, ikinci uygulamadan sonra çeşitli kategorilere dağılmıştır. Genel kategorisinde tahmin yapmayan adayın, derin kategorisindeki cevap sayısı, son uygulamaya doğru düzenli bir artış göstermiştir. Öğrenci zorlukları ile ilgili tahminde bulunulmayan soru sayısında ilk uygulamadan sonra artış görülmektedir.

Adayın, PAB testinde birinci soruya ilişkin ikinci uygulamadaki diğer kategorisinde “telin uzunluğunun veya kısalığının parlaklığı etkileyeceği kavram yanılığına düşebilir” tahmini, üçüncü ve dördüncü uygulamadaki içeriğe-özel kategorisindeki “telin uzunluğunun kısalığının parlaklığa etkisini sorgular” tahminine dönüşmüştür. 10. soruda ilk uygulamada, içeriğe-özel kategorisindeki “güç ile parlaklık ve seri ve paralel bağlanmayla ilgili sorunlar yaşayabilir” tahmini, ikinci uygulamada tahminsiz kategorisindeki “hiç bir problemle karşılaşmazlar” tahminine, üçüncü ve dördüncü uygulamada ise derin kategorisindeki “akımın önce lambaya geldiği için R₂ direncinin değişmesinin bir şey değiştirmeyeceğini düşünür” tahminine dönüşmüştür. 13. soruda ise ilk uygulamada içeriğe-özel kategorisindeki “seri ve paralel bağlamaları karıştırabilirler” tahmini, son uygulamada derin kategorisindeki “seri ve paralel bağlı devrelerdeki lambaların parlaklık yönünden birbirlerine üstün olduğu yönünde bir kavram yanılığına sahip olabilirler” tahminine dönüşmüştür. Adayın, PAB testinde ilk uygulamada 12. soruya ilişkin derin kategorisindeki tahmini “öğrencilerin manyetik alan çizgileri ile ilgili yaşayabileceği zorluklar” şeklindedir. Üçüncü uygulama 15. soruda derin kategorisindeki tahmini “1-2 ve 3-5 noktaları arasındaki potansiyel farkın aynı olması” durumunun öğrenciyi zorlayacağı şeklindedir. Aday, 13. soruda “öğrencilerin seri ve paralel bağlı devrelerdeki lambaların parlaklık yönünden birbirlerine üstün olduğu yönündeki kavram yanılığına sahip olabilecekleri” ve 14. soruda ise “öğrencilerin akımı sabit düşünebilecekleri” derin kategorisinde tahminlerde bulunmuştur. PAB testinde ifade edilen ve öğrencilerde yaygın olarak görülen “seri bağlı ampullerin paralel bağlı ampullerden daha parlak yanması veya tersi durumun geçerliliğinin olduğunun düşünülmesi” kavram yanılığının hem ders kitabında hem de ders planında yer aldığı belirlenmiştir. Aday bu yanılığın ders kitabından planına aldığını ifade etmiştir:

...Ders kitabına sadece ne nedir diye baktım. Son etkinlikten önce kavram yanılığsı vardı. Seri bağlının üstünlüğü yoktur yanılığsı... (A₃, İnfomal Mülakat)

Manyetizma konusu için hazırlanan ders planında ise “manyetik alanın kaç boyutlu olduğu, dünyanın manyetik kutuplarının kaynağının ne olduğu, manyetik alan çizgilerinin özellikleri” şeklinde kavram yanılgıları yer almaktadır. Adayın ders planında manyetizma konusuna yönelik hazırladığı ve ders içerisinde kullandığı değerlendirme soruları, mıknatısların özellikleri, yaylarda potansiyel ve kinetik enerji, ağırlık nedeniyle iplerde oluşan gerilme gibi çeşitli kavram ve bağıntıları kapsadığından öğrencilere zor geldiği gözlenmiştir. Aday, aşağıdaki şekilde görülen soruda, iki mıknatıs arasındaki elektriksel kuvvet bağıntısını açıklamadan, aralarında farklı uzaklıklar bulunan mıknatıs çiftleri arasındaki itme kuvvetlerinin büyüklükleri oranını sormuştur (724–738):

2. Özdeş X ve Y mıknatıslarının birbirine uyguladığı itme kuvvetinin büyüklüğü, Şekil I deki konumda F_1 , Şekil II deki konumda F_2 dir. Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı nedir?

A) 4 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{4}$

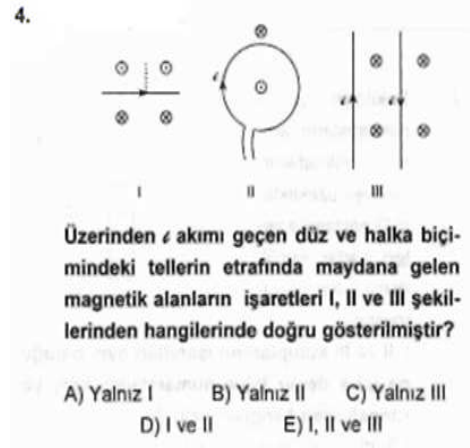
Şekil 29. A₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem

- (724)A₃: Burada bir kuvvet ilişkisi soruluyor. Yani bir kuvvet oranı soruluyor ama (724)kuvvete tam olarak girmediğimiz için sadece burada uzaklıkla olan ilişkisinden (725)bahsedeceğim. Bu soruyu çözebilmenizi bekliyorum.
- (726)Ö: 1/4
- (727)Ö: Soruyu yanlış yazmışsınız.
- (728)A₃: Şurada mı? O S normalde. S mi N mi. Tamam N olacak
- (729)Ö: 1/4
- (730)Ö: 4
- (731)A₃: 4. Peki açıklayabilir misin? İsmiyle beraber.
- (732)Gizem: Gizem. Şimdi, bu yukarıdaki N ve N birbirini itecek. Birbirlerine daha (733)yakınlar, aradaki mesafe d olunca hani kütle çekimi vardı ya, kütleleri ile aradakinin (733)karesini alıyorduk.
- (734)A₃: Doğru bir yaklaşım ama manyetik alanda da göreceksiniz ki, tabi daha (735)kuvvetlere girmediniz. Teşekkür ederim Gizem.
- (736)A₃: Aradaki uzaklığın karesi ile ters orantı var arkadaşlar. Yani arkadaşımızın (737)şöylediği 4 doğru.
- (738)Ö: Ama yakın olduğu için yukarıdaki daha büyük olacak. O yüzden 4 olacak.

Benzer şekilde aday derste, sadece içinden akım geçen düz bir tel etrafındaki manyetik alanın yönünü sağ el kuralı ile nasıl belirleneceğini açıklamış ve tartışmış ancak halka şeklindeki telin merkezinde oluşan manyetik alan yönünün nasıl bulunacağına ilişkin

sağ el kuralının nasıl kullanılacağından bahsetmemiştir. Ayrıca tel etrafında sayfa düzlemi içinde ve dışında manyetik alanın nasıl gösterildiği ile ilgili herhangi bir açıklamada da bulunmamıştır. Bununla birlikte, ders planında ve öğretim uygulamalarında içerisinden akım geçen düz bir tel ve çember şeklindeki tel etrafında veya içinde oluşan manyetik alanının sorulduğu ve simgelerle gösterildiği sorular değerlendirme sorularına dâhil edilmiştir (815–820):

(815)**A₃**: Birinci gördüğümüz şeklimiz, bildiğimiz bir tel ve akım sizin sağınıza doğru.
 (816)İkincisinde, bir çember yapılmış ve akım böyle bakıldığında soldan sağa doğru,
 (817)tamam. Saat yönünde. Üçüncü şekle bakacak olursak, burada biraz daha
 (818) karmaşık sayılabilir, iki tane şekil var, iki telimizden biri yukarı doğru, biri aşağıya
 (819)doğru ki, tahtadaki aynısı, akım geçmekte. Burada da yönelimler var. Şimdi
 (820)bunların doğruluğu hakkında neler söyleyebilirsiniz?



Şekil 30. A₃ adayının değerlendirmede kullandığı problem

Öğrencilerin teller etrafında manyetik alan yönünü gösteren sembolleri anlamakta zorluk çekmeleri üzerine aday, öğrencilere tellerin etrafında manyetik alanın sayfa düzleminden içeri ve dışarı gösterilmesinde kullanılan sembolleri açıklamıştır (821–829):

(821)Ö: Hocam top mu o?

(822)**A₃**: Hangisi? Üçüncü şekil mi?

(823)Öğrenci: Yok o top gibi olanlar...

(824)**A₃**: Şimdi hemen onları açıklayayım.

(825)**A₃**: Şunu biliyoruz değil mi arkadaşlar? Sağ el kuralına göre yerleştirdiğimizde bunun

(825)böyle olması gerekiyor değil mi?

(826)Ö: Evet.

(827)**A₃**: Dışarı olduğu zaman çizilen şekil budur. Tamam. Bu, dışarıya yönelmiş

(828)manyetik alanı belirtir. Tamam. Çapraz da, şu da içeriye doğru yönelmiş manyetik

(829)alanı belirtir. Bunları da göz önünde bulundurarak soruya tekrar bakabilirsiniz.

Aday, manyetizma ile ilgili ders planına aldığı manyetik alanın boyutuna dair kavram yanlışlarını gidermek amacıyla öğrencilere soru sormuş ve tartışma ortamı oluşturmuştur (923–934):

- (923)A₃: Boyutla ilgili bilginiz var o zaman.
 (924)A₃: Hemen, manyetik alan kaç boyutludur?
 (925)Sınıf: 3.3.3.2.3
 (926)A₃: Şimdi söz alarak lütfen. Evet.
 (927)Ö: 3 boyutludur.
 (928)A₃: 3 boyutludur, başka.
 (930)Ö: 2 boyutludur.
 (931)A₃: Evet. Manyetik alan kaç boyutludur?
 (932)A₃: Bir boyutu biliyoruz, iki boyutu düzlem olarak bildik, üç boyut dedik ki hacimdir
 (933)ya da dünya hani şu an gördüğümüz şeyler 3 boyutludur. Manyetik alan acaba 2
 (934)boyutta mıdır? Yoksa tek boyutta mı biliyoruz ve yahut da her yerde midir?

Çözülen sorular kapsamında, adayın ders kitabında yer almayan dünyanın manyetik kutupları ve kaynağı hakkında da öğrencilere bilgi verdiği gözlenmiştir (944–946; 953–959; 963–973):

- (944)A₃: İkinci sorunun cevabını verebilecek.
 (945)Ö: Dünyanın dönüşü mü?
 (946)A₃: Başka arkadaş yok mu? Derse katılmak isteyen? Bilmeseniz de söyleyin arkadaşlar.
 ...
 (953)Ö: Çekirdek mi acaba?
 (954)A₃: Çekirdek. Dünya'nın çekirdeği.
 (955)Ö: Evet.
 (956)A₃: Peki başka bir şey etkiler olamaz mı?
 (957)Ö: Olur da bilmiyorum ki.
 (958)A₃: Evet, Dünya'nın çekirdeği kısmen doğru bir cevap ama başka bir etken daha var, o
 (959)daha önemli.
 ...
 (963)A₃: Hayır arkadaşlar bakın, Dünya'mız iki tane hareket yapar.
 (964)Sınıf: ...
 (965)A₃: Güzel, güzel, güzel.
 (966)A₃: Şöyle bir şey. İki hareket yapar. Birincisi Güneş'in etrafında, ikincisi kendi eksenini
 (967)etrafında. Eğer, Dünya kendi eksenini etrafında dönmemiş olsaydı bildiğiniz üzere,
 (968)çekirdekteki ağır metallerde bir hareket sağlayamayacaktı. İşte, çekirdekteki ağır
 (969)metallerin, Dünya'nın dönüş hızıyla beraber, manyetik alana sebebiyet verdiği
 (970)bilinmektedir.
 (971)A₃: Anlaşıldı. Anlaşılmayan bir yer varsa...
 (972)A₃: Yani iki şey var. Birincisi, çekirdek yani en koyu tabaka diyebiliriz, İkincisi de
 (973)Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşü.

Aday son olarak manyetik alan çizgileriyle ilgili kavram yanlışlığını gidermek amacıyla öğrencilere çoktan seçmeli bir soru yöneltmiştir (976–984):

- (976)**A₃**: Diyor ki: “Manyetik alan çizgileri, başı ve sonu olmayan kapalı eğriler, Mıknatısın (977)dışında N’den S’ye yöneldiği varsayılan eğriler, ya da mıknatısın içinde S’den N’ye (978) yöneldiği varsayılan eğriler. Hangisi doğru?
 (980)**Ö**: Sadece B.
 (981)**A₃**: Sadece B. Evet, açıkla.
 (982)**Ö**: Başı ve sonu vardır, çünkü N’den S’ye kadar. Ve kapalı eğriler değildir, yani (983)kapanmıyorlar. Bir de mıknatısın dışında N’den S’ye gidildiğini biliyoruz. Bir de (984)mıknatısın içinden, N’den S’ye dir. Çünkü zaten oradan neyse...

PAB testinden elde edilen verilerden A_3 adayının ağırlıklı olarak içeriğe-özel kategorisinde, ikinci uygulamadan sonra içeriğe-özel, tahminsiz ve derin kategorilerinde tahminlerde bulunduğu görülmektedir. Adayın derin kategorisindeki tahminlerinde son uygulamaya doğru artış olduğu, ancak öğrencilerin yanılgılarının olabileceğini düşündüğü bazı durumlarda kendisinin de yanılgısı olduğu belirlenmiştir. Aday, ders planlarında öğrenci zorluklarına yer vermiş ve uygulamalarında bu zorlukları giderebilecek problemler çözerek açıklamalarda bulunmuştur. Ancak, adayın seçmiş olduğu bazı problemlerin öğrenciler için yeni zorluklar oluşturduğu gözlenmiştir. Bunu aday ancak öğrencilerden gelen tepkiler üzerine uygulama anında fark etmiştir.

Tablo 54. A_4 adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A_4			
	U_1	U_2	U_3	U_4
1	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
2	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.Y)	Derin
3	Yüzeysel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
4	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Yüzeysel
5	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
6	Yüzeysel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
7	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Diğer
9	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
10	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
11	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
12	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
13	Yüzeysel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel

A₄ adayının PAB testinde öğrenci zorluklarına ilişkin tahminleri ilk uygulamada içeriğe-özel ve yüzeysel kategorilerinde yoğunlaşırken, son uygulamaya doğru yüzeysel tahmin sayısı tahminsiz, diğer ve derin kategorilerine dönüşmüştür. Üçüncü uygulamada, alan bilgisi kısmını boş bıraktığı sorularda öğrenci zorlukları kısmını da genellikle boş bıraktığı belirlenmiştir. Aday, derin kategorisinde sadece son uygulamada bir soruda tahminde bulunmuştur. Uygulamalarda, üçüncü uygulama hariç genellikle içeriğe-özel tahminlerde bulunduğu görülmektedir.

Adayın ikinci soruya ilişkin ilk uygulamada içeriğe-özel özel kategorisindeki “iletken ve yalıtkanlarla ilgili problemlerle karşılaşabilirler” tahmini, ikinci uygulamada yüzeysel kategorisindeki “zaten zor ve anlaşılması zor bir konu bu yüzden çok zorlanacaklarını düşünüyorum” tahminine dönüşmüştür. Üçüncü uygulamada bu soruya ilişkin tahminde bulunulmazken son uygulamada derin kategorisinde “elektronların hareket edip etmedikleri veya nasıl bir titreşme hareketi yaptıklarını anlamayabilirler” tahmininde bulunmuştur.

Adayın birinci uygulamadaki 11 ve dördüncü uygulamadaki 13. sorularda tahminsiz kategorisinde değerlendirilmesinin nedeni, gerekli bilgi verildiğinde öğrencilerin herhangi bir problemle karşılaşmayacaklarını düşündüğünü ifade etmesidir. Aday 8. soruda diğer kategorisinde “anahtarın açık olduğu durumda potansiyel fark oluşmamasını öğrencilerin anlamakta zorluk çekeceği” tahmininde bulunmuştur. Ancak, adayın bu tahmini alan bilgisi kısmında da belirtildiği gibi kendisinin kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermektedir. Tahminlerinin birçoğu içeriğe-özel kategorisinde bulunan aday, öğrencilerin yaşayabilecekleri zorluklarla ilgili yeterli tahmininin olmadığını uygulama sonrası yapılan görüşmede “Bu konuları daha önce bildikleri için zorlanacaklarını tahmin etmedim. Tahmin edebileceğim bir zorluk... Bilemiyorum...” şeklinde ifade etmiştir.

10. soru ile ilgili literatürde yer alan akımın devrede tüketildiği kavram yanılgısına benzer bir zorluk yaşayan öğrenci akımın dirençten geçtikten sonra azalacağını düşünmektedir (120–127):

(120)Ö: Hocam ampermetrenin dirençten önce ya da sonra bağlanması fark eder mi?

(121)A₄: Fark etmez. İkisinden de akım geçer. Yani mesela artı uçtan geldi akım demi

(123)buradan mesela akım geliyor buradan geçiyor tekrar buraya geliyor. Sen bu

(124)ampermetreyi dirençten sonra buraya bağlarsan tekrar aynı akımı ölçebilirsin.

(125)Ö: Ama dirençte hocam biraz azalma olmaz mı?

(126)A₄: Dirençte biraz ısıya dönüşür anladın mı? Elektrik enerjisi çok az bir ona daha sonra

(127)geleceğiz. Şimdi gelelim elektrik akımının)birimine.

Uygulama sonrası görüşmede aday, bu durumla karşılaşmayı beklemediğini “Öğrenci dirençte azalma oluyor mu diye soru sorduğunda tereddüde düştüm. Beklediğim bir şey değildi. Sonra da o şekilde cevap verdim.” şeklinde ifade etmiştir.

A₄ adayı ders kitabında yer almayan ancak yardımcı kitaplarda bulunan harflendirme yöntemini kullanarak paralel ve seri bağlı karışık devrelerde hangi dirençlerin seri hangi dirençlerin paralel bağlı olduğunu anlamakta zorluk çeken öğrencilere açıklamada kullandığı gözlenmiştir. Öğrenciler için oldukça kolaylık sağlayan bu yöntemin adayın ders planında yer almadığı belirlenmiştir. Aday, zaman zaman öğrencileri tahtaya kaldırarak bazı problemleri çözüme yoluna gitmiş ancak öğrenci çözümünden sonra çözümleri sınıfa tekrar açıkladığı gözlenmiştir. A₄ adayının ders planlarında öğrenci zorluklarını dikkate alan bir açıklamaya yer vermediği belirlenmiştir.

A₄ adayının PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin kısımları üçüncü uygulamada genellikle boş bıraktığı ve diğer uygulamalarda genellikle içeriğe-özel tahminlerde bulunduğu görülmektedir. Ders planlarına öğrenci zorluklarını dâhil etmeyen adayın, uygulamalarında öğrenci zorluklarına yönelik olarak öğrencilerin çözümler yapmada kullanabilecekleri ve ders kitabında olmayan pratik açıklamalarda bulunduğu gözlenmiştir. Adayın, diğer adaylarda olduğu gibi, öğrencilerin yanılgılarının olabileceğini düşündüğü bazı durumlarda kendisinin de yanılgısı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 55. A₅ adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A ₅			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Diğer	Diğer
2	Derin	Derin	Yüzeysel	Derin
3	Yüzeysel	Yüzeysel	Yüzeysel	İçeriğe-özel
4	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel	İçeriğe-özel
5	Genel	Yüzeysel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
6	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.Y)	Yüzeysel	İçeriğe-özel
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
8	Derin	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Derin
9	Diğer	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
10	Yüzeysel	Genel	Yüzeysel	Yüzeysel
11	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
12	Yüzeysel	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Yüzeysel
13	İçeriğe-özel	Derin	Yüzeysel	Diğer
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel
15	İçeriğe-özel	Yüzeysel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel

A₅ adayı PAB testinde, ilk ve son uygulamada tüm sorular için tahminde bulunurken, ikinci ve üçüncü uygulamalarda bazı sorular için tahminde bulunmadığı görülmektedir. Üçüncü uygulamadaki yüzeysel tahminler son uygulamada derin, içeriğe-özel ve diğer kategorilerine dönüşmüştür. Üçüncü ve dördüncü uygulamalarda birinci soru için yapılan diğer kategorisindeki tahminde öğrencilerin şekil farklılığından dolayı hata yapabilecekleri belirtilmiş olsa da bu hatanın ne olabileceği açıklanmamıştır. Adayın ilk uygulamada 8. soruda derin kategorisindeki “öğrenciler üreticinin potansiyel farkını untabilir” tahmini, ikinci uygulamada içeriğe-özel kategorisindeki “dış devredeki direncin potansiyel farkı etkisi olup olmadığı konusunda tereddüde düşebilir” tahminine dönüşmüştür. Üçüncü uygulamada yüzeysel kategorisindeki “soyutluk vardır” tahmini ise son uygulamada derin kategorisindeki “devrede anahtar açık ya da kapalı iken akımın değişmesinin potansiyel farkı değiştirebileceğini düşünebilir” tahminine dönüşmüştür. 13. soruda ilk uygulamada içeriğe-özel kategorisindeki “potansiyel farkların karşılaştırılmasında sorunlar yaşayabilir” tahmini, ikinci uygulamada derin kategorisindeki “lambda sayısı arttıkça parlaklığın azalacağını düşünür” tahminine, üçüncü uygulamada yüzeysel kategorisindeki “zihinde

canlandırmada problem yaşayabilir” tahminine ve son uygulamada diğer kategorisindeki “öğrenci akıma bakıp karşılaştırma yaparsa hata yapabilir” tahminine dönüşmüştür. Aday bu soruların alan bilgisi bölümünü ikinci ve üçüncü uygulamada akımları karşılaştırarak yanlış cevaplandırmıştır. Akımları sabit kabul ederek karşılaştırma yapan adayın kavram yanılığısına sahip olduğu görülmektedir. Buna dayalı olarak, son uygulamada öğrencilerin akımı kullanmalarının hatalı olacağını belirtmiştir.

Öğretmen adayının ders planında, öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanılığlarının yer aldığı belirlenmiştir. Bu yanılıklar, bir iletkenin direncinin olmadığı inancı, öğrencilerin seri bağlı devrelerde ampullerin parlaklığının paralel bağlı devrelere oranla daha parlak veya sönük yanabileceği ya da paralel bağlı devrelerin seri bağlı devrelere göre üstünlüğü inancı ile iletkendeki elektronların akış yönü ile akımın yönü hakkındaki kavram yanılığlarıdır. Ders planında, bu kavram yanılığlarından birini giderme konusunda yapılabilecekler önerilmesine karşın adayın öğretim sırasında kavram yanılıklarını giderme yönünde bir uygulamasının olmadığı gözlenmiştir. Ancak adayın ders planında yer almadığı halde literatürde yer alan bir öğrenci zorluğu ve kavram yanılığısına vurgu yaptığı gözlenmiştir (575–582; 591–598; 623–624):

(575)A₅: Ampermetre dedik devreye seri bağlanır. Devreye seri nasıl bağlarız?

(576)Ö: Şuradan keserek şuraya bağlarız.

(577)A₅: Pekâlâ ben şimdi bunu devreye seri bağlayacağım ama bunu buraya

(579) bağlamamla buraya bağlamam arasında bir fark var mı sizce?

(580)Ö: Yok hayır

(581)A₅: Emin misiniz?

(582)Ö: Var hocam var, şey, yok yok

...

(591)A₅: Var dediniz açıklayacaksınız. Evet, neden var?

(592)Ö: Orda direnç olduğu için.

(593)A₅: Nerde direnç olduğu için? Gel bize tahtada anlat, göster.

(594) Ö: Hocam burada direnç olduğu için akımı biraz direnç etkiler

(595) A₅: Etkiler?

(596)Ö: Yani akımın şiddetini biraz azaltır, akım biraz daha azalır.

(597)Ö: Değişmez bence hocam

(598)A₅: Değişmez. Gel bize açıkla o zaman

...

(623)A₅: Arkadaşlar ampermetreyi dirençten önce veya sonra bağlamak arasında hiçbir fark

(624)yoktur. Çünkü...

Aday bu kavram yanılığısına değinmesinin nedenini ise A₄ adayının öğretim uygulamalarının gözlenmesi sırasındaki öğrenci sorusu olarak açıklamaktadır:

Arkadaş ders anlatırken bir öğrenci ona ampermetreyi dirençten sonra bağladığımızda farklı bir değer ölçmez mi diye bir soru sordu. Ben de bu nedenle bu konuya açıklık getirmek istedim. ... (A₅, İnfomal Mülakat)

Adayın bu deneyimden sonra dördüncü uygulamada 10. sorudaki öğrenci zorluklarına bu durumu yansıtmadığı ve konunun soyut olması nedeniyle sıkıntı olabilir şeklinde yüzeysel bir tahmin yaptığı görülmektedir. Aday ders planında yer alan kavram yanlışları ile ilgili yapmayı planladıklarını neden yapmadığını "...Aldığım notlardan hatırlayamadıklarım oldu. İletkenden bahsettim ama yalıtkindan bahsetmedim" şekilde açıklamıştır.

Adayın ders planında yer verdiği problemleri sınıfta çözdüğü, ancak bu problemlerin öğrencilere zor geldiği gözlenmiştir (267–274):

(267)A₅: ...Bu kadar basit yani. Görüldüğü gibi zor mu? Etkiler?

(268)Ö: Üfff.

(269)A₅: Sıkıldımız mı? Uflama puflama duyuyorum.

(270)Ö: Evet hocam.

(271)A₅: Tamam son bir dakika vaktimiz de azaldı son bir soru da yazalım.

(272)Ö: Zor oldu hocam.

(273)A₅: Zor mu oldu?

(274)Ö: Evet.

Öğretmen adayının öğrenci seviyesine uygun olmayan karmaşık problemleri sınıfta çözmesine ilişkin, uygulama öğretmeni adaya konu ve kavramları çok hızlı verdiğini ifade etmiştir.

...Çok hızlı ilerliyorsun, müfredata göre değil elindeki kitaba göre işliyorsun. İleride işlenecek konuları anlattın. Senin çözdüğün örnekleri ben bu aşamada çözmezdim. Konuları ya da örnekleri basitten karmaşığa doğru sıralamadın karışık anlattın... (Ö₄, Gözlem)

Uygulama öğretmenin bu eleştirisine katılan öğretmen adayı davranışının nedenlerini geçmiş yıllardaki deneyimleri ile ilişkilendirmiştir:

Ben lisede de çok hızlı soru çözerdim. Öğrenciyi ve kendimi lisede gibi düşünüyorum. Geçmiş deneyimlerime göre, ben nasılsam, öğretmenlerim nasılsa aynı davranıyor ve öğrenciyi de öyle bekliyorum... Ama ikinci derste daha yavaşım... (A₅, İnfomal Mülakat)

Uygulama sonrasında yapılan görüşmede aday, öğretmenlik uygulamalarına ilişkin kendi zorluklarını aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

... Ayrıca direkt konuya giriyorum. Konu üzerinde belli bir süre konuşamıyorum. Formül ve soru çözme üzerinde durup konuyu tanımlar üzerinde işliyorum. Başkasının konuyu anlatırken kullanacağı sözcüklerin onda birini ancak ben kullanabilirim. Sözel olarak konuşma yapamıyorum. Yani yapı olarak da aceleciyim zaten... (A₅, İnfomal Mülakat)

Adayın, öğrencileri soruları çözmeleri konusunda motive etmek amacıyla verilen problemlerin oldukça kolay olduğunu çeşitli yer ve zamanlarda vurguladığı ve problemleri çözemeyen öğrencilerin yakınlarda bulunduğu gözlemlenmiştir (127–131):

(127)A₅: Hemen yapmanız gerekiyor çok basit.

(128)Ö: 12.

(129)A₅: 12. Bu kadar ya. Yazdırmamıza bile gerek yok bence sizin gibi öğrencilere. Devre

(130)elemanlarını yazdırırken bir arkadaşınız bana reostayı söyledi. Reostanın ne olduğunu

(131)bana söyleyecek olan var mı?

...

Uygulama öğretmeni adaya, sınıf içerisinde doğru cevapların geldiği durumda bile son açıklamanın öğretmen tarafından yapılması konusunda öneride bulunmuştur:

Soru sorduğunda doğru cevap veren öğrenci olsa bile sen tekrar açıklama yapmalısın. Bütün öğrencileri biliyormuş gibi düşünmemelisin. (Ö₄, Gözlem)

Adayın A₄ adayına benzer şekilde, seri ve paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnci bulmak konusunda öğrencilerin yaşayabilecekleri zorluğu engellemek için harflendirme yöntemini açıkladığı gözlenmiştir.

A₅ adayının PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin içeriğe-özel ve yüzeysel kategorilerinde yoğunlaştığı, derin kategorisinde yapılan tahminlerin ise az sayıda olduğu görülmektedir. Adayın, diğer adaylarda olduğu gibi, öğrencilerin yanılgılarının olabileceğini düşündüğü bazı durumlarda kendisinin de yanılgısının olduğu görülmektedir. Ders planlarında öğrenci güçlüklerine yer veren adayın uygulamalar sırasında öğrenci güçlüklerini dikkate almadan, konu ve kavramları uygun sırada ve hızda vermediği gözlenmiştir.

Tablo 56. A₆ adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A ₆			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	İçeriğe-özel	Diğer	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
2	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
3	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
4	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)
5	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
6	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
7	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
8	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
9	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
10	Derin	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
11	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)
12	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)
13	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Derin	Tahminsiz (A.B.V)
14	Derin	Derin	Derin	Derin
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	Tahminsiz (A.B.V)

A₆ adayının PAB testinde ilk uygulamada verdiği cevaplar tahminsiz, içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaşmaktadır. Tahminsiz kategorisindeki cevap sayısının son uygulamaya doğru arttığı, içeriğe-özel kategorisindeki cevapsız sayısının ise azaldığı görülmektedir.

Adayın birinci soruya ikinci uygulamada diğer kategorisinde yaptığı tahmini “öğrencilerin telin uzunluğunun parlaklığı değiştirebileceğini düşünmesi” şeklindedir. Ancak, adayın bu tahmini alan bilgisi kısmında da belirtildiği gibi kendisinin kavram yanlılığına sahip olduğunu göstermektedir. Sekizinci soruda ilk uygulamada yapılan içeriğe-özel tahmin ise “anahtarın devrede ne gibi değişikliklere neden olacağını anlamada zorluk” şeklindedir. Aday 10. soruda ilk iki uygulamada, derin kategorisindeki “lambanın yerinin, parlaklığı değiştirip değiştirmeyeceği” tahminini yaparken, üçüncü ve dördüncü uygulamada bu soruya ilişkin tahminde bulunmamıştır. 13 ve 14. sorulardaki derin kategorinde yapılan tahminler benzer olup “devrelerde aynı sayıda olmasına karşın parlaklıkların neden farklı olduğunu anlamada güçlük çekileceği” şeklindedir.

A_6 adayının, A_4 ve A_5 adayına benzer şekilde öğretim uygulamaları sırasında, seri ve paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç konusuna ilişkin problem çözümünde harflendirme yöntemini kullandığı gözlenmiştir. Adayın, paralel bağlı devrelerde eşdeğer direncin hesaplanması sırasında kullanılacak ve öğrenciler için kolaylık sağlayabilecek aşağıdaki açıklamayı yapmıştır (3–5):

- (3) A_6 : Eğer iki tane paralel bağlı direnç varsa eşdeğer direnci $R_1 \cdot R_2 / R_1 + R_2$
 (4) Ö: Ama üç direnç için?
 (5) A_6 : Üç dirençte de bu formülü kullan zaten aynı şeyi verecektir...

Ancak aynı ders içerisinde, birbirine paralel üç direncin eşdeğer direncinin hesaplanması sırasında bir öğrenci ile aday arasında aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir (141–144):

- (141) A_6 : O zaman $1/R_{eş} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$ olur.
 (142) Ö: Hocam o üçünü şeye göre yapamıyoruz değil mi? Çarpım bölme toplama olarak. Yani
 (143) hani...
 (144) A_6 : Hepsini mi bir arada? Sadece iki tane, iki tane olursa o şekilde yapıyoruz

Dersin başında öğrenciler üç veya daha fazla direnç için kısa yol bağıntısının kullanılıp kullanılmayacağını sorduklarında, kullanılabilir cevabı veren aday, ders sırasında bu kısa bağıntının sadece 2 direnç için geçerli olduğunu belirtmiştir. Aday ayrıca aynı değerde paralel bağlı birden fazla özdeş direncin eşdeğer direncinin bulunmasında R/n bağıntısının zaman kazandırarak kolaylık sağlayacağını ifade etmiştir. Adayın ders planlarında öğrenci zorluklarına yönelik herhangi bir tespit ya da etkinliğin yer almadığı belirlenmiştir.

A_6 adayının PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin ağırlıklı olarak tahminsiz az da olsa içeriğe-özel ve derin kategorilerinde olduğu görülmektedir. Derin kategorisinde yapılan tahminlerin, adayın öğretim yaptığı seri ve paralel bağlı dirençler ve lambaların parlaklıkları konularında olduğu tespit edilmiştir. Adayın PAB testinde, diğer adaylarda olduğu gibi, öğrencilerin yanılgılarının olabileceğini düşündüğü bazı durumlarda kendisinin de yanılgısının olduğu alan bilgisi kısmında görülmektedir. Ders planlarında öğrenci güçlüklerine yer vermeyen adayın, uygulamalar sırasında öğrencilerin problem çözümlerinde, zaman kazandıracak ve kolaylık sağlayacak bazı pratik yollar gösterdiği gözlenmiştir.

Tablo 57. A₇ adayının öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	A ₇			
	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄
1	Yüzeysel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Diğer
2	Yüzeysel	Diğer	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
3	Derin	Derin	Diğer	İçeriğe-özel
4	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
5	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
6	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
8	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
9	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel
10	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
11	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	Derin
12	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)
13	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
14	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.V)	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.Y)	Tahminsiz (A.B.V)

A₇ adayının, PAB testindeki tahminlerinin içeriğe-özel kategorisinde yoğunlaştığı görülmektedir. Adayın ilk uygulamada ikinci soruya verdiği yüzeysel kategorisindeki “yorum yapamayabilir, kafalarında canlandırmayabilirler” tahmini, ikinci uygulamada diğer kategorisindeki “akımın taşınma hızı neye bağlıdır” tahminine, üçüncü ve dördüncü uygulamada ise içeriğe-özel kategorisindeki “elektronların hızlarının küçük olmasına rağmen elektriğin nasıl hemen gelmesini algılayamadıkları” tahminine dönüşmüştür. Adayın beşinci soruda, ilk uygulamada “elektronların yönünün nasıl oluştuğunu ve akımın yönünün nerden nereye aktığını bilememeleri” şeklindeki içeriğe-özel tahmini, sonraki uygulamalarda derin kategorisindeki “akım yönü ve elektronların yönünün ters olmasının nedenini anlamakta zorluk çekebilirler” şeklinde olmuştur. İlk uygulamada altıncı soruda içeriğe-özel kategorisindeki “manyetik alanın yönüne bağlı olarak elektronların hangi yönde hareket edeceği” öğrenci zorluğu tahminini, ikinci uygulamada “manyetik alanın yönü önemlidir” ve üçüncü uygulamada “elektronların hangi yöne sapacakları hakkında problemler karşılaşılabirler” şeklinde ifade etmiştir. Adayın 11. soruda ilk uygulamada içeriğe-özel kategorinde “bağıntıdaki kavramlar arası ilişkileri yorumlayamayabilir”

tahminini yaparken, ikinci uygulamada verilen derin kategorisindeki tahmin “direncin neden boyla doğru orantılı, kesitle ters orantılı olduğu” şeklindedir. Üçüncü uygulamada tekrar içeriğe-özel kategorisinde “direncin boyu, alanı ve cinsi direnci nasıl etkiler” tahmini yapılırken, son uygulamada derin kategorisinde “kesit alanının hesaplanmasının öğrencilere zor geleceği” tahmini yürütülmüştür.

Adayın ders planında hedef davranışlardan sonra öğretmene hatırlatmalar başlığı altında, öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarına yer verdiği belirlenmiştir:

Seri ve paralel bağlı devrelerde akım ve direnç eşitlikleri,
Gerilim değerinin devrede sabit kalması,
Direnç üzerinden geçen akım azalır,
Paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci en büyük direncin değerinden daha büyüktür (A₇, Ders planı)

Öğretim uygulamaları sırasında adayın, “direnç üzerinden geçen akım azalır” kavram yanlışısına yönelik açıklamalarda bulunduğu gözlenmiştir. Direnç üzerinden geçen akımın azalması kavram yanlışısı, su tesisatı ve elektrik devresi arasındaki benzetiminin açıklanması sırasında “kıvrımlı borudan geçen su borudan geçtikten sonra azalacak mıdır veya akım dirençten geçtikten sonra akım azalıp artacak mıdır yoksa aynı mı kalacaktır” sorusunun öğrencilere yöneltildiği sırasında gözlenmiştir (65–75; 81–82):

- (65) A₇: Mesela direnç nedir?
 (66) Ö: Elektrik akımını azaltıyor işte.
 (67) A₇: Elektrik akımını azaltıyor mu yavaşlatıyor mu?
 (68) Ö: Şiddetini azaltıyor hocam
 (69) A₇: Şimdi, azaltıyor, dirence gelmeden önce akım farklı dirençten çıktıktan
 (70) sonra akım yine mi farklı?
 (71) Ö: Hayır
 (72) A₇: Ya da daha fazla mı?
 (73) Ö: Süreyi uzatıyor.
 (74) A₇: Süreyi uzatıyor başka? Direncin tam olarak tanımını?
 (75) Ö: Elektrik akımının geçmesini zorlaştırıyor...
 ...
 (81) A₇: İletken tele benzettik. O kıvrımlı boruyu dirence benzettik. Kıvrımlı boruda
 (82) zorlandığı gibi dirençte de aynı şekilde zorlanıyor ama akım aynı şekilde geçiyor.

Adayın bu kavram yanlışısına yönelik olarak PAB testinde 10. soruya ilişkin derin kategorisinde “lambanın yerinin değişmesinin, sonucu değiştirip değiştirmeyeceği konusunda öğrenci zorluğu” tahmininde bulunduğu belirlenmiştir. Dersin ilerleyen zamanlarında, direnç kavramı açıklanırken, aday, “iletken içerisinde elektronun direnç içinden geçerken zorlandığı için enerjisini dirence verdiğini dolayısıyla direncin ısındığını”

ifade etmiştir. Bunun üzerine öğrenciler ve aday arasında aşağıdaki diyalog geçmiştir (90–100):

- (90) A₇: Hiç gören var mı normal ampülü tuttuğumuzda ısınıyor neden ısınıyor?
 (91) İçerisindeki elektronlar çarpa çarpa enerjisini dirence verdiği için. Yani ne
 (92) yapıyor bu durumda direnç? Elektronlar, elektrik enerjisini...
 (93) Ö: Isı enerjisine döndürüyor.
 (94) A₇: Neymiş?
 (95) Ö: Akım niye azalmıyor? Orda enerjisini veriyor?
 (96) A₇: Çünkü akım sürekli pilden gelerek dolaşüyor
 (97) Ö: Yani sabitliyor
 (98) Ö: Dengeleniyor
 (99) Ö: Ama potansiyel fark
 (100)A₇: Potansiyel fark! Geleceğiz oraya...

Aday, akımın dirençte zorlanması ile kıvrımlı borudaki suyun zorlanmasını açıkladığı benzetimde, öğrencilerden birinin “Sürtünmeli ortamı da hesaba katmayacak mıyız?” sorusuna diğer bir öğrencinin “Sürtünme ne alaka” şeklindeki ifadesine, ikinci öğrenciye katıldığını ifade ederek herhangi bir müdahale veya yorum getirmeden direnç kavramını açıklamaya devam etmiştir.

A₇ adayının PAB testindeki öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin ağırlıklı olarak içeriğe-özel ve az da olsa tahminsiz kategorilerinde olduğu görülmektedir. Adayın ders planında öğrenci zorluklarına yer verdiği ve ders planlarındaki öğrenci zorlukları ile ilgili uygulamada bu zorlukları giderecek açıklamalarda bulunduğu gözlenmiştir.

Tablo 58. Öğretmenlerin öğrenci zorlukları bilgisi

Soru No	ÖĞRETMENLER					
	Ö ₁	Ö ₂	Ö ₃	Ö ₄	Ö ₅	Ö ₆
1	İçeriğe-özel	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
2	Derin	İçeriğe-özel	Derin	Yüzeysel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
3	Tahminsiz(A.B.V)	İçeriğe-özel	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Derin
4	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
5	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
6	Derin	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel
7	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin
8	Tahminsiz(A.B.V)	Derin	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel	Yüzeysel
9	Diğer	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel
10	Derin	Derin	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Yüzeysel
11	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Tahminsiz (A.B.V)	Yüzeysel
12	Tahminsiz(A.B.V)	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin	Derin
13	Derin	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Yüzeysel
14	Derin	Derin	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	İçeriğe-özel
15	İçeriğe-özel	İçeriğe-özel	Derin	Derin	İçeriğe-özel	Yüzeysel

PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili öğretmenlerin tahminlerinin içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bazı sorular için tahminsiz kategorisinde değerlendirilen Ö₁ ve Ö₅ öğretmenleri, bu sorularda öğrencilerin herhangi bir zorluk yaşamayacaklarını ifade etmişlerdir. Yüzeysel kategorisinde en çok tahminde bulunan öğretmen Ö₆ öğretmenidir. Bu tahminlerde öğrencilerin oran-orantı, işlem hataları gibi sıkıntılar yaşayabilecekleri belirtilmiştir.

Ö₁ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerin derin, içeriğe-özel ve tahminsiz kategorilerinde olduğu ancak tahminsiz kategorisinde değerlendirilen soruların boş bırakılmadığı, öğrencilerin zorluk yaşamayacaklarının ifade etmiş olduğu belirlenmiştir. Ö₁ öğretmenin ikinci ve beşinci sorularda, derin kategorisindeki tahmini “elektronların negatif kutuptan pozitif kutba gitmesiyle akımın oluştuğunu, tüm elektronların + kutba gitmesi ile akımın kesileceği düşüncesinin öğrenciler için problem oluşturabileceği” ve “elektronların bataryadan çıkıp tüm devreyi dolaştıklarını düşünecekleri” şeklinde olmuştur. Altıncı soruda derin kategorisinde “yükün manyetik alan yönünde hareket etmesinin öğrenciler için problem yaratabileceği”, 10.

soruda ise derin kategorisinde “ R_2 direncinin lambadan sonra gelmesinin sıkıntı olabileceği” tahminleri yapılmıştır. 11. soruda, “kesit alanının artmasıyla direncin de artacağı düşünülmesi” ve 14. soruda “B lambasının devreye girmesiyle direncin artacağı dolayısıyla akımın azalacağı düşünülmesi problemi” derin kategorisinde ifade edilen diğer tahminlerdir. \ddot{O}_1 öğretmenin diğer kategorisindeki “doğru orantı ile direncin sabit olması gerektiği bu nedenle sorunun yanlış olabileceğinin düşünülmesi” tahmininin, A_{12} öğretmen adayının alan bilgisi bölümünde verdiği cevapla aynı olduğu belirlenmiştir. İçeriğe-özel kategorisinde, birinci soruda “kollar üzerinden geçen akımı bulmak” ve yedinci soruda “devre kollarında akım ve gerilim değerleri arasındaki ilişki” tahminleri yapılmıştır.

\ddot{O}_1 öğretmenin öğretim uygulamaları sırasında, oryantasyonlar kısmında da irdelenen uzman-grup çalışmasını yürütürken, öğrencilerin birçoğu ne yapacakları konusunda kararsız kalmışlar, ancak öğretmenin onları kitaptaki ilgili etkinliklere yönlendirmesi ile deney ve araştırmalara başlamışlardır. Bununla birlikte deneyler sırasında birçok araç-gereç hakkında bilgi sahibi olmayan öğrencilerin bir kısmına öğretmenin açıklamalar yaptığı gözlenmiştir (106–108):

- (106) \ddot{O}_1 : Anahtar ne olur mesela şu kabloyu siz yerinden kaldırırsanız anahtarı açmış
(107)olursunuz, tekrar oraya koyarsanız kapatmış olursunuz. Kafanızı çalıştırın. Bunları
(108)yaparsınız siz zaten.

Bir grupta çalışan öğrencilerin pil yatağı ve üretici aynı devrede kullanmaya kalkması üzerine öğretmen bu öğrencilere aşağıdaki alıntıda görüldüğü gibi müdahale etmiştir (147–154):

- (147) \ddot{O}_1 : Aynı amaçlı mı kullanıyorsunuz bu ikisini?
(148) S: Evet
(149) \ddot{O}_1 : Ya güç kaynağını kullanın ya da pil yatağını.
(150) \ddot{O}_1 : Zaten bakın hangi deneyi yapacaksınız?
(151) S: Şunu
(152) \ddot{O}_1 : Bakın orda güç kaynağı var mı?
(153) S: Yok
(154) \ddot{O}_1 : Yok ama pil var pil yerine bunu da kullanabilirsiniz.

Yürütülen mülakatlarda, \ddot{O}_1 öğretmeni PAB testinde bazı soruları boş bırakması veya tahminde bulunmamasının nedenini “öğrencilerim dersi işleyiş yöntemimden dolayı kavram yanılgısına sahip olmayacaklardır” şeklinde açıklamıştır.

Ö₁ öğretmeni PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili içeriğe-özel ve derin kategorisinde tahminlerde bulunmuştur. Öğretmenin derin kategorisinde değerlendirilen tahminlerinin, konu ile ilgili literatürde vurgulanan öğrenci zorlukları ile örtüştüğü belirlenmiştir. Uygulamalarında öğrencileri zihinsel ve fiziksel olarak aktif hale getirebilecek yöntemler kullanan öğretmen, öğrencilerin uygulamaları sırasında karşılaştıkları güçlükleri öğrencilere rehberlik etme yoluyla o anda gidermeye çalıştığı gözlenmiştir.

Ö₂ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu görülmektedir. Ö₂ öğretmeni birinci soruda yaptığı derin kategorisindeki tahmini “öğrencilerin telin öz direnci ile akımın neden değiştiğini anlama konusunda problem yaşayabilecekleri” şeklinde iken, dördüncü soruda “öğrencilerin sinüzoidal dalgayı”, sekizinci soruda, “devreden akım geçtiğinde potansiyeldeki ufak sapmayı anlamada sıkıntı yaşayabilecekleri” şeklindedir. 10. soruda derin kategorisindeki tahmini “R₂ direncinin artırıldığı durumda akımın ilk önce lambaya uğrayacağı düşünülüp, lambadan sonraki dirençte artma veya azalmanın sonucu değiştirmeyeceği” iken 14. soruda yapılan tahmin “anahtar kapatıldığında lamba sayısı artmasına rağmen neden parlaklığın azalacağını anlama” şeklindedir. Ö₂ öğretmenin içeriğe-özel kategorisinde yaptığı tahminlerinin ise ikinci soruda “olayın gerçekleşme hızını idrak edemeyebilirler” ve 11. soruda “telin uzunluğuna ve kesit alanına göre direncin değişeceğini bilemeyebilir” şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Ö₂ öğretmenin, öğretim uygulamaları sırasında, öğretimini öğrencilerin karşılaşılabileceği olası zorlukları dikkate alarak sunumunu çeşitlendirdiği gözlenmiştir. Bunu çoğunlukla laboratuvar ortamında deney yaparak ve çok sayıda örnekleme ile benzetim kullanarak ve konuları oldukça basit düzeyde anlatmaya, olası kavram yanlışlarına vurgu yapmaya çalıştığı belirlenmiştir. Öğretmen, literatürde yer alan ve devrenin bir bölümünde yapılan değişikliğe odaklanan öğrencilerin dikkatini devredeki diğer değişimlere de çekmeye çalışmaktadır. İletken teller, üreteç ve ampermetreden oluşan basit bir elektrik devresinde ampermetrenin sadece geçen akımı ölçeceği üzerinde durmayan öğretmen, direncin değiştirilmesi ile devreden geçen akımın da değişeceğini göstermiştir (202–209):

- (202) Ö₂: Dolayısıyla ampermetre buradan geçen akımı ne yapmıyor azaltmıyor sadece
 (203) ölçüyor. Peki, ben bu devreye pervane bağlarsam?
 (204) Ö: O zaman hocam büyük olur.

- (205) **Ö₂**: Bu pervane akımı azaltır mı?
 (206) **Ö**: Azaltır.
 (207) **Ö₂**: Diyelim ki devreden örneğin 2 A geçiyorsa pervanenin büyüklüğüne göre ne
 (208) yapar 1A'e düşecektir. Ne yaparsınız. Akımı ölçmek için pervaneyi koyarsınız. Ölçüm
 (209) yaptıktan sonra yine büyük pervane bağlarsınız ne kadar akım geçtiğini ölçeriz.

Benzer şekilde, devrede lamba sayısında değişiklik yapılmadan, potansiyelin artırılmasının akımı değiştireceği vurgulanmıştır (236–241):

- (236) **Ö₂**: Lambamın daha çok yanmasını ışık vermesini istiyorsam daha
 (237) çok pil bağlamam lazım. Işığın daha çok yanması ne demek
 (238) oradan neyin geçmesi demek daha fazla geçmesi demektir
 (239) **Ö**: Akımın demek.
 (240) **Ö₂**: Demek ki ben pili artırırsam voltu ne kadar çok artırırsam akımda ona göre
 (241) **Ö**: Artıyor.

Öğretmenin basit bir elektrik devresinde herhangi bir devre elemanında yapılan değişikliğin, diğer devre elamanlarında nasıl bir değişikliğe neden olacağına ilişkin öğrenci zorluğu ile ilgili olarak, önce $V = I.R$ bağıntısı üzerinde açıklanmalar yaptığı, benzetimler kullandığı ve ardından olası zorlukları giderebilecek deneyler düzenlediği gözlenmiştir (329–350):

- (329) **Ö₂**: Bir formül yazmıştık. $V = I.R$. Aynı formülü uyguluyoruz $V = I.R$ nasıl
 (330) anlayacaksınız, bakacaksınız potansiyel arttığı zaman hangisi artar, akım artar
 (331) demek bunlar karşı karşıya. Direnç arttı mı hangisi azalır, akım azalır. Bu şekilde
 (332) aklınızda kalabilir. Bu Ohm kanunu dedik ya potansiyeli harcadıkça akım da artıyordu.
 (333) **Ö₂**: Biz bide bunu devrede göreceğiz basit bir elektrik devresi gösterelim.
 (334) Tabi normalde pille gösteriyordum ama şimdi güç kaynağıyla göstereceğim.
 (335) Bunun bir artı ucu var bir eksi ucu var eksi ucu bir tarafa artı ucu diğer tarafa
 (336) bağladığımda... Araya bir ampermetre bağlayalım. Potansiyel arttırdığımda ne
 (337) yapması lazım?
 (338) **S**: Artması lazım.
 (339) **Ö₂**: Artması lazım bakalım artacak mı şimdi görelim bu elimdeki neydi?
 (340) **S**: Güç kaynağı.
 (341) **Ö₂**: Güç kaynağını koyalım. Ampermetreyi de koyalım oraya. Aynı tahtaya yazdığım
 (342) gibi yapalım artı ucunu artı ucuna bağlayacağız. Eksi ucunu eksi ucuna bağlayacağız.
 (343) Şimdi bakın artırıyorum.
 (344) **S**: Artıyor hocam.
 (345) **Ö₂**: Diyelim ki 0,5 ile 1,5 arasına baktığımız zaman kaç amper çıktı. 3 ampere yakın
 (346) bir değer çıktı. Potansiyeli arttıracam. Akımın da arttığını göreceksiniz arttırıyorum
 (347) görüyor musunuz? Neyi görmüş olduk tabi bu 5 ampere kadar ölçüyor? Daha fazla
 (348) ölçüm yapıyor. Eğer daha fazla verirsek zarar vermiş oluruz ampermetreye. Neyi
 (349) görmüş olduk? Potansiyel artarsa
 (350) **S**: Akım da artar.

Öğretmenin direnç kavramı ile ilgili benzetim ve açıklamaları ile deneyleri, öğrencilerin, iletkenin direnci olmadığı kavram yanlışlığına sahip olma olasılığını azaltmaya yönelik olduğu gözlenmiştir (209–219):

- (209)Ö₂:Aslında her şey direnç gösterir. Bir araba hiç yere temas etmese yine dirençle
 (210)karşılaşır. Nedir?
 (211)Ö: Hava
 (212)Ö₂:Mesela su boru içinde giderken boru ona karşı direnç gösterir. Çeşidine göre.
 (213)Aynı şekilde sayaçların içinde dirençle karşılaşılır ama küçük asıl büyükler su
 (214)deposundaki büyük pervaneydi çarktaydı. Aynı şekilde bunu siz boru gibi
 (215)düşünebilirsiniz yani demirdi bakırdı suyu engelliyordu. Bu da demirdi bakırdı bu tel
 (215)de cinsine göre direnç gösterir
 (216)Ö: Hocam bakır...
 (217)Ö₂:Ama biz ihmal ediyoruz tamam mı? Aynı şekilde ampermetre içerisinde de direnç
 (218)var ama bunu da ihmal ediyoruz niye? Çünkü çok küçük direnç olduğu için. Ama
 (219)pervanenin direnci gayet büyüktür. İyi bir direnç gösterir.

Ö₂ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminleri derin ve içeriğe-özel kategorilerinde yoğunlaştığı, öğretimi sırasında konuları, basitten karmaşığa doğru ve öğrencilerin karşılaşabilecekleri muhtemel güçlükleri dikkate alarak gidermeye yönelik açıklamalar yaptığı, benzetimler kullandığı ve deneyler tasarlayarak öğrencilere gösterdiği gözlenmiştir.

Ö₃ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerin derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu görülmektedir. Ö₃ öğretmeni, derin kategorisinde birinci soruda “öğrencilerin sadece lambanın bir direncinin olduğunu, telin dirençsiz olduğunu düşünebilecekleri”, ikinci soruda ise “katı, sıvı ve gazlarda iyonların veya serbest elektronların akımı nasıl taşıdıklarını anlama“ konusunda bir takım problemleri olabileceğini belirtmiştir. Öğretmenin altıncı soruya ilişkin “elektrik alan ile manyetik alanın birbirine karıştırılması” tahmininin, literatürde belirtilen kavram yanlışlarından biri olduğu belirlenmiştir. Öğretmen, 10. soruda “öğrencilerin lambanın direncine baktıkları, lambanın direnci değişmediğinden parlaklığın da değişmeyeceğinin düşündükleri ve akımın değişip değişmediğine” bakılmamasını zorluk olarak ifade ederken, 13. soruda “2 ve 3. devrede lamba sayılarının eşit olmasına karşın parlaklığın farklı olmasının, 1 ve 3. devrede ise lamba sayılarının farklı, parlaklığın aynı olmasının” öğrencilerin kafasını karıştırabileceğini belirtmiştir. Öğretmenin, içeriğe-özel kategorilerinde yaptığı tahminleri, beşinci soruda “akım yönü ile elektron yönlerinin karıştırılması” ile yedinci soruda “ampermetre ve voltmetrenin devreye nasıl bağlanacakları” şeklindedir.

Ö₃ öğretmeni öğretim uygulamaları sırasında, PAB testinde ifade etmediği “Ampermetrenin devrede bağlandığı yerin önemli olmadığını, dolayısıyla dirençten önce ve sonra akımın değişmeyeceği” öğrenici zorluğunu dikkate alarak açıklamalarda bulunmuş olduğu gözlenmiştir.

Ö₃: Ampermetre nasıl bağlanır?

Ö: Seri bağlanır.

Ö₃: Paralel bağlarsak kısa devre olur değil mi? Niye seri bağlıyoruz?

Ö: Akımı ölçmesi için

Ö₃: Paralel bağlarsak direnç üzerinden akım geçmez, iç direnç ampermetrede sıfır olduğu için akım rahat geçecektir.

Ö: Ampermetreyi dirençten önce veya sonra bağlarsanız fark etmez demiştiniz.

Ö₃: Evet fark etmez.

İletkenlerin ve yalıtkanların tartışıldığı konuda Ö₃ öğretmeni, evde ampul değiştirilirken nelere dikkat edilmesi gerektiğini sorduğunda, öğrencilerin anahtarın açık olduğu durumda elektrik akımının oluşacağını ve anahtar üzerinden geçemeyeceğini düşündükleri gözlenmiştir:

Ö₃: Evde ampul değiştireceksiniz. Dış kısmın elektrik akımını geçirmeyeceğini düşünüyorsunuz. Ama plastik terlik giyebilirsiniz.

Ö: Lambayı kapatırız.

Ö₃: Ya elektrik kaçağı varsa?

Ö: Lastik terlik giysek bile ayağımıza gidene kadar zarar vermez mi?

[Öğretmen tahtaya basit bir elektrik devresi çizer]

Ö₃: Anahtar solda olsun açık iken anahtar lamba yanar mı? Elektrik akımı anahtara gelir ama lamba yanar mı? Ya da anahtar sağ tarafta olsun gene yanmaz.

Ö₃ öğretmeni öğrencilere birbirine seri bağlı üç dirençten oluşan bir devrede dirençlere bir direnç daha eklenmesi durumunda devrenin toplam potansiyel farkı veya akımında nasıl değişiklikler olacağını sorarak, devredeki elemanlardan birinin değiştirilmesinin etkilerini açıkladığı gözlenmiştir:

Ö₃: $R_1 + R_2 + R_3$ dirençlerine R_4 direnci eklersek devrenin toplam potansiyel farkı değişir mi?

Ö: Değişir, değişmez...

Ö₃: Niye değişmez?

Ö: Hep aynı şeyden geçiyor

Ö: Aynı akım geçiyor.

Ö₃: Akım değişir mi? Devreden 2A geçiyordu. R_4 eklenirse gene 2A mı geçer? Akım azalır mı artar mı?

Ö: Artar, azalır.

Ö₃: Akım azalır ki potansiyel değişmesin.

...

Ö₃: Peki devreye $1/5 \Omega$ luk bir direnç eklerseniz eşdeğer direnç ne olur? Ö: Artar, azalır.

Ö₃: Büyüyecektir...

Öğretmenin öğrenci zorluklarını azaltmak için bir kavram veya konu ile ilgili özellikleri açıklarken, diğer konu ve kavramlarla karşılaştırma ve ilişkilendirme yaptığı gözlenmiştir:

Ö₃: Paralel bağlı bir devrede yeni bir direnci paralel olarak eklersem eşdeğer direnç azalır. Seri bağlı devrelerde ise artıyordu.

...

Ö₃: Paralel bağlı dirençlerde potansiyel farkları eşittir. Seri bağlıda akımlar eşitti.

Öğretmenin, öğretimi sırasında öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırmak için günlük hayatla ilişkilendirmeler yaptığı gözlenmiştir.

Ö₃: Evlerdeki lambalar, bunlar birbirlerine seri bağlanmış olabilir mi?

Ö: Hayır.

Ö₃: Demek ki paralel bağlı. Evimizdeki elektronik cihazlar birbirine seri bağlı değildir. Bulaşık makinesi çalıştığında diğer cihazların çalışması değişiyor mu? Akım düşüyor mu mesela?

Öğretmenin, potansiyel farkları eşit, birbirine seri bağlı iki dirençten oluşan ve birbirine paralel bağlı iki dirençten oluşan devreler arasında karşılaştırma yaptığı, seri bağlı devrelerde direnç sayısının artması ile akımın nasıl değişeceği ve daha sonradan işlenecek konularda bu bilginin nasıl kullanılacağına dair açıklamalar yaptığı gözlenmiştir:

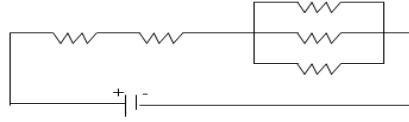
Ö₃: Birinci devrede akımı 3A bulduk, ikinci devrede ise 2A. Akım düştü. Neden düştü? Eşdeğer direnç arttığı için akım azaldı. Yazalım not alalım. Seri bağlı dirençlerde seri bağlı direnç bağlarsak devrenin ana kolundan geçen akım azalır. Bu açıklamayı niye yapıyoruz. İleride diyeceğiz ki lambaları görünce devreye bir lamba daha bağlandığında lambaların parlaklığı nasıl değişir? Azalır diyeceğiz.

Ö: O zaman ikinci devrede devreden geçen akım 2A olduğuna göre oradaki farklı değerdeki dirençlerde olan lambalar aynı parlaklıkta mı yanar? Üzerlerinden geçen akım aynı?

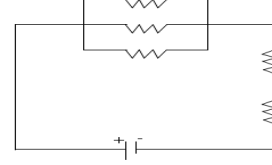
Ö₃: Onun matematiksel bir bağıntısı var ona göre hesaplayacağız, ileride göreceğiz.

Paralel bağlı devrelerde, potansiyel farkının neden birbirine eşit olduğunu öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırmak için öğretmen, birbirine paralel bağlı üç direncin bir üretece bağlandığı bir devre çizmiştir. Bu devrede en üstteki dirence bir voltmetre bağlamıştır. Bu voltmetrenin uçları üretece doğru kaydırılarak, eğer hiçbir dirençle karşılaşmadan üretecın uçlarına kadar götürülebiliyorsa, direncin uçları arasındaki potansiyel farkın üretecın uçları arasındaki potansiyel farkı ile aynı olacağı açıklanmıştır. Aynı şekilde herhangi bir dirençle karşılaşmadan başka bir direncin uçları arasına kadar gidebiliyorsa bu iki direncin uçları arasındaki potansiyel farkın aynı olduğu açıklanmıştır. Konunun anlaşılıp anlaşılmadığını değerlendirmek amacıyla ise 5 dirençten üçünün

birbirine paralel, diğerlerine bu üç direncin seri bağlı olduğu bir devre çizilmesi istenmiştir. Öğretmen, aşağıda (I)'de verilen devreyi çizen öğrencilere (II)'deki devreyi çizerek, aralarında fark olup olmadığını öğrencilerle irdelemiştir:



(I)



(II)

Şekil 31. Ö₃ öğretmenin ders içerisinde kullandığı görselleştirmeler

Ö₃: İkinci devre ile birinci devre birbirinden farklı mıdır? Devreler aynı mıdır?

Ö: Hayır hocam aynı değil.

Ö: Aynı.

Ö₃: Devrelerin birbirinden farkı yoktur aynıdır. Her iki şekilde de seri bağlı dirençler birbirine paralel bağlı üç dirence seridir.

Yine (II)'deki birbirine paralel bağlı üç dirençten ortadaki direncin, birbirine seri bağlı dirençlere seri bağlı olmadığını öncelikle üç paralel bağlı direncin eşdeğer direncinin bulunması gerektiğini, bu eşdeğer direncin, diğer iki seri bağlı dirence seri bağlı olduğunu ifade etmiştir. Ö₃ öğretmeni aday öğretmenlerin yaptığı gibi, öğrencilere özdeş olan ve paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direncini kısa yoldan bulmak için R/n kuralını uygulayabileceklerini ifade etmiştir:

Ö₃: Bakın bunların ikisi de 8 ve 8 olduğu için bunların yarısı 4. Diğer direnç de 4. 4 ve 4 yarısı 2. Formülü kullanmadan da kısa yoldan eşdeğer direnci bulabilirsiniz.

Ö₃ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminleri derin ve içeriğe-özel kategorilerinde olduğu, öğretimi sırasında konuları, basitten karmaşığa doğru ve öğrencilerin karşılaşabilecekleri muhtemel güçlükleri dikkate alarak açıklamalar yaptığı gözlenmiştir. Öğretmen öğretimi sırasında benzetim ve deneyleri kullanmadığı, günlük hayatla ilişkilendirmeler yaparak ve örnek çeşitlerini arttırarak öğrenci zorluklarını gidermeye çalıştığı belirlenmiştir.

Ö₄ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerin ağırlıklı olarak içeriğe-özel kategorisinde olduğu, beş soruya yönelik derin ve bir soruya

yönelik ise yüzeysel kategorilerinde tahminlerde bulunduğu görülmektedir. Ö₄ öğretmenin PAB testinde 3 ve 12. sorulara ilişkin yaptığı derin kategorisindeki tahminleri “öğrencilerin sağ el kuralını uygularken sıkıntı çekebilecekleri” ve sekizinci sorudaki öğrenci zorluklarına ilişkin tahmini “öğrencilerin potansiyel fark ile e.m.k’ni karıştırabileceği” şeklinde olmuştur. 10 ve 15. sorularda tahminleri ise “dirençten sonra akımın azalacağını veya R₂ direncinin artıp artmamasının parlaklığı engelleyemeyeceği” şeklindedir. Öğretmenin içeriğe-özel kategorisindeki tahminlerinin, beşinci soruda “akım yönü ile elektronların yönünü karıştırma”, yedinci soruda “voltmetre ve ampermetrenin devreye nasıl bağlandığını bilmeyenler” ve 11. soruda “özdirençte hata yapanlar olabiliyor” şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Öğretim sırasında öğretmenin devre elemanları arasında ifade edilen pil, üreteç, batarya gibi kavramların aralarındaki farkı açıkladığı gözlenmiştir.

Ö₄: Pil veya aküye üreteç deriz. Ne üretir bu? Elektrik üretir. Pil üreteçtir. Pil dışında ne var cep telefonlarında?

Ö: Batarya

Ö₄: Bataryanın farkı nedir?

Ö: Pil görevi görür. Enerji verir.

Ö₄: Birden fazla pilden oluşan üreteç sistemine batarya denir.

Ö₄ öğretmeni voltmetrenin neden paralel bağlanması gerektiğini açıklarken, voltmetrenin seri bağlanması durumunda ne olacağını öğrencilere sorduğunda, bir öğrenci kavram yanlılığı sergilemiş ve öğretmen bu yanlılığı benzetim kullanarak gidermeye çalışmıştır:

Ö: Voltmetre iki nokta arasındaki farkı ölçer.

Ö: Direnç farkı. Elektrik akımı direnç kaybedecek.

Ö₄: Akım azalacak mı demek istiyorsun? Geçmiş bilgilerinizde sıkıntı var. Su pompasının pil, iletken tellerin hortumlar olduğunu kabul edelim. Suyun miktarında azalma olur mu? Olmaz. Su akımdır. Her yerden geçen akım aynı olacaktır. Bir kısmı ısıya dönüşür bu ayrı.

Bir öğrenci aynı durumun sıvıların iletkenliğinde de geçerli olup olmadığını sorduğunda öğretmen akımda kayıp olacağını belirtmiştir:

Ö: Devrede bir yerde iki kol arasında tuzlu su olursa akım enerji kaybına uğrar mı?

Ö₄: Çok büyük kaybı olacağını sanmıyorum. Ama daha az olacaktır. İyon hareketine bağlı.

Ö: Jeneratörü denize koysak denizdeki canlılar ölmez mi deniz de tuzlu su.

...

Ö₄: Ölebilir kabloları suya soktuğumuzda.

İletken tellerin direnci olduğu ancak ihmal edildiğini öğretimi sırasında vurgulamayan öğretmen, ders planında kısa devre olayını “akımın dirençsiz yolu tercih etmesi” olarak tanımladığı görülmüştür.

Ö₄ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerin ağırlıklı olarak içeriğe-özel ve derin kategorilerinde olduğu görülmektedir. Öğretmenin öğretim uygulamalarını basitten karmaşığa doğru ve benzetimleri kullanarak yaptığı, ancak günlük hayatla ilişkilendirmeleri ve deneyleri kullanmadığı gözlenmiştir.

Ö₅ öğretmenin PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptığı tahminlerinin ağırlıklı olarak içeriğe-özel kategorisinde olduğu ancak bazı soruların derin ve tahminsiz kategorilerinde de cevaplandırıldığı görülmektedir. Öğretmenin tahminsiz kategorisindeki cevabının “herhangi bir zorluk yaşayacaklarını düşünmüyorum” şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ö₅ öğretmenin derin kategorisindeki tahminleri birinci soruda “öğrencilerin tellerin uzunluğunu hesaba katmayacakları”, altıncı soruda “sağ el kuralını uygulamada problemler yaşayacakları”, 14. soruda “anahtarın kapatılmasının direnci veya akımı değiştireceğinin öğrenciler tarafından tahmin edilmemesi” şeklindedir. Öğretmenin içeriğe-özel kategorisindeki tahminleri ise beşinci soruda “elektronların – kutuptan + kutba doğru aktığını bilmiyorlardır” ve yedinci soruda “seri ve paralel bağlamayı karıştırabilecekleri” şeklindedir.

Öğretim uygulamaları sırasında bir öğrencinin mıknatısın çekimi ile yerçekimini karıştırması bir öğrenci zorluğu olarak belirlenmiştir:

Ö₅: Geçen hafta manyetizmaya giriş yapmıştık iki tane örnek çözmüştük.

Ö: Hocam, yerçekimi bizi çekiyor ya, ama mıknatıs sadece demiri çekiyor.

Ö₅: Kütleler arası kütle çekimi var zaten. Bazı şeyleri çok irdelemeyin. Daha ileri giderseniz başka konular var. Örneğin hareket eden hızı olan bir cismin kinetik enerjisi varken, yerden belli bir yükseklikteki cismin potansiyel enerjisi vardır ama Einstein'e göre duran cisimlerin de enerjisi var. $E = mc^2$

Ö: Hocam büyük kütleli cisim küçük kütleli cisme kuvvet uyguluyor ya o zaman binanın altında daha az ağırlığımız olmalı.

Ö₅: Kütle çekim kuvveti $F = m_1 \cdot m_2 / d^2$ küçük cisim hangi kuvvetle itiyorsa, büyük cisim de aynı kuvvetle çeker. Büyük kütle küçüğünü daha çok çeker diye bir şey yok anlaşılıyor mı?

Ö₅ öğretmeni yatay düzlemde aralarında belirli mesafeler bulunan mıknatısların durumu ile ilgili soruda, tahtada düşey olarak bulunuyormuş gibi duran mıknatıslar ile ilgili öğrencilerin yanlış anlamalarını önlemek amacıyla uyarıda bulunmuştur:

Ö₅: Çocuklar şekle bu şekilde baktığımız zaman kafanız karışmasın. Üst üste duruyormuş gibi ama öyle değil. O zaman mıknatısların kütleleri ve ağırlıkları da işin içine girer.

Yine düşey olarak iplere asılan mıknatısların bazılarının birbirini ittiği, bazılarının çektiği bir durumda, mıknatısların kutuplarının cinsinin ne olabileceği sorulduğunda bir öğrenci, soruyu anlamakta zorluk çekmiştir:

Ö: Ama hocam mıknatısları gerçekten assak hepsi N olmaz mı? Yani hepsi doğuya doğru yani o yöne doğru yönelmez mi?

Ö₅: O farklı...

Ders sonrasında öğretmene öğrencinin ne demek istediği sorulduğunda öğretmen “geçen derste mıknatıs kütle merkezinden asıldığında dünyanın manyetik alanından dolayı kuzeye yönelir, kuzey-güney yönünü alır demiştik. O soruyu bu durumla karıştırdı” açıklamasında bulunmuştur.

Öğretmenin öğrencilerin manyetik alanın yönünü belirlemede sağ el kuralını nasıl uygulayabileceklerini kalem yardımıyla göstererek açıklamalarda bulunduğu gözlenmiştir:

Ö₅: ...Başparmağı kalemin üstüne koy 4 parmak manyetik alanın yönünü gösterir. Elinizi kalemler defterin üzerine koyun. 4 parmak sayfadan içeri doğrudur...

Ö: Ama o zaman hiçbir zaman değişmez ki.

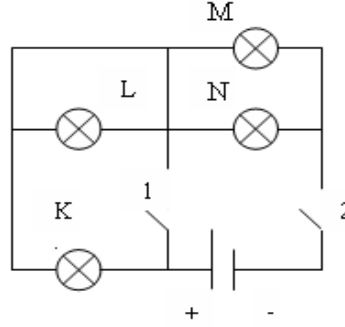
Ö₅: Kalemin ön tarafında da B var. Orası için parmaklar sayfa düzleminden dışarı doğrudur. Tel başka şekil ve yönlerde de olabilir mesela düşey doğrultuda veya yatayda şu şekilde... Düşey doğrultuda içerisinden yukarı doğru akım geçen iletken telin 4 tarafında B vardır ama kapı tarafındaki tahtaya doğru, pencere tarafındaki size doğru...

Ö₅ öğretmenin problem çözümlerinde öğrencilere mümkün olduğu durumlarda ikinci bir çözüm yolu açıkladığı, açıklanan pratik çözümlerin sonuca kısa sürede ulaşmayı kolaylaştırması açısından öğrencilere önerildiği gözlenmiştir:

Ö₅: $R_X = R$ ise boy 8 kat artırılırsa $8R$, doğru orantılı olduğundan, kesit 4 kat artırılırsa $4'e$ böleriz ters orantı olduğundan sonuç $2R$ olur yeni direnç değeri. Bu tür sorularda sınavda tercih edeceğimiz yol bu yol olmalıdır.

Ö₅ öğretmeni de n tane birbirine paralel bağlı direncin eşdeğer dirençlerini bulmak için R/n bağıntısının kullanılabileceğini açıklamıştır. Seri ve paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç hesaplamaları önce seri bağlı, sonra paralel bağlı ve daha sonra karışık devrelerde basitten karmaşığa doğru yapılmıştır. Lambaların parlaklıkları ile ilgili problem çözümlerinde bir öğrenci, açık anahtarların kapatılması durumunda dirençli yoldan geçmeden akımın dirençsiz yolu tercih etmesini anlamakta zorluk çekmiştir. Aşağıdaki şekilde öğretmen 1 ve 2 lambalarının birlikte kapatılması durumunda hangi lambaların yanacağını sormuştur. Sadece 1 anahtarının kapatılması durumunda üreticinin işlevini

yitireceğini bu nedenle 2 anahtarının mutlaka kapatılması gerektiğini söyleyen öğretmen her ikisinin kapatılması durumunda M ve N lambalarını yanacağını ifade etmiştir. Ancak bir öğrenci akımın neden L lambasından geçmediğini anlamakta zorluk çekmiştir:



Şekil 32. Ö₅ öğretmenin ders içerisinde kullandığı görselleştirme

Ö₅: Akım dirençsiz yolu tercih edeceğinden K lambası yanmaz. L ve N lambaları arasındaki düğüm noktasından akım ikiye bölünür. M ve N lambaları yanar.

Ö: Peki akım orda L lambasından geçmez mi? Nerden biliyor akım? L ve N noktası arasındaki noktadan ikiye bölündükten sonra L lambasına neden gitmez?

Ö₅: ...

Bu soruda öğrenciye cevap vermeyen öğretmen bir sonraki soruda da aynı problemle karşılaşan öğrenciye açıklaması aşağıdaki gibi olmuştur:

Ö₅: Akımın devreyi tamamlaması gerekir. M ve N noktasından gelen akım direkt aşağıya iner L ve K lambasına uğramadan... En kısa yoldan devreyi tamamlamaya çalışır.

İçinden akım geçen halka şeklindeki bir telin merkezindeki manyetik alanın yönünün sağ el kuralı ile nasıl bulunacağını tanımlanması sırasında bir öğrenci daha önce kuralın farklı şekilde uygulandığını hatırlatmıştır:

Ö₅: Akım taşıyan tel halkanın merkezinde meydana gelen manyetik alanın yönü bulunurken, sağ elin 4 parmağı akım yönünü gösterecek şekilde halka avuç içine alınır...

Ö: Ama hocam tam tersi değil miydi?

Ö₅: Halka için farklı...

Aynı doğrultudaki manyetik alanların bileşkesini açıklayan öğretmen farklı doğrultulardaki manyetik alanların vektörel toplamından farklı olduğunu vurgulamış ancak bu hesaplamının nasıl yapılacağına dair açıklamada bulunmamıştır:

Manyetik alanlar $\begin{matrix} \uparrow \\ \downarrow \end{matrix}$ B şeklinde veya $\begin{matrix} \uparrow \\ \uparrow \end{matrix}$ B şeklinde oluyordu. Bunların bileşkesini toplayarak veya çıkarma işlemi yaparak buluyorduk. Ancak $\begin{matrix} \uparrow \\ \leftarrow \end{matrix}$ B şeklinde olursa farklı bir yöntem uygulayacağız. Onu daha ileriki yıllarda öğreneceksiniz.

PAB testinde, öğrenci zorluklarına ilişkin ağırlıklı olarak içeriğe-özel kategorisinde tahminlerde bulunan Ö₅ öğretmenin, uygulamalarında birçok öğrenci zorluğu ile karşılaştığı gözlenmiştir. Bu zorlukların giderilmesinde gösteri, örneklendirme ve açıklamaları sıklıkla kullanan öğretmenin, daha önce öğrenilen kavram ve konuları da kullanarak ilişkilendirmeler yaptığı belirlenmiştir.

Ö₆ öğretmeni PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili en fazla yüzeysel tahminlerde bulunan katılımcı öğretmen olduğu, bazı sorular için derin ve içeriğe-özel kategorilerinde de tahminlerde bulunduğu görülmektedir. Ö₆ öğretmenin derin kategorisindeki tahminleri, üçüncü soruda “sağ el kuralının uygulanması”, dördüncü soruda “alternatif akımda ileri-geri hareket eden elektronların akımı nasıl oluşturduğunun anlaşılması”, beşinci soruda ise “elektrik alanda yüklü bir cisme etki eden kuvvetin yönünün doğru olarak bulunmasında” öğrencilerin günlük yaşayabilecekleri şeklindedir. Yedinci soruda “ampermetre veya voltmetrenin kutuplarının olup olmadığı” vurgulanırken, 12. soruda “B, F ve I akımının birbirine dik olmasıyla ilgili” yaşanabilecek sıkıntılar ifade edilmiştir. Öğretmenin içeriğe-özel kategorisindeki tahminleri ise birinci soruda “eşdeğer direncin hesaplanması, Ohm kanununun uygulanması”, ikinci soruda ise “öğrencilerin maddelerde iletkenlik konusunu sorgulayacakları” şeklindedir. Öğretmenin yüzeysel kategorisinde bulunduğu tahminlere, sekizinci soruda “cebirsal toplama hataları”, dokuzuncu ve 10. soruda “işlem hatası” tahminleri örnek olarak gösterilebilir.

Ö₆ öğretmenin öğrencilerin karşılaşılabilecekleri problemlerden biri olan ampermetre ve voltmetrenin kutuplarının olmadığı düşüncesini gidermek için gösteri ve deney sunum yöntemlerini kullandığı belirlenmiştir. Öğretmenin, öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorlukları dikkate aldığı, benzetimin yanında örneklendirme sunumunu, günlük hayatla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirme yaparak öğretimini düzenlediği gözlenmiştir:

Ö₆: Şimdi bu da suyu iletken hale getirmek için kullandığımız kimyasal maddelerden bir tanesi. İyonize ediyoruz suyu yani. Çamaşır sodası kullanıyoruz. Ama bu şu anda katıdır. Onu biraz sallayalım iyice çözeyim. Bu çamaşır sodasının iyice seyreltik hale gelmesi lazımdır. Bu bir tuz da olabilir. Biliyorsunuz tuzlu su iletkendir. Şekerli su iletken midir? (Ö₆, Gözlem)

Öğrencinin her zaman neon gazının kullanılıp kullanılmadığına dair sorusunu anında cevaplandıran öğretmen tekrar kimya konularıyla ilişki kurarak açıklama yapmıştır:

Ö₆: İletken hale getirmek için ileri de göreceksiniz bunlarda cıva buharı kullanılıyor. Mesela x-ışınları oluşurken bunlarda cıva buharı kullanılıyor. Ya da kimyadaki konuları hatırlarsanız aktiflik sırasına göre bunları tabii bunların elektron alması elektron vermesi sırasına göredir. Farklı gazlar da kullanılabilir. Örneğin, Neon, ksenon, argon, kriptonu değil mi bunların yanı sıra bunların buharı da kullanılır. Bu arada hidrojen atomu da düşük basınçta bu şekilde kullanılabilir hatırlatayım. (Ö₆, Gözlem)

Öğretmen ayrıca belirli konulardaki veya kanunlardaki istisnalardan da bahsetmiştir:

Ö₆: Direnç ortamın sıcaklığına bağlıydı. Ortamın sıcaklığı arttıkça direnç genellikle artar. İstisnalarımız var bahsedildi herhalde size derste ama ben de bahsettim hatırlarsanız söyleyeyim karbon vs. olunca sıcaklık artırılsa da bunların dirençleri azalıyor. Peki, genel olarak sıcaklık artınca direnç artıyor peki, biz metallerin sıcaklığını artırdıkça dirençleri artıyor dedik peki üzerlerinden geçen akım azalır mı sıcaklığın artırdığımızda?

Ö: Akım azalır. (Ö₆, Gözlem)

Ö₆ öğretmeni PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili ağırlıklı olarak yüzeysel tahminlerde bulunmuş, ancak bazı sorular için derin ve içeriğe-özel kategorilerinde de tahminleri olduğu belirlenmiştir. Öğretim uygulamalarında, deney, gösteri, örneklendirme, günlük hayatla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirme yaparak öğrencilerden gelen soruları zorluklarını giderecek şekilde cevaplandığı gözlenmiştir.

Bu kısımda katılımcıların öğrenci zorlukları bilgisi ile ilgili bulgular sunulmuştur. Elde edilen bulgular, PAB testinde uygulamalar arasında katılımcı öğretmen adaylarının öğrenci zorlukları ile ilgili tahminlerinde tahminsiz kategorisine doğru artışın olduğunu (A₁, A₄, A₆, A₇) ve genel olarak içeriğe-özel tahminlerde uygulamalar arası değişim olmadığını göstermiştir. Uygulamalar arasında A₁ adayının derin kategorisindeki tahminlerinde azalma, A₃ adayının derin ve A₅ adayının diğer kategorisindeki tahminlerinde artma tespit edilmiştir. Buna rağmen adayların tamamına bakıldığında genel olarak derin kategorisindeki tahminlerinin bütün uygulamalarda az sayıda olduğu belirlenmiştir. Adayların öğrenci zorluklarına ilişkin tahminleri yüzeysel ve içeriğe-özel kategorilerinde yoğunlaşmış olduğu belirlenmiştir. PAB testinde, öğrenci zorlukları ile ilgili bazı adayların (A₁, A₃, A₅, A₆) tahminlerinin, öğrencilerde muhtemel kavram yanlışlarına işaret ettiği, ancak ifade ettikleri bu yanlışlar, kendilerinde de yanlışların olduğunu ortaya çıkartmıştır.

Öğretmen adaylarının yapmış oldukları ders planlarının incelenmesinde bazılarının öğrenci zorluklarını ders planlarına aldıkları (A₁, A₃, A₅, A₇), bazılarının ise ders planlarında öğrenci zorluklarına yer vermedikleri (A₄, A₆) belirlenmiştir. Öğretmenlik uygulamalarında, A₁, A₃ ve A₇ öğretmen adaylarının ders planlarına dâhil ettikleri öğrenci zorluklarını giderebilmek için bazı uygulamalar yaptıkları, ancak A₅ adayının ders planında var olan öğrenci zorluklarına ilişkin uygulamada bir şey yapmadığı gözlenmiştir. A₃ ve A₅ adayları öğretmenlik uygulamalarında her ne kadar ders planlarında öğrenci zorluklarına işaret etseler de uygulama sırasında öğrencilere yeni zorluklar çıkartabilecek, seviyeleri üzerinde örnek problemler kullanmışlardır. A₃ adayı program dışında problemler ve açıklamalara yer verirken, A₅ adayının da konuların uygun sırada ve hızda verilmesine dikkat etmediği gözlenmiştir. Bazı öğretmen adayları (A₄, A₅, A₆, A₇), öğrencilerin problem çözmelerini kolaylaştıracak ve zaman kazandıracak pratik yolları uygulayarak göstermiştir. Öğretmen adaylarının uygulamalarının gözlenmesinde ortaya çıkan öğrenci zorlukları karşısında genellikle yetersiz kaldıkları, ya hiçbir açıklama yapmayarak (A₅, A₇) ya da yetersiz açıklamalar (A₄, A₇) ile zorlukların giderilemediği ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan uygulamaları sırasında fark ettikleri öğrenci zorluklarından olan “akımın dirençten önce veya sonra değişeceği veya akımın dirençte tüketileceği” yanlıgısını giderebilmek için bazı öğretmen adaylarının (A₄, A₅, A₇) gerekli açıklamaları yaptığı gözlenmiştir.

Katılımcı öğretmenlerin çoğunun PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili tahminlerinin, genellikle içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaştığı, sadece Ö₆ öğretmenin tahminleri daha çok yüzeysel kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının aksine genel ve diğer kategorilerinde hiçbir öğretmenin öğrenci zorluklarına ilişkin tahminde bulunmadığı tespit edilmiştir.

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 öğretmen adaylarının aksine 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. Öğretmenlerin uygulamalarında ortaya çıkan öğrenci zorluklarını dikkate alarak öğretmen adaylarının aksine detaylı açıklamalarla zorlukları gidermeye çalıştıkları gözlenmiştir.

Özetle, öğretmen adayları öğretimlerini içeriğin aktarılmasına odaklı yürütmekte, öğretmenler ise farklı öğrenciler tarafından karşılaşılabilecek zorlukları hesaba katarak

öğretim sunumlarını zorluklara göre çeşitlendirmektedirler. Öğretmen adayları ve öğretmenlerin uygulamalarında ortaya çıkan önemli bir bulgu da, öğretmenlerin öğretimi öğrenci açısından kolaylaştırmak için konu ve kavramları basitten karmaşığa doğru sunmaları, bazı zorlukları ve bu zorlukları giderecek açıklamaları öğrenciler ifade etmeden öğretime dâhil etmeleri ve önceki konu ve kavramlar ve diğer disiplinler ile ilişki kurmaları olmuştur.

Bu bölümde, katılımcıların PAB'ları ve PAB'larının gelişimi ile ilgili elde edilen bulgular sunulmuş ve izleyen bölümde, bu çalışmada ortaya çıkan bulguların literatüre dayalı olarak tartışılması yer almaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu bölümde, katılımcıların PAB'ının alan bilgisi, sunum bilgisi, öğretim oryantasyonları ve öğrenci hakkındaki bilgi bileşenlerine yönelik elde edilen bulgular literatüre dayalı olarak tartışılmıştır. Tartışmalar beş kısım altında yürütülmüştür. Birinci kısımda öğretmen adayları ve öğretmenlerin alan bilgisi, ikinci kısımda sunum bilgisi, üçüncü kısımda oryantasyonları, dördüncü kısımda öğrenci bilgisi bileşenleri yer alırken, beşinci kısımda PAB ve PAB gelişimine yönelik bulgular literatüre dayalı olarak tartışılmıştır.

4.1. Katılımcıların Alan Bilgisine Yönelik Bulguların Tartışılması

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları alan bilgileri ve değişimi ile ilgili elde edilen bulgular ve öğretmenlerin aynı konudaki alan bilgilerine ilişkin bulgular doğrultusundaki tartışmalara yer verilmiştir.

PAB, alan bilgisinin dönüşümü olarak kabul edildiğinden alan bilgisi, PAB için ayrı bir önem taşımaktadır (Padilla vd., 2008). Dolayısıyla öğretmenin konu alanı bilgisindeki gelişmeyi ihmal etmek, öğretmeyi öğrenmede ve öğretimde alan bilgisinin önemini görmezden gelinmesi anlamına gelmektedir (Shulman, 1986). Çünkü öğretmenlerin doğru olmayan bilgiye sahip olmaları ya da bilgilerini sınırlı yollarla dönüştürmeleri, bu fikirlerini öğrencilerine de aktarmaları (Käpyla vd., 2009), öğrencilerin kavram yanlışlıklarını değiştirmede başarısız olmaları, yazılı kaynakları eleştirel olarak kullanamayabilecekleri veya uygun olan şekillerde değiştiremeyecekleri anlamına gelmektedir. Öğretmenlerin sahip oldukları alan bilgisinin, onların öğretim sırasında kullandıkları soru şekllinden, verecekleri ödevlere kadar tüm uygulamalarını şekillendireceği ifade edilmektedir (Lin ve Yang, 1995; Nilsson, 2008; Jonston ve Ahtee, 2006). Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin Elektrik ve Manyetizma ünitesine ilişkin alan bilgilerini belirlemek ve belirli dönemlerdeki değişimi tespit etmek amacıyla katılımcılara PAB testi uygulanmış ve öğretim uygulamaları sırasında gözlem yapılarak informal mülakatlar yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının, PAB testinden

aldıkları puanlara göre oluşturulan Şekil 17'ye göre, elektrik akımına yönelik sorularda, elektrik akımının manyetik etkisine yönelik sorulara (3, 6 ve 12. sorular) göre daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu araştırmada elde edilen bulgular, bazı öğretmen adaylarının, manyetik alanı manyetik kuvvet veya elektriksel kuvvet gibi düşündüklerini ortaya koymuştur (Bkz. öğretmen adaylarının 6. sorudaki alan bilgileri). Bu yanılığa sahip öğretmen adayları, manyetik alan içerisinde ilk hızsız bir parçacığın harekete geçeceğini, parçacığın manyetik alan ile aynı yönde hızı varsa hızının artacağını, zıt yönde ise yavaşlayacağını ifade etmişlerdir. Üniversite öğrencileri ile yapılan bazı çalışmalarda benzer bulgular elde edilmiştir. (Guisasola, 2004; Kocaküllah, 2002; Karal, Alev ve Yiğit, 2009). Öğrencilerin manyetik alanın durgun bir yüke etki edeceğini düşünmelerinin nedenini Guisasola (2004), Coulomb yasasında olduğu gibi öğrencilerin manyetik alanı, iki durgun yük arasında var olan elektriksel kuvvet ile karıştırdıkları için yanılığa düştükleri şeklinde açıklamaktadır. Bu araştırmacılar farklı olarak, aynı soruyu kullanan Aubrecht ve Raduta (2004) çalışmalarında, katılımcı üniversite öğrencilerinin yarısından fazlasının, $V=0$, $V \parallel B$ ve $V \perp B$ gibi farklı koşullarda parçacığa etkiyen kuvveti ve parçacığın hareketini, parçacığın yörüngesi hariç doğru olarak cevaplandırdıklarını belirlemiştir.

Kavram yanılığının yalnızca düşük oranda cevaplandırılan sorularda değil, en çok puan alınan ve elektrik akımına ilişkin 13 ve 14. sorularda da olduğu görülmektedir. Bu sorularla ilgili olarak, bazı adayların, üretici sabit bir akım kaynağı olarak düşünme ve pilden yayılan akımın dış devredeki değişikliklerden etkilenmemesi şeklinde yanılığın olduğu belirlenmiştir. Üreticinin sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi ve akımın dış devredeki değişikliklerden etkilenmemesi kavram yanılığın, hem lise düzeyindeki öğrencilerle (Cohen vd., 1983; Duit ve Rhöneck, 1997; Lee ve Law, 2001; Çıldır ve Şen, 2006) hem de öğretmen adayları (Küçüközer ve Demirci, 2008; Karal vd., 2009) ve öğretmenlerle (Pardhan ve Bano, 2001) yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Chabay ve Sherwood (2006), elektrik ve manyetizma konusundaki yaygın kavram yanılığın ve bilgi eksikliklerinin nedenini, elektrik alan, manyetik alan ve manyetik kuvvet gibi kavramların mikroskobik, soyut ve vektörel işlemleri içerdiğinden, öğrencilerin üç boyutlu düşünmesini sağlamak için zamana duyulan ihtiyaç olarak açıklamaktadır. Chabay ve Sherwood (2006), bu kavramların elektrostatik ve akım gibi kavramlardan sonra, derslerin son zamanlarında hızlı bir şekilde tanıtıldığını, bu nedenle öğrencilerin vektörel işlemleri ve zor zihinsel çevrimleri yapabilmeleri, konuyla ilgili yeterli deneyim kazanabilmeleri, elektrik alan ve manyetik alanı karşılaştırarak etkilerini anlayabilmeleri için yeterli zamanları kalmadığını

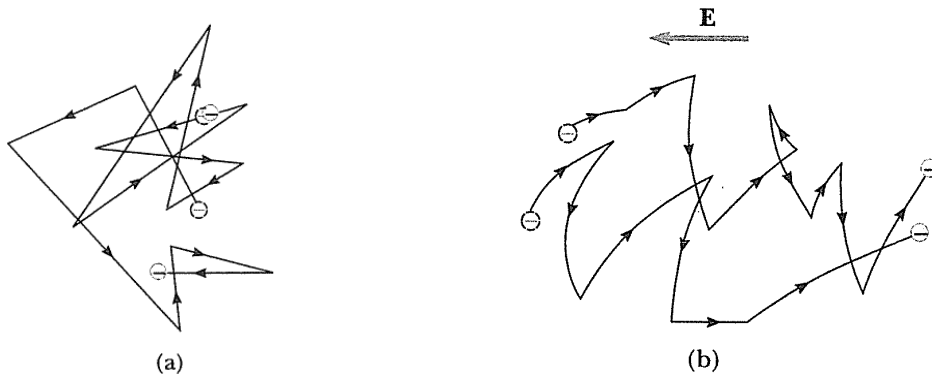
ifade etmektedir. Benzer şekilde, Karal (2003) üniversite düzeyinde temel fizik derslerinde, önce gelen elektrik konularına daha fazla zaman ayıran öğretim elemanlarının aynı ders kapsamında programda daha sonra gelen manyetizma konularına yeterince zaman ayıramadıklarını ve öğretmen adaylarının kendilerini elektrik ve manyetizma konularında daha yetersiz hissettiklerini belirtmiştir.

İletken tellerin direncinin, dış devre dirençlerine oranla daha az dirence sahip olmasından dolayı çoğunlukla ihmal edilmesi (Demirci ve Çirkinoglu, 2004; Pardhan ve Bano, 2001) ve öğretim uygulamalarında genellikle Ohm yasasına uyan iletkenler ile ilgili uygulamalar yapılması nedeniyle, tellerin direnci olmadığı ve Ohm yasasının tüm iletkenler için geçerli olduğu algısının, bazı öğretmen adayları tarafından kural olarak benimsendiği ortaya çıkmıştır. Ohm kanununun doğanın temel bir kanunu olmaması ve belli maddeler için geçerli olan deneysel bir bağıntı olmasına karşın (Servay ve Beichner, 2002, s.847), adayların büyük çoğunluğu, bu kanuna uymayan bir iletkenin özelliklerini de Ohm yasası ile açıklamaya çalıştıkları belirlenmiştir (Bkz. öğretmen adaylarının dokuzuncu soru ile ilgili alan bilgileri).

Adaylarının yaklaşık olarak yarısının devrede anahtarın açık olmadığı durumda, üretcin uçları arasında potansiyel farkın oluşmayacağı kavram yanılığına sahip oldukları belirlenmiştir (Bkz. öğretmen adaylarının sekizinci soru ile ilgili alan bilgileri). Potansiyel farkın, akımın nedeni olarak değil de sonucu olarak algılandığı bu yanılığın lise öğrencileri ile yapılan çalışmalarla (Çıldır ve Şen, 2006) belirlenirken, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan çalışmalarda (Pardhan ve Bano, 2001; Küçüközer ve Demirci, 2008) böyle bir yanılığın belirlenmemiştir. Sekizinci soruda belirlenen bu kavram yanılığının dışında, yanlış ve eksik kategorisinde yer alan cevaplarda $\Delta V = \mathcal{E} - I \cdot r$ eşitliğinde iç direnç yerine dış direnç (R) kullanıldığı veya iç direncin 0 (sıfır) olarak kabul edilmediği durumda, üretcin uçları arasındaki potansiyel farkın \mathcal{E} değerinden az olacağı ancak ne kadar az olacağı belirtilmediği görülmektedir. Yip vd.'ne (1998) göre bilgi eksikliği, yaygın anlamdaki bilgi eksikliğinin yanında, fizik kanunlarının uygulaması ile ilgili bilgisizlik, kavramların resimsel betimlemeleriyle ilgili örnek yokluğu ve eksikliğini de kapsamaktadır. Bu boyut ayrıca, örnek bulmak için yetenek eksikliği, hipotez kurmak için yetenek eksikliği, deney düzenlemek, sonuçların güvenilirliğini test etmek ve fizik kanunlarını hiyerarşik olarak düzenlemek ve bağlantıları tanımlamak gibi anlaşılması daha zor bilgi yetersizliklerini de içermektedir. Yip vd. (1998), bir bataryanın iç direnci ile dış

devredeki voltaj düşüşü arasındaki bağlantıyı görmedeki başarısızlığın bu tarz bilgi eksikliği ile ilgili olduğunu ifade etmektedir.

Adayların ikinci soruda, elektronların sürüklenme hızının yavaş olmasına karşın anahtar kapatıldığında elektrik akımının hızlı oluşmasının nedenine ilişkin açıklamalarının, elektronların titreşim hareketi yaptıkları ve bu titreşim ile enerjiyi birbirlerine aktardıkları şeklinde olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları bu açıklama, bilimsel olarak pilin kutupları arasındaki potansiyel farkın, iletkenin her yerinde elektrik alanının oluşmasını sağladığı (Servay ve Beichner, 2002, s.844), elektrik alanın aniden tel boyunca yayılarak, iletkenin her yerinde serbest elektronları harekete geçirmesi açıklamasıyla örtüşmemektedir. Hızlanan elektronların birbirlerine oldukça uzak ve atoma göre oldukça küçük olmalarından dolayı, elektronların birbirlerine değil atomlara çarptığı bilinen bir gerçektir. Elektrik akımı, anahtar kapanınca iletkenin uçları arasındaki potansiyel farktan dolayı iletken içinde her yerde E alanının meydana gelmesi ile oluşmaktadır. Yalıtılmış bir iletkende bu elektronlar rastgele hareket etmektedir. Bu iletkende, potansiyel farkın elektrik alan oluşturmasıyla, elektronlar üzerine elektriksel kuvvet uygulanmakta ve akım oluşmaktadır (Servay ve Beichner, 2002, s.842). Elektronlar iletken boyunca doğrusal değil, metal atomlarıyla çarpışarak karmaşık zikzak hareketler yapmaktadırlar (Şekil 33). (a) Elektriksel alan olmadığı ve sürüklenme hızının sıfır olduğu bir iletkendeki yük taşıyıcının rasgele hareketlerinin şematik diyagramını, (b) elektriksel alanın ve sürüklenme hızının olduğu bir iletkendeki yük taşıyıcının değişen rasgele hareketini göstermektedir.



Şekil 33. İletken telde elektronların hareketi

Elektronlardan metal atomlarına aktarılan enerji, atomların titreşim hareketlerinin artmasına neden olmaktadır. Bu çarpışmalara rağmen elektronlar iletken boyunca E alana ters yönde sürüklenme hızı ile yavaşça hareketlerine devam etmektedirler. E alanı yokken serbest elektronların sürüklenme hızı 0 olduğundan, iletkende akım olmayacaktır (Servay ve Beichner, 2002, s. 851). Yani ortalama olarak bir yönde ne kadar elektron hareket ediyorsa, tersi yönde de o kadar \bar{e} hareket edeceğinden net bir yük akışı olmayacaktır. Bu açıklamaya göre, elektrik akımı oluşumu elektronların enerjiyi birbirlerine aktarmaları şeklinde gerçekleşmemektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının, ders kitabında da yer alan ve öğretmenlik uygulamaları sırasında da kullanılan elektrik akımı açıklaması bilimsel olarak doğru olmadığı belirlenmiştir.

Basit bir elektrik devresinde elektronların akış yönü ve elektrik akımının yönünün sorulduğu beşinci soruda adayların ve öğretmenlerin yönleri doğru olarak belirttiği ancak nedenlerini açıklamadığı belirlenmiştir. Bu soruda, adaylar ve öğretmenlerin açıklamaları, “Pozitif yükün akış yönünü alışlagelmiş olarak akım yönü olarak seçmek adettir. Bakır gibi bir iletkende akım, negatif yüklü elektronların hareketiyle oluşur. Bu nedenle basit bir iletkendeki akımdan söz ederken, akım yönü elektronların akış yönüne zıt olacaktır (Servay ve Beichner, 2002, s.841)” ifadesi ve ders kitabında (s.177) yer alan açıklama ile uyumludur. Benzer şekilde, Pardhan ve Bano'nun (2001) öğretmenlerle yaptıkları çalışmada, öğretmenlerin elektrik akımının ve elektronların yönüne ilişkin açıklamalarının ders kitabıyla uyumlu ancak oldukça yüzeysel olduğunu belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının alan bilgilerinin belirlendiği PAB testinden elde edilen bulgular ile öğretmenlik uygulamaları sırasında yapılan gözlem ve mülakatlardan elde edilen bulguların paralel olduğu belirlenmiştir. Bazı adayların, alan bilgisi bölümünü cevaplandırmadıkları konularda, özellikle elektrik akımının manyetik etkisine yönelik konuların öğretimini yapmak istemediklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. PAB testinde kavram yanlışlarının sergilendiği sorulara ilişkin konularda öğretim yapılırken, adayların öğrencilere yanlış ve eksik bilgiler aktardıkları veya konu ile ilgili bazı kavramları açıklamaktan kaçındıkları gözlenmiştir. Nilsson (2008) çalışmasında, öğrencilerin soru sorması durumunda öğretmen adaylarının, bilmediği konularda tartışmaktan kaçındıklarını ve konuyu değiştirdiklerini ifade etmektedir. Altıncı soruda manyetik alanı manyetik kuvvet olarak düşünme kavram yanlışısına sahip A_3 adayının öğretmenlik uygulamaları sırasında, manyetik alan çizgilerini tanıtmak amacıyla kullandığı simülasyonun gerçekte iki noktasal yük arasındaki elektrik alan çizgileri olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde PAB

testinde elektronların akışı ve elektrik akımına ilişkin sorularda eksik ve yanlış cevap veren A₁ adayının, potansiyel fark ve elektrik akımının oluşmasına ilişkin öğretmenlik uygulamalarında öğrencilere yanlış bilgi aktardığı gözlenmiştir. A₇ adayının dokuzuncu soruyla ilgili olarak, tüm iletkenlerin Ohm yasasına uyduğuna ilişkin kabulü ve cevabı, öğretmenlik uygulamaları sırasında aynı şekilde öğrencilere aktarılarak, Ohm yasasına uymayan iletkenlere ait grafikler, Ohm yasası kullanılarak doğru olmayan bir biçimde açıklanmıştır. Bu bulgu, Hashweh (1987) ve Even'in (1993) yanlış veya uygun olmayan bilgiye sahip öğretmen adaylarının kendi sahip oldukları bu bilgiyi öğrencilerine aktarabilecekleri ve bu yolla öğrencilerin kavramsal zorluklarını artırabilecekleri bulgusu ile benzerlik göstermektedir.

Elektrik akımın ve elektronların yönü sorusuna ilişkin PAB testinde yanlış ve eksik cevaplar veren A₅ adayı ile manyetizma sorularını PAB testinde cevapsız bırakan A₆ adayı da, bu konuları öğretim sırasında anlatmak istemediklerini ifade etmişlerdir. A₅ adayının uygulamalarında bazı bilgileri kullanmadığı, ders planına dâhil ettiği bu bilgileri kullanmayı unuttuğu belirlenmiştir. Hashweh (1987) bununla ilgili olarak, alan bilgisi yeterli olmayan öğretmenlerin kullanmak için seçtikleri bilgilerden önemli saymadıklarını veya hatırlayamadıklarını çoğunlukla yok saydıklarını ifade etmektedir. A₆ adayının öğretmenlik uygulamalarını, PAB testinde doğru olarak cevaplandığı elektrik akımına yönelik seri ve paralel bağlı devrelerde yaptığı gözlenmiştir. Adayların, öğretim uygulamalarında, PAB testinde verdikleri cevaplarla çoğunlukla tutarlı davrandıkları görülmektedir. Davis'e (2003) göre öğretmen adayları uygulayıcı öğretmenler oldukları süre boyunca ve öğrencilerle etkileşime girdikleri zaman, öğretim öncesi yazılı dokümanlardaki ve mülakatlarda sergiledikleri mevcut PAB'lerini uygulamaya koymaktadırlar. Bu nedenle PAB'a ilişkin yapılan çalışmalarda öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının PAB'ını belirlemede, yazılı kaynaklara sıkça başvurulmaktadır (Even, 1993; Sickle, Dicman ve Bogan, 1996; Sperandeo-Mineo vd., 2005 Johnston ve Ahtee, 2006; Käpyla vd., 2009). Yansıtıcı günlükler, açık uçlu testler, ders planları şeklindeki yazılı kaynaklar ile katılımcıların bilgi ve görüşleri alınmakta ve gözlemler ile bilgi ve uygulamalar arası tutarlılık incelenmektedir. Öğretmen adaylarının alan bilgilerine ilişkin PAB testinden elde edilen bulgulara göre, uygulamalar arasında değişim olduğu, öğretim yaptıkları konularla ilgili sorularda son uygulamada alan bilgilerinin arttığı (A₁, A₃, A₄, A₅, A₇), öğretimini yapmadıkları konulara ilişkin sorularda ise genellikle alan bilgilerinin ya değişmediği ya da azaldığı belirlenmiştir. Bu sorularda alınan puanlardaki

artışın nedeni, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamaları sırasında kendilerinin öğretim yaptıkları ya da arkadaşları ve ya öğretmenlerinin öğretimlerini gözlemledikleri tespit edilmiştir. Van Driel vd. (2002) çalışmalarında öğretmen adaylarının alan bilgilerinin artmasında öğretim deneyiminin rolü olduğunu ve uygulama öğretmenlerin veya diğer öğretmen adaylarının derslerinin izlenmesinin, adayların kendi gelişimlerine katkıda bulunduğu ifade edilmektedir. Öğretmenlik uygulamaları sırasında, öğretmenlik uygulamalarında öğretim yapılmayan veya öğretimi gözlenmeyen sorularda (3, 4, 6, 8 ve 12. sorular) alan bilgilerinde düşmenin olduğu (3, 4, 6 ve 12. sorular) veya önemli bir değişim meydana gelmediği (8. soru) belirlenmiştir. Cochran vd.'nin (1993) PAB modeline göre, öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgiler deneyimle birlikte artmakta, öğretmen yetiştirme programlarındaki veya sonrasındaki deneyim veya uygulamalarla genişletilebildiği, Arend (2004) ve Kaya (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmıştır. Mulholland ve Wallace (2005), hizmet öncesi dersler sırasında, öğretmen eğitimcilerinin PAB'ı oluşturmak için öğretmen adaylarının sahip oldukları çeşitli bilgi tiplerinde gelişimi, mevcut bilgilerini sağlamlaştırmayı ve bazılarının önünü kesmeyi amaçladıklarını ifade etmektedir. Alan bilgisindeki azalmanın nedeni, bilgilerin kullanılmamasının, dolayısıyla yüzeysel olarak öğrenilenlerin unutulmasının yanında, öğretmen yetiştirme programında bu dönemde farklı bilgi çeşitlerinin gelişiminin amaçlanmasının olabileceği düşünülmektedir (Rollnick, vd., 2008). Mulholland ve Wallace (2005), öğretmen yetiştirme programları sırasında tomurcuk olarak adlandırdığı bilgi çeşitlerinin güçlenerek ve gelişerek dallara ayrılırken, bazılarının gelişiminin ertelendiğini veya durduğunu belirtmektedir.

Öğretmenlerin PAB testine verdikleri cevaplarından oluşturulan Şekil 19'a göre, 9, 4 ve 2. sorular, öğretmenlerin en az puan aldıkları sorular olduğu görülmektedir. Pardhan ve Bano'nun (2001) çalışmasında öğretmenlerin birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını gösteren bulgularının aksine, bu çalışmada, Ö5 öğretmenin 14. soruda sergilediği "üretimin sabit akım kaynağı olduğu" kavram yanılgısı hariç diğer öğretmenlerin kavram yanılgısı göstermedikleri belirlenmiştir.

PAB testinin alan bilgisi bölümüne göre, öğretmenler ve öğretmen adayları arasında bazı açılardan benzerlik bazı açılardan ise farklılıklar görülmektedir. Öğretmenlerin manyetizma konusunda sahip oldukları alan bilgilerinin öğretmen adaylarından çok daha iyi olduğu, elektrik akımına yönelik birinci soru hariç bazı sorularda ise öğretmen adayları gibi yüzeysel alan bilgisine sahip oldukları belirlenmiştir. Elektrik akımına yönelik

sorulardan birinci soruya öğretmenlerin verdikleri cevaplar öğretmen adaylarından oldukça farklıdır. Adayların çoğunluğunun, iletken tellerin direnci olmadığını belirterek parlaklığın potansiyel farkına bağlı olduğunu açıklamasına karşın, öğretmenler iletken tellerin direncinin parlaklığı değiştireceğini ve bu değişimin nasıl olacağını açıklamışlardır.

Öğretmen adayları ve öğretmenler arasındaki benzerliklerin ise 2, 4 ve 9. sorularda olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin ikinci soruya ilişkin açıklamalarının, öğretmen adaylarının açıklamaları ile oldukça benzer olduğu, bu açıklamanın ders kitabında yer alan ifadelerle örtüştüğü belirlenmiştir. Benzerlik gösteren bir diğer soru olan dokuzuncu soruda ise öğretmenlerin, öğretmen adayları gibi Ohm yasasına uymayan iletkenlerin özelliklerini Ohm yasası ile açıklamaya çalıştıkları ve adayların cevaplarına benzer cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerden bu soruyu doğru olarak cevaplandırın olmasına karşın, öğretmen adaylarından sadece A₃ adayının bu soruyu, maddenin süper iletken veya diyot olduğu şeklinde doğru olarak cevaplandığı, alan bilgisi eğitimi sırasında kazanılan bazı bilgilerin bu aday tarafından korunduğunu göstermektedir. Arzi ve White'a (2008) göre, kullanılmayan alan bilgisi zamanla unutulabilir ve ya yeni ve farklı programlar aracılığıyla artırılabilir. Alan bilgisi yönünden yeterli olmadıklarını ifade eden ve bu durumun farkında olan adaylar (A₁, A₃, A₆), öğretimle ilgili en önemli endişelerinin alan bilgisi yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Nilsson'ın (2008) çalışmasında, öğretmen adayları, sahip oldukları alan bilgisinin, öğretimdeki etkisi üzerinde önemli rolü olduğunu ifade etmişler ancak üniversitede aldıkları derslerin, konuyu öğrencilerin anlayabilecekleri şekle dönüştürmede yeterli olmadığını belirtilmektedir. Thorén vd. (2008), öğretmen adaylarının öğretim için alan bilgisinin önemi ile alan bilgisi eksikliğinin doğuracağı sonuçları anlamaları ve konuyla ilgili prensip ve kavramları öğrenme ihtiyacı hissetmeleri gerektiğini ifade etmektedir. Mıhladı ve Timur (2001), çalışmalarında, katılımcı öğretmen adaylarının kendilerini alan bilgisi bakımından zayıf gördüklerini ifade etmektedir. Johnston ve Ahtee (2006), öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmalarında, öğretmen adayları, alan bilgisinde eksikliklerinin olduğunu ve kendilerini alan bilgisi bakımından geliştirmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Geddes (1993), basit elektrik devreleri konusunda alan bilgisinin aktarılması çalışmasında, öğretmen adayları ile yaptıkları tartışmalar aracılığıyla, öğretmen adaylarının, öğrencilerin akımın devrede tüketildiği şeklindeki olası kavram yanlışlarını fark etmelerini amaçlamıştır. Bu tartışmalar, öğretmen adaylarının, sadece öğrencilerin olası kavram yanlışlarını anlamalarına değil, kendilerinin de konuyla ilgili daha derin anlayış geliştirmelerine neden olmuştur. Lee ve Luft (2008),

öğretmenlerle yaptıkları çalışma bulgularına göre, öğretmenlerin sahip oldukları alan bilgisinin program hedefleriyle yakından ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Ders planları ve sınıf içi gözlemler, öğretmen adaylarının ders planlarındaki alan bilgisine bağlı olduklarını, planları dışında bulunan bilgileri çoğunlukla kullanmadıklarını göstermiştir. Mellado (1998) ise öğretmenlerin ders planlarını alan bilgisine göre hazırladıklarını ifade etmektedir. Adayların süre yetmezliği ya da planda var olan bazı kısımların unutulması hariç yaptıkları ders planlarına uygun ders işledikleri ve bu planların dışına çıkmadıkları görülmektedir. Adaylar, planlarındaki içeriği genellikle ders kitabı ve yardımcı kitaplara bağlı olarak hazırladıkları belirlenmiştir. Özellikle öğretimlerinde teknoloji destekli sunum yapan öğretmen adayları planlarını hazırlarken, ders kitabı ve yardımcı kitapların yanında interneti bilgi kaynağı olarak kullandıkları tespit edilmiştir. Hashweh (1987) ve Bukova-Güzel, Uğurel, Özgür ve Kula'ya (2010) göre ders kitaplarına veya yazılı kaynaklara aşırı bağlılık, alan bilgisindeki eksikliğin sonuçlarından biri olarak görülmektedir. Cochran vd. (1993) ise deneyimsiz bir öğretmenin çoğunlukla program materyallerinden veya yazılı metinlerden çıkardığı değiştirilmemiş alan bilgisine bağımlı olduklarını belirtmektedir. Öğretmen adaylarının, öğretim sırasında, planlarda yer alan bilgilerin dışında öğrencilerden gelen soruları cevaplandırmakta zorluk çektikleri, alan bilgilerinin yeterli olmadıkları durumlarda kendi açıklamalarına devam ettikleri (A₇) gözlenmiştir. Benzer bulgu, Johnston ve Ahtee (2006) ve Nilsson'nun (2008) çalışmalarında görülmektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının bazılarının, anlamadıkları konularda öğrencilerle tartışmaktan kaçındıklarını ve başka konulara geçtikleri ifade edilmektedir. Bazı adayların (A₃, A₄, A₇) öğretim sırasında belirli kavramların açıklanması esnasındaki sınıf içi tartışmalarda, öğrencilerin konuyla ilgili doğru açıklamalarına odaklandıkları ve değerlendirdikleri (A₃, A₄), yanlış olan cevap ve yorumlarla ilgilenmedikleri gözlenmiştir. Van Dijk (2009), öğretmenlerin günlük öğretim uygulamaları ile ilgili karmaşık durumların üstesinden gelebilmeleri ve öğrencilerin ifade ettiği çeşitli fikirleri takip edebilmeleri için yeterli alan bilgisine sahip olmaları gerektiğini belirtmektedir. Appleton (2003), Bukova-Güzel vd. (2010), Nilsson (2008) ve Lesniak (2008) ise alan bilgisi eksikliğinin, öğrencilerin sorduğu kavramsal sorulara cevap vermede sıkıntı oluşturduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca yeterli alan bilgisinin, öğretmenin sınıf içerisinde farklı ve beklenmedik durumlarda uygun bir şekilde davranmasını sağladığı vurgulanmaktadır (Van Dijk, 2009). Her ne kadar adaylar, alan bilgisi bakımından yeterli olmadıkları durumlarda öğrencilerin soru ve fikirlerine karşı yeterince duyarlı

davranmasalar da, alan bilgilerinin yeterli olduğu durumlarda, öğretmen adayı olmalarına karşın, öğrencilerin öğrenmesi ile ilgilendikleri gözlenmiştir. Bu durum Fuller'in gelişim aşamalarından farklı olarak, hayatta kalma aşamasında öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenmelerine odaklanabilecekleri görüşü (Arends, 2004) ile uyuşmaktadır. Jones vd.'nin (1999) öğrencilerin sahip oldukları fen kavramlarının, öğretmenlerinin mesleki gelişimine yaptığı katkıları araştırdıkları çalışma bulguları, öğretmenlerin ilk yıllarında sınıf içerisinde kendileri ile ilgili birtakım endişeler yaşamalarına karşın, öğrencileriyle oldukça fazla ilgilendiklerini ve öğrenciler tarafından motive edildiklerini göstermiştir. Öğretmen adaylarının aksine öğretmenlerin, öğrenciler tarafından gelen farklı fikir, yorum ve cevapları farklı disiplinlerde yer alan bilgileri de kullanarak (Ö₂, Ö₃, Ö₅, Ö₆) açıkladıkları gözlenmiştir. Hashweh (1987) ve Käpyla vd. (2009), alan bilgisi bakımından uzman kabul edilen öğretmenlerin, uzman olarak kabul edilmeyen öğretmenlerden daha az kavram yanlışlığına ve yanlış bilgiye sahip olabileceklerini belirtmektedir.

Öğretmen adayları ve öğretmenlerin alan bilgilerine ilişkin bulgular, öğretmen adaylarının konu alanı bilgisi bakımından yeterli olmadıklarını (Mıhladı ve Timur, 2011), bazı kavram yanlışlığına sahip olduklarını ve öğretmenlik uygulamaları sırasında öğrencilerin kavramsal sorularına cevap vermekte zorlandıklarını göstermektedir. Alan bilgisi yönünden yetersiz olarak kabul edilen öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sahip oldukları tipik özellikler, yetersiz alan bilgisi, kavram yanlışlığı ve kavramlar arasındaki bağlantıları anlamada zorluklar olarak tanımlanmaktadır (Hashweh, 1987; Abd-EI-Khalick ve BouJaoude, 1997; Halim ve Meerah, 2002; Johnston ve Ahtee, 2006; Käpyla vd., 2009; Kaya, 2009). Johnston ve Ahtee (2006) fizikte güçlü olmayan alan bilgisinin, öğretmen adaylarının öğrencilerin düşüncelerine ve süreç becerilerine odaklanmalarına engel olduğunu ifade etmektedir. Öğretmenlerin ise öğretim yaptıkları konularda sahip oldukları bilginin daha tutarlı ve yeterli düzeyde olduğu, öğretim yapmadıkları ve kullanmadıkları bilgilerde ise öğretmen adaylarına benzer seviyede oldukları belirlenmiştir. Bu durum, deneyimin, öğretmenlerin alan bilgilerinin gelişimine katkıda bulunduğunu gösteren çalışmalarla (Hashweh, 1987; Van Driel vd., 1998; Van Driel vd., 2002; Rolnick vd., 2008) benzerlik göstermektedir.

MEB-TTKB (2010) tarafından belirlenen Fizik Öğretmenleri Özel Alan Yeterlikleri "Alan Bilgisi" yeterlik alanı dikkate alındığında, elektrik ile ilgili kavram kanun ve teorileri karşılaştırabilme yeterliği kapsamındaki A2.1. ve A2.4. performans göstergelerine göre öğretmen adaylarının bazı bilgi eksikleri ve kavram yanlışlığının olduğu, öğretmenlerin

ise bilgi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının değişken akım ve doğru akım arasındaki farkı, elektrik akımının oluşumunu ve Ohm yasasına uymayan iletkenleri tam olarak açıklayamadıkları ortaya çıkmıştır. Bazı öğretmen adaylarının “iletken telin direnci yoktur”, “açık bir devrede akım oluşmayacağı için, üreticinin uçları arasında potansiyel fark oluşmaz”, “üreticinin sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi”, “pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir” şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Manyetizma ile ilgili kavram, kanun ve teorileri karşılaştırabilme yeterliği kapsamındaki A.7.2. göstergesi ile ilgili olarak ise öğretmen adaylarının bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgıları olmasına karşın öğretmenler ne yanlış ne de bilgi eksikliği sergilemiştir. Manyetizma ile ilgili bazı öğretmen adaylarının sahip olduğu yanılgıların “elektrik alanı manyetik alan, manyetik alanı elektrik alan olarak düşünme” ve “Manyetik kuvveti elektriksel kuvvet olarak düşünme” şeklinde olduğu belirlenmiştir.

4.2. Katılımcıların Öğretim Sunumları Bilgisine Yönelik Bulguların Tartışılması

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları sunum bilgileri ve değişimi ile ilgili elde edilen bulgular ve öğretmenlerin aynı konudaki sunum bilgilerine ilişkin bulgular doğrultusundaki tartışmalara yer verilmiştir.

Magnusson vd. (1999), konuya özel öğretim yöntemlerini konuya özel sunumlar ve aktiviteler olarak yorumlamaktadır. Shulman (1986, 1987) tarafından tanımlanan konuya özel sunumlar açıklamalar, aktiviteler, benzetimler, konuya özel örneklendirmeler, metafor ve gösterileri ifade etmektedir. PAB testine verilen cevaplara göre, adayların birçoğu elektrik akımının manyetik etkilerine ilişkin sorular hariç alan bilgisi bölümünü cevaplandırmadıkları sorulara ilişkin sunum çeşitleri ifade etmedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının, konuyu öğrenciler için anlamlı ve uygun hale getirebilecek sunumları seçmeleri, daha açıklayıcı sunumlar geliştirebilmeleri, benzetime dayalı öğretim sunumlarını anlamaları ve geliştirmeleri için alan bilgilerinin yeterli olması gerektiği belirtilmektedir (Ball ve McDiarmid, 1990; Davis ve Petish, 2005; Kind, 2009). Bu çalışmada öğretmen adaylarının manyetizma ile ilgili sorulara ilişkin sunum önerileri ise genellikle, görselliği içine alan, soyut olayları somut hale getirmeyi amaçlayan sunum çeşitleri olarak önerilmiştir. Öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitimi sonrasındaki ilk

uygulamada, açıklama, deney, problem çözme ve örneklendirme gibi genel sunum çeşitleri önerdikleri (A_7 , A_5 , A_6), ancak bazı adayların (A_1 , A_3 , A_4) bu sunum çeşitlerinin yanında gösteri, benzetim ve görselleştirme gibi sunum çeşitlerine de yer verdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının alan eğitimi derslerini almadan da farklı sunum çeşitlerini sergilemeleri, Zembal-Krajcik ve Blumenfeld (2002) tarafından da belirtildiği gibi öğretmen adaylarının öğretim deneyimine sahip olmasalar bile, PAB'ın öğretim sunumları bileşenine sahip olabileceklerini göstermektedir. Ayrıca ilk uygulamada adaylar arasında görülen bu farklılığın nedenini Arends (2004) ve Mulholland ve Wallace (2005), öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarına gelmeden önceki yıllarda öğrenimleri boyunca kendi öğretmenlerini gözlemleyerek belli bir PAB'a sahip oldukları şeklinde açıklamaktadırlar.

PAB testinde uygulamalar arasındaki değişime bakıldığında, üçüncü ve dördüncü uygulamalarda ifade edilen sunum çeşidi sayısının ilk iki uygulamaya göre daha çeşitli olduğu görülmektedir. Adayların birçoğunda ikinci uygulamadan itibaren özellikle üçüncü ve dördüncü uygulamalarda açıklama, deney, görselleştirme, örneklendirme gibi sunum çeşitlerinin yanında kavram değişim metni, simülasyon ve modelleme gibi yapılandırmacı yaklaşımı çağrıştıran sunum çeşitlerinin de ifade edildiği görülmektedir. Astudillo ve Pinto Sosa (2006), sunum çeşitlerinin bireysel seçimlerden kaynaklandığı gibi ders kitapları, filmler, okul bağlamı ve araç gereçleri ile teknolojik araç gereçler gibi dış etkenlerden de kaynaklandığını belirtmektedir. Son uygulamaya doğru ilerledikçe, ilk uygulamada ifade edilen açıklama, tekrar etme, tekrar anlatma gibi sunum çeşitlerinin azaldığı görülmektedir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ilk uygulamada genel ve yüzeysel sunum çeşitleri önerdikleri belirlenmiştir. Turner (2007) yeni öğretmenlerin sunum çeşitlerini araştırdığı çalışmasında, öğretmenlerin, uygun olmayan sunum çeşitlerini kullandıklarını ve seçimlerinin yüzeysel uygunluğa göre yapıldığını belirtmektedir. Bu da, öğretmen yetiştirme programlarında alınan ders ve uygulamaların öğretmen adaylarının sunum çeşitleri bilgisini geliştirecek ve çeşitlendirecek yönde olumlu etkilerinin olduğunu vurgulayan çalışmalar tarafından (Driel vd., 1998; Davis, 2003; Abell, 2008) desteklenmektedir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının farklı sorular ve kavramlar için farklı sunumlar önerdikleri belirlenmiştir. Soyut olduğunu düşündükleri manyetizma konuları için görsel sunumlar önerilirken, basit elektrik devreleri gibi konularda ise deneyler gibi uygulama gerektiren sunumlar önermektedirler. Seri ve paralel bağlı devreler, Ohm kanunu, voltmetre ve ampermetrenin devreye bağlanma şekilleri ve bir

iletkenin direncinin bağılı olduğu faktörler ile ilgili soruların sunum çeşitleri kısmında öğretmen adayları ağırlıklı olarak deney, açıklama ve soru çözme sunum çeşitlerini önerdikleri belirlenmiştir. Elektrik akımının oluşumu, akım ve elektronların yönü ile ilgili sorularda açıklama, gösteri, benzetim ve deney sunumları önerilirken, manyetizma ile ilgili sorularda ise simülasyon, görselleştirme, gösteri ve modelleme gibi sunum çeşitlerini önerdikleri belirlenmiştir. Lin ve Yang (1995), öğretmenlerin kullandıkları sunum çeşitlerinin benzetim, açıklama, örneklendirme, görselleştirme, gösteri ve simülasyon oyunları olduğunu belirlemişlerdir. Öğretmenlerin görselleştirme, gösteri ve simülasyonlar gibi görsel sunumları, soyut kavramların öğretiminde kullandıkları, ancak video gösterileri gibi görsel sunumların öğrencilerin kavramlara odaklanmaları yerine konu dışındaki animasyon ve karmaşık gerçeklere odaklanmalarına neden olduğu için bazı olumsuz yönlerini vurguladıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarında kullandıkları sunumların, bazı adaylar için PAB testi ile paralel olmasına karşın bazı adaylar için farklılık gösterdiği belirlenmiştir. PAB testinde deney sunumunu öneren bazı adayların (A₄, A₅, A₆) uygulamalar sırasında bu sunum çeşidini kullanmadıkları, PAB testinde ifade edilmeyen ancak uygulamalarda bütün adayların görselleştirme sunumunu kullandıkları gözlenmiştir. Astudillo ve Pinto Sosa (2006), öğretmenlerin sunum çeşitleri ile ilgili çalışmalarında planlanmayan bazı aktivitelerin sınıf ortamı ve öğrenci ihtiyaçları nedeniyle öğretim sırasında kullandıklarını ifade etmektedir. Yip vd. (1998), konu ve kavramlara özel örnekler bulama ve deney düzenekleri hazırlama ve kullanmadaki yetersizliklerin alan bilgisi eksikliğinden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Lin ve Yang (1995), öğretmenlerin sahip oldukları güçlü alan bilgisinin sunumlarını çeşitlendirdiğini ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında öğretmen adaylarının PAB testinde deney sunumunu önermelerine karşın, öğretmenlik uygulamalarında bu sunum çeşidini kullanmamalarının nedeni, deney düzenekleri hazırlama ve öğretimde kullanma bakımından bilgi eksikliklerinin olmasıdır (A₄, A₅, A₆, A₇).

Öğretmen adaylarının ders planlarında kullanmayı düşündükleri sunumlar ile uygulamaları arasında paralellik olduğu belirlenmiştir. Alan bilgisi bakımından ders planları ile uyumlu olarak öğretimlerini gerçekleştiren adayların (A₁, A₃, A₄, A₆, A₇), sunumlarının da planları ile ilişkili olduğu ancak A₅ adayının ders planlarında belirttiği deney sunum çeşidini, bağlam hakkında bilgi sahibi olmamasından dolayı kullanmadığı tespit edilmiştir. Carlsen (1999), bağlamın çeşitli bilgi temelleri ile arasındaki ilişkiye

vurgu yapmaktadır. Öğretimin gerçekleşeceği bağlam hakkında bilgi sahibi olmayan öğretmen adayları ve öğretmenlerin planladıkları veya tercih ettikleri sunum çeşitlerini uygulayamadıkları farklı araştırmalarda da ortaya çıkmıştır (Lin ve Yang, 1995; Nilsson, 2008; Lesniak, 2003).

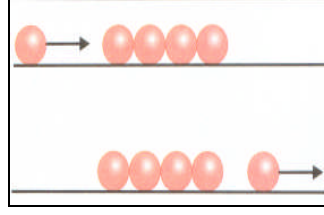
Öğretmenlik uygulamalarında gözlenen adayların sunumlarının birbirinden farklı olduğu, aynı adayın konu ve kavramlara bağlı olarak farklı sunum çeşitlerini kullandıkları (A₁, A₇), bazı adayların ise tercih ettiği sunum çeşidinden dolayı öğretim yapacakları konuda seçici davrandıkları gözlenmiştir (A₆). Elektrik akımı ve potansiyel fark gibi kavramların öğrencilere açıklanmasında görsel materyalleri kullanan bir adayın (A₇), bir iletkenin direncinin nelere bağlı olduğunun açıklanmasında problem çözümlerini tercih ettiği gözlenmiştir. A₆ öğretmen adayı, gösteri, örneklendirme ve açıklamalar gerektiren elektrik akımı, potansiyel fark ve içinden akım geçen telin manyetik alanı gibi kavram tanıtımlarına yönelik öğretim yapmak istemediği, bunun yerine problem çözümlerine odaklı seri ve paralel bağlı devreler konusunu tercih ettiği belirlenmiştir. Mulholland ve Wallace (2005) ve Canbazoglu (2008) çalışmalarında öğretmenlerin alan bilgisine hâkim olduğu konuları içeren dersleri tercih ettikleri bulgusu ile A₆ adayının seçimleri uyumlu görülmektedir.

Öğretmenlerin sunum çeşitlerinin de öğretmen adayları gibi birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının PAB testinde, kavram değişim metni ve simülasyon gibi sunum çeşitlerine sıklıkla yer verdikleri, öğretmenlerde ise sadece bir öğretmenin simülasyon (Ö₆) ve bir öğretmenin (Ö₃) de modelleme sunum çeşidini ifade ettiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarına uygulama öğretmenliği yapan öğretmenlerin sunum çeşitlerini arttırdığı belirlenmiştir. Öğretmenlik deneyimi aynı olan Ö₅ ve Ö₆ öğretmenleri sunum çeşitleri bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiş, sunum çeşitleri daha fazla olan Ö₆ öğretmenin uzun yıllar öğretmen adaylarına uygulama öğretmenliği yaptığı, sunum çeşitleri sınırlı olan Ö₅ öğretmenin ise böyle bir fırsatının olmadığı tespit edilmiştir. Ö₆ öğretmeni, öğretmen adaylarından Powerpoint sunularını kullanmak üzere istediği gözlenmiş ve bunu sunum çeşitlerine eklediği belirlenmiştir. Diğer öğretmenlerden farklı olarak bu öğretmenin sunum çeşitleri, öğretmen adaylarının daha çok PAB testinde ve uygulamalarında sergiledikleri sunum çeşitleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak genel olarak öğretmenlerin öğretim uygulamaları, sınıf içerisinde kullanılan sunum çeşitlerinin PAB testinde ifade edilenden daha çeşitli olduğunu göstermiştir. Zaman kısıtlılığı ve programın yoğun olması nedeniyle konuların yetiştirilememe endişesi gibi

nedenlerden dolayı, laboratuvar uygulamaları yapmayan, projeksiyon, tepegöz gibi teknolojik araç gereçlerin kullanmadıklarını belirten Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenleri, mümkün olan zamanı konuya ilişkin problem çözümüne ayırmaktadır. Benzer bulgular Jang, Guan, ve Hsieh, (2009) ve Haney ve McArthur (2002) tarafından yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir. Öğretmenlerin PAB'ını öğrencilerin bakış açısıyla değerlendiren çalışmada, öğretmenlerin program nedeniyle konuları hızlı bir şekilde sundukları ifade edilmektedir. Lee ve Luft (2008) ise her öğretmenin öğretim kararları sonucu kendi kişisel sunumları olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adayları ve öğretmenler arasındaki sunum çeşitleri açısından farklardan biri, öğretmen adaylarının öğretim uygulamalarında, Powerpoint aracılığıyla sunum yapma, simülasyon gösterileri gibi teknolojiye dayalı sunum çeşitlerini öğretmenlere oranla daha fazla kullandığı, ancak öğretmenlerin yazdırmaya, not almaya gösterdikleri önemi adayların göstermediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının teknoloji destekli sunumları sırasında öğrencilerin not almasına önem vermedikleri ancak geleneksel yöntemleri kullandıkları dersler de ise öğretmenler gibi not tutturmaya dikkat ettikleri gözlenmiştir. Lin ve Yang (1995) çalışmalarında, öğretmenlerin farklı bağlamlarda farklı sunumlar kullandıklarını belirlemişlerdir.

Hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının yeni programın da etkisi ile benzetim sunumunu, kavramların açıklanması sırasında sıklıkla kullandıkları gözlenmiştir. Adaylar ve öğretmenler arasındaki bu benzerlik Monet'in (2006) çalışmasındaki deneyimli ve deneyimsiz öğretmenlerin yeni bir programın gereği olan herhangi bir konunun öğretiminde benzer davranışlar sergiledikleri bulgusu ile örtüşmektedir. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin çoğunun kullandıkları benzetimlerin genellikle ders kitabında veya yardımcı kaynaklarda yer alan benzetimler olduğu belirlenmiştir. Şekil 34'de gösterildiği gibi ders kitabında, elektrik akımının oluşumunda elektronların hareketinin açıklanmasında kullanılan bilyeler benzeşimi (s.177) "durgun bilyelerin birincisi, hareketli bilyeden aldığı enerjiyi bir sonrakine iletir. Bu enerji aktarımı zincirleme olarak son bilyeye iletilir. Elektrik devresindeki durgun elektron da aynı şekilde pilden aldığı enerjiyi titreşim yoluyla diğer elektronlara aktarır. Bunun doğal sonucu olarak da devrede elektrik akımı oluşur" şeklinde verilmektedir.



Şekil 34. Bilyeler benzeşimi

Katılımcıların momentum konusuna daha uygun olan ve bilimsel açıdan elektronların hareketi ile çelişen bilyeler benzetimi gibi Newton halkaları, domino taşları ve bilardo topları benzetimlerini öğretim uygulamalarında kullandıkları belirlenmiştir. Temelde birbirine benzeyen bu benzetimler, gerçekte elektronların durgun olmadığı, enerjisini aktaran elektronun durmadığı gibi nedenlerden dolayı, hem atomun yapısı hem de elektrik akımının oluşması ile ilgili bilimsel gerekçelerle çelişmektedir. Öğretim uygulamaları sırasında, momentumun korunumu ile ilgili bilardo topları benzetimini elektrik akımının oluşumunun açıklanmasında kullanan Ö₂ öğretmeni, bir öğrencinin Newton halkalarının da bu benzeşime benzer olduğunu ifade etmesi üzerine, Newton halkalarının momentum ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Benzetimlerin bilimsel gerçeklere uygun olmadığı durumlarda bu tür çelişkilerin ortaya çıkabileceği ve öğrenci zorluklarını artırabileceği düşünülmektedir (Geddies, 1993). Benzer şekilde Ö₅ öğretmenin öğretim sırasında kullandığı ve bilimsel olarak uygun olmayan diğer bir benzetimin direnç kavramının açıklanmasında kullanıldığı gözlenmiştir. Direncin özdirence veya cinse bağlı olduğunu açıklamak için toprakta ve kayalık bölgede açılan hendekler aracılığıyla suyun taşınması sırasında, suyun bir kısmının toprağa karışması benzetiminin “akımın kapalı bir devrede karşılaştığı direnç nedeniyle giderek azaldığı (tüketildiği)” kavram yanlışlığına neden olması açısından uygun olmadığı düşünülebilir. Öğrenciler, bu benzetim nedeniyle akımın iletken telde ilerlerken zayıflayacağını düşünebilirler. Öğretmen adaylarından bazılarının (A₁, A₇) ve Ö₄ öğretmenin direnç ile ilgili açıklamalarında kullandığı ve direnç için doğru kabul edilebilecek “kıvrımlı boru içinden akan su” benzetiminin öğrenciler tarafından genelleştirilmesi (Davis, 2003) ile elektronların hareket yönünü ve akım yönünü anlamalarında güçlükler neden olabileceği düşünülmektedir. Geddies (1993), uygun olmayan benzetimlerin öğrencilerin kavram yanlışlıklarını gidermede ve konuyla ilgili bilimsel anlayış geliştirmedeki olumsuz etkisini vurgulamaktadır. Halim ve Meerah (2002) ise öğretmen adaylarının alan bilgisi eksikliğinden dolayı uygun olmayan ve kavram yanlışlıklarını içeren benzetimler kullanabileceklerini ifade etmektedir. Fen öğretiminde

öğrenmenin geliştirilmesinde benzetimlerin olumlu etkileri vurgulansa da (Dagher, 1995), Davis ve Petish (2005), öğretmen adaylarının program materyallerindeki benzeşimleri bilimsel açıdan uygun olmayacak şekilde çevirebileceklerini, benzeşimleri birçok kavram için gereğinden fazla genelleştirebileceklerini ve bu bireysel benzeşimlere bilimsel açıdan uygun olmasa bile aşırı ağırlık verebileceklerini ifade etmektedir. Bu çalışmada, sadece öğretmen adaylarının değil, öğretmenlerin de bilimsel açıdan uygun olmayan benzetimleri kullandıkları belirlenmiştir. Öğretim sunumlarının geliştirilmesinin hem konu alanı bilgisine (Lin ve Yang, 1995) hem de pedagojik bilgiye dayandığı, daha tecrübeli ve daha uzman öğretmenlerin deneyimsizlere göre daha geniş sunum çeşitliliğine sahip oldukları belirtilmektedir (Arends, 2004). Bu çalışmada, katılımcı öğretmenler arasında öğretmenlik deneyimleri farklı olsa da doğru benzetimlerin kullanılması bakımından önemli bir farklılık görülmemektedir. Bunun bir nedeninin, öğretmenlerin ve adayların yazılı kaynaklardaki benzetimleri kullanmaları, başka bir nedeninin ise elektrik akımının oluşumuna ilişkin öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin alan bilgilerinin benzer olmasının olduğu düşünülmektedir (Mulholland ve Wallace, 2005).

Öğretmenlerin alan bilgisi testi puanları Ö₁, Ö₃ ve Ö₆ için aynı seviyede olmasına karşın, sunum çeşitlerinin birbirinden oldukça farklı olduğu görülmektedir. Leinhart ve Smith (1985), uzman matematik öğretmenlerinin konu alanı bilgisini araştırdıkları çalışmalarında, uzman öğretmenlerin alan bilgilerinde tamamen benzer görünmelerine rağmen sınıftaki sunumlarının önemli ölçüde farklı olmasını PAB'larındaki farklılardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Katılımcıların alan bilgisi bakımından benzer oldukları noktalarda sunumlarının farklı olması, bu farklılığa neden olan başka etkenlerin de olduğunu göstermektedir. Lin ve Yang (1995), sunum çeşitliliğini etkileyen en önemli faktörün alan bilgisi olmasına karşın, bağlamın, programın ve öğrenciler hakkında bilginin de öğretim sunumlarını etkilediğini belirtmektedir. Käpylä vd. (2009) ise farklı alan bilgisine sahip öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında daha iyi alan bilgisinin öğretmen adaylarının sunum çeşitleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, her iki grubun farklı sunum çeşitleri sergilemesi, sunum çeşidi bilgisinin öğretilebilir ve öğrenilebilir olduğunu açıklamaktadır. Bu çalışmadaki öğretmen adaylarının, öğretmen yetiştirme programında geliştirdikleri sunum çeşitliliği Käpylä vd.'nin (2009) bulguları ile örtüşmektedir.

Alan bilgisi puanları yukarıda verilen üç öğretmenden (Ö₁, Ö₃, Ö₆) daha yüksek olan Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerinin sunumlarının ise benzer olduğu, alan bilgisi puanı en düşük olan

Ö₂ öğretmenin sunum çeşitliliğinin ise diğer öğretmenlerden daha farklı olduğu belirlenmiştir. Lin ve Yang (1995), deneyimli öğretmenlerin sunum çeşitlerine ilişkin çalışmalarında her öğretmenin bireysel olarak farklı sunumlar kullandığını belirlemiştir. Alan bilgisi puanı en yüksek olan Ö₄ ve Ö₅ öğretmenleri daha çok geleneksel sunum çeşitlerini (açıklama, örneklendirme, problem çözme, görselleştirme) kullanırken, katılımcılar arasında alan bilgi puanı en düşük olan Ö₂ öğretmenin ise örneklendirme, gösteri, görselleştirme, benzetim ve deney gibi çok çeşitli sunumlar sergilediği belirlenmiştir. Bu durum, literatürde alan bilgisine paralel olarak sunum çeşitlerinin arttığı veya azaldığını belirten bazı araştırmaların bulguları ile çelişmektedir (Lin ve Yang, 1995; Davis, 2003; Kind, 2009; Käpyla vd., 2009). Alan bilgisi puanları birbirine yakın olan adaylar arasında da sunum bakımından farklılık görülmektedir. A₃ ve A₇ adaylarının her ikisi de alan bilgisi puanı bakımından üst grupta olmasına karşın, A₃ adayı etkinlik ve deneylerin kapsadığı ve teknolojinin kullanıldığı sunum çeşitlerini benimserken, A₇ adayı daha geleneksel olan açıklama, problem çözme vb. gibi sunum çeşitlerini kullanmaktadır. Ö₁, Ö₂, Ö₆ öğretmenlerinin öğretim uygulamaları sırasında deney yaptıkları, Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerinin ise gözlemler sırasında deney sunumunu kullanmadıkları ve ağırlıklı olarak, problem çözme ve açıklama sunumlarını kullandıkları gözlenmiştir. Lin ve Yang (1995), öğretmenlerin sunum çeşitliliğinin toplum, okul, aile ve öğrencilerin beklentilerinden etkilendiğini ve sınavlardaki yüksek başarı beklentisinin, öğretmenlerin yaptıkları testlerin içeriğine ve yapılma sıklığına verdikleri önemi etkilediğini belirtmektedir. Ö₁ öğretmeni etkinliğe dayalı sunum çeşitlerini ve gösterileri tercih ederken, Ö₆ öğretmeni yeni programın uygulandığı sınıflarda açıklama, deney, gösteri ve benzeşim gibi sunumları kullanırken diğer sınıflarda, açıklama ve problem çözme sunumlarını kullanmaktadır. Ancak, genel olarak öğretmenlerin yeni fizik ders programının uygulandığı sınıflarda kullandıkları sunum çeşitlerinin, eski programının uygulandığı sınıflarda kullandıkları sunum çeşitlerinden farklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum, en belirgin olarak yukarıda da bahsedildiği gibi Ö₆ öğretmenin uygulamalarında gözlenmiştir.

MEB-TTKB (2010) tarafından belirlenen Fizik Öğretmenleri Özel Alan Yeterlikleri “Alan Eğitimi Bilgisi” yeterlik alanı dikkate alındığında, fizik dersine uygun olan öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını seçebilme yeterliği kapsamındaki (B3) performans göstergelerine göre, öğretmen adayları ve öğretmenlerin kullandıkları öğrenme ve öğretme yaklaşımları arasında farklılıkların da olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları ve

öğretmenlerin genellikle yazılı kaynaklardaki benzetimler, açıklamalar ve etkinlikleri kullandıkları, ancak öğretmen adaylarından farklı olarak öğretmenler günlük hayatla ilgili farklı örneklendirmeler ve benzetimler kullandıkları belirlenmiştir. Diğer taraftan öğretmen adayları elektronik sunum yazılımları, simülasyonlar ve kavram haritası gibi araçları içeren sunum çeşitleri ile öğretmenlerden farklılık göstermektedir. Her iki grubun da görselleştirme, problem çözme ve deney sunumunu kullandığı, ancak öğretmen adayları ders kitabında var olan deneyleri kullanırken öğretmenlerin ders kitabının dışında bazı deneyleri yaptıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin tek başlarına bu yeterliklerin geneline sahip olmadıkları, öğretmen adaylarının yapılandırmacı görüşe göre belirlenen yeterliklerin bir kısmına sahip olduğu (B.3.3, B.3.7, B.3.8), öğretmenlerin ise zaman, deneyim ve bağlam yolu ile geliştirdikleri problem çözme, ilişkilendirme ve uygulamaya ilişkin yeterliklere (B.3.1, B.3.4, B.3.5) sahip oldukları belirlenmiştir. Fizik eğitimi ile ilgili materyal seçebilme ve kullanabilme yeterlik alanlarına bakıldığında, öğretmen adaylarının fizik ile ilgili testlerden (B5.1), görsel ve elektronik materyallerden (B5.2) uygun olanı seçme ve güncel eğitim teknolojilerini sınıfta kullanma (B5.4) performanslarını, öğretmenlerin ise fizik ders kitaplarından (B4.2) ve fizik ile ilgili testlerden (B5.1) uygun olanı seçme performanslarını sergiledikleri belirlenmiştir.

4.3. Katılımcıların Oryantasyonlarına Yönelik Bulguların Tartışılması

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları oryantasyonları ve değişimi ile ilgili elde edilen bulgular ve öğretmenlerin aynı konudaki oryantasyonlarına ilişkin bulgular doğrultusundaki tartışmalara yer verilmiştir

Öğretmenlerin oryantasyonlarını belirleyen, onların fen öğretimi ve öğrenci öğrenmesine yönelik düşünce ve inançları Magnusson vd. (1999) tarafından PAB'ın bir bileşeni olarak tanımlanmıştır. Öğretmen oryantasyonları, öğretmenlerin fen öğretimini nasıl kavramsallaştırdıklarını ve ya belirli bir seviyedeki öğrencilere yönelik belli bir konunun öğretimine ilişkin genel düşünce şekillerini ifade etmektedir (Magnusson vd., 1999). Bu çalışmada, Magnusson vd. (1999) tarafından oluşturulan sınıflandırma öğretmen adayları ve öğretmenlerin oryantasyonlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin oryantasyonları, PAB testi, gözlemler, mülakatlar ve ders planlarından elde edilen verilerin analizi ile belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının PAB testinde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergiledikleri görülmektedir (bkz. öğretmen adaylarının oryantasyonları ile ilgili tablolar). Yerrick ve Hoving (2003) öğretmen adaylarının deneyim sahibi olmadan oryantasyonlarının şekillenmesinde öğretmen adaylarının öğrenci iken sınıflarda yaptıkları gözlemlerin etkisi olduğunu ve öğretmen adaylarının öğrenci iken öğretimin ne anlama geldiğine ilişkin yerleşmiş inançlar geliştirdiklerini belirtmektedir. Öğretmen adaylarının ilk uygulamada ağırlıklı olarak didaktik oryantasyonu sergiledikleri ancak alan eğitimi sırasında ikinci uygulamadan itibaren akademik hassasiyet oryantasyonunda artış meydana geldiği belirlenmiştir. Holt-Reynolds (1991) ve Mellado (1998), öğretimle ilgili fikirlerin, öğretmen adaylarının kendi öğrencilik deneyimlerinden geldiğini, üniversite eğitimi sırasında öğretim uygulamaları hariç değişmediğini ifade etmesine karşın, adayların oryantasyonlarında öğretmenlik uygulaması öncesinde bir değişim olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının PAB testindeki sunum çeşitlerinde, II. uygulamadan sonra artış olduğu ve buna paralel olarak oryantasyonlarının akademik hassasiyete doğru dönüştüğü belirlenmiştir. Adams ve Krockover (1997), öğretmen adaylarının oryantasyonlarının öğretmen yetiştirme programlarından etkilendiğini ifade etmektedir. Akademik hassasiyet oryantasyonu, öğrencileri zor problemlerle meşgul etme, laboratuvar çalışmaları ve gösterileri kapsamaktadır. İkinci uygulamadan itibaren öğretmen adaylarının sunum çeşitliliğine laboratuvar ve gösterilerin eklenmesinin, oryantasyonlarının akademik hassasiyete dönüşmesinin nedenlerinden biri olduğu söylenebilir. Genel olarak akademik hassasiyet oryantasyonunda artış olmasına karşın, bazı sorular için tüm uygulamalarda didaktik oryantasyonuna olan bağlılığın sürdürüldüğü görülmektedir. Öğretmen yetiştirme programları sırasında benzer ortamda bulunan öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin oryantasyonlarındaki farklılığın ise okul yıllarında şekillenen, yaşanmış deneyimler ve bu deneyimlerin yorumlanması ile oluşan inanç sistemleri nedeniyle (Thorén, 2008; Eick ve Reed, 2002) bireysel yapıdan kaynaklanan farklılıklar olarak gösterilmektedir (Yerrick vd., 1997).

Öğretmen adaylarının ders planlarında sergilediği oryantasyon ile öğretmenlik uygulamalarında sergilediği oryantasyon arasında uyum olduğu tespit edilmesine karşın, bazı adayların (A₄, A₅ ve A₆) PAB testinde ve öğretmenlik uygulamaları sırasında gözlenen oryantasyonlarının örtüşmediği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, bu duruma ait farklı bulgular elde edildiği belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda öğretmenlerin öğretimleri öncesi ifade ettikleri öğretim şekilleri ile öğretimleri sırasındaki uygulamaları arasında

tutarlılık olmadığı ifade edilmesine karşın (King vd., 2001; Morrison ve Lederman, 2003; Mulholland ve Wallace, 2005), bazıları ise öğretmenlerin ifade ettikleri ile uygulamalarının tutarlı olduğunu göstermiştir (Stipek vd., 2001).

Öğretmenlik uygulamalarında, didaktik oryantasyon sergileyen adayların (A₄, A₅, A₆, A₇) uygulama öğretmenlerinin (Ö₄) oryantasyonlarının didaktik olduğu, uygulamalarında akademik hassasiyet oryantasyonlarını sergileyen öğretmen adaylarının (A₁, A₃) uygulama öğretmenlerinin (Ö₆) oryantasyonlarının da akademik hassasiyet olduğu belirlenmiştir. Canbazoglu (2008), öğretmen adaylarının konuya özel PAB'ını değerlendirdiği çalışmasında, öğretmen adaylarının uygulama öğretmenlerinden etkilendiğini ifade etmektedir. Benzer şekilde Lesniak (2003), uygulama öğretmenleri, öğrenme ortamlarının düzenlenmesinde, öğretmen adaylarının beklentilerine cevap vermede ve adaylara model oluşturma gibi yönlerden adaylar üzerinde önemli ölçüde etkisi olduğunu ifade etmektedir. Van Driel vd. (2002) çalışmasında, uygulama öğretmenleri ile yapılan tartışmaların öğrenci zorluklarına ilişkin bilginin artmasına olumlu etkileri olduğunu belirtmektedir. Bu çalışma sonuçları, katılımcıların yarısının PAB kaynakları olarak uygulama öğretmenlerini gösterdikleri, ancak bu katkının uygulama öğretmenleri PAB'na, öğretmen adaylarıyla aralarındaki iletişim miktarına ve konuyla ilgili uygulama öğretmenin bilgisi ölçüsünde farklı şekillerde olacağı belirtilmektedir. Bu çalışmada, öğretmen adayları ile uygulama öğretmenlerinin oryantasyonları arasındaki benzerlik, yukarıda bahsedilen uygulama öğretmenleri öğretmen adaylarının oryantasyonlarının şekillenmesinde etkisi olduğunu doğrular niteliktedir.

Öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonların ise didaktik, akademik hassasiyet ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonları olduğu görülmektedir. Bazı öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonlar ile öğretimleri sırasında sergiledikleri oryantasyonlar arasında tutarlılık olmadığı belirlenmiştir. PAB testinde akademik hassasiyet ve didaktik oryantasyonlarını birlikte sergileyen öğretmenlerin bazıları (Ö₄, Ö₅) öğretim uygulamaları sırasında sadece didaktik oryantasyonunu sergilemişlerdir. Diğer öğretmenlerin PAB testinde sergiledikleri oryantasyonları ile öğretim uygulamalarında sergiledikleri oryantasyonlarının uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ö₁ öğretmenin öğretim uygulamalarında, PAB testinde olmayan yönlendirilmiş araştırma oryantasyonunu sergilediği gözlenmiştir. Magnusson vd.'nin (1999) kategorilerine göre sınıflandırılarak belirlenen didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonları dışında, katılımcı öğretmenlerin yarısının farklı bir oryantasyona sahip oldukları belirlenmiştir. Bu

öğretmenlerin Magnusson vd. 'nin (1999) PAB modeline göre bağlamdan kaynaklanan farklı bir oryantasyon geliştirdikleri söylenebilir. Bağlamın öğretmenlerin çeşitli bilgi temellerini etkilediği ve öğretimle ilgili kararlarında belirleyici role sahip olduğu yapılan çalışmalar tarafından ifade edilmektedir (Lin ve Yang, 1995; Carlsen, 1999). Friedrichsen ve Dana (2005) 4 deneyimli ortaöğretim öğretmenin sahip oldukları fen öğretimi oryantasyonlarını tanımladıkları çalışmalarında, Magnusson vd. (1999) tarafından tanımlanan 9 oryantasyon çeşidinin yeterli olmadığını, katılımcıların oryantasyonlarının daha karmaşık ve literatürde tanımlanandan daha geniş olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Ö₁ öğretmeni hariç farklı oryantasyon sergileyen öğretmenlerin, oryantasyonlarını öğrencilerin çoktan seçmeli testlere dayalı üniversite sınavlarında başarılı olmalarına katkı sağlamak amacıyla şekillendirdikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin bulunduğu okul bağlamının özelliklerinin benzer yapıda olmasının oryantasyonlarının belirlenmesinde etken olduğu söylenebilir. Öğretmenlerin Anadolu Liselerinde öğretmenlik yapıyor olması, öğrencilerin, velinin ve okul yönetiminin beklentileri öğretmenlerin üniversite sınavlarına hazırlığı hedefleri arasında ön plana çıkarmalarına ve dolayısıyla alıştırma-uygulama oryantasyonu sergilemelerine neden olduğu düşünülmektedir. Friedrichsen ve Dana (2005) sahip olunan oryantasyonların kaynaklarını sınıf ortamı, öğretmenlerin öğrenciler ve öğrenme ile ilgili inançları, önceki çalışmaları ile iş deneyimleri, mesleki gelişim ve zaman darlığı olarak tanımlayarak, oryantasyonların belirlenmesinde öncelikli etkenin geçmiş, ardından bağlam ve öğrenciler olduğunu belirtmişlerdir. Yeni fizik ders programının öğretmenlerin oryantasyonlarında da dönüşümü öngörmesine rağmen, öğretmenlerin oryantasyonlarında bu doğrultuda önemli ölçüde bir dönüşümün olmadığı belirlenmiştir. Öğretmenlerin sahip oldukları bu oryantasyonun, yeni programdan ve programı destekleyen denetim birimlerinden etkilenmediği belirlenmiştir. Monet (2006), konuya özel mesleki gelişim programının, öğretmenlerin PAB'ın diğer bileşenlerinde değişim sağlamasına karşın, öğretmenlerin oryantasyonlarına herhangi bir etkide bulunmadığını ifade etmiştir. Ancak Hanuscin vd. (2011) çalışmalarında, deneyimli ilköğretim öğretmenlerinin oryantasyonlarının zamanla değiştiğini belirlemiştir.

Özetle bu çalışmada, öğretmen adaylarının oryantasyonlarında, PAB testine göre, ikinci uygulamadan itibaren öğretmen yetiştirme programın etkisi ile akademik hassasiyet yönünde bir değişim görülmesine karşın, öğretmenlik uygulamalarında adayların yarısının didaktik oryantasyon sergiledikleri ve sergiledikleri oryantasyonlarında uygulama

öğretmenlerinin önemli etkisi olduğu söylenilebilir. Öğretmenlerin ağırlıklı olarak didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonunu sergiledikleri, çalışma bağlamının oryantasyonlarında belirleyici rolü olduğu (Thorén, 2008) ve yeni programın tüm öğretmenlerin oryantasyonunu beklenen şekilde etkilemediği belirlenmiştir. Luft'un (2001) çalışma sonuçları deneyimsiz öğretmenlerin oryantasyonlarının deneyimli öğretmenlere göre değişime daha açık olduğunu göstermektedir. Literatürde oryantasyonların sınıflanmasında bahsedilmeyen ve bu çalışmada hem öğretmenler ve hem de öğretmen adaylarının sergiledikleri ve temelde öğrencileri üniversite sınavına hazırlamak için katılımcıların hemen hemen tamamının alıştırma-uygulama oryantasyonuna sahip oldukları belirlenmiştir.

MEB-TTKB (2010) tarafından belirlenen Fizik Öğretmenleri Özel Alan Yeterlikleri genel olarak dikkate alındığında, öğretmenlerin ağırlıklı olarak akademik hassasiyet oryantasyonuna sahip olmaları beklenmektedir. Ancak, öğretmenlerin bu yeterlikler doğrultusunda ağırlıklı olarak akademik hassasiyet (Ö₁, Ö₂, Ö₆) ve didaktik (Ö₃, Ö₄, Ö₅) oryantasyonunu sergiledikleri, öğretmen adaylarının ise kararsız oryantasyon sergilemekle birlikte uygulama öğretmenlerinin oryantasyonlarının etkisiyle akademik hassasiyet (A₁, A₃) ve didaktik (A₄, A₅, A₆, A₇) oryantasyonları sergiledikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının, uygulama öğretmenlerinin oryantasyonlarından etkilendiği Van Driel vd. (2002) ve Canbazoglu (2008) tarafından yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur.

4.4. Katılımcıların Öğrenici Önbilgisine Yönelik Bulguların Tartışılması

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları öğrenici önbilgileri ve değişimi ile ilgili elde edilen bulgular ve öğretmenlerin aynı konudaki öğrenici önbilgilerine ilişkin bulgular doğrultusundaki tartışmalara yer verilmiştir.

Zemba-Saul, Star ve Krajcik (1999), öğretmen adaylarının alan bilgisini sunmada karşılaştıkları en önemli güçlüklerde birinin, öğrencilerin konuya ilişkin önbilgilerini tahmin edememeleri olduğunu belirtmektedir. Öğretmen adaylarının, öğrencilerin ne bildikleri, ne tür sorular sorabilecekleri ve hangi konuların öğrencilere zor geleceği hakkında sınırlı bilgiye sahip olmaları, gerçek öğrenme ortamlarında öğrencilerle etkileşim halinde olmamalarından kaynaklanmaktadır (Zemba-Saul vd., 1999). Bu çalışmada, öğretmen adaylarının PAB testinde öğrenici önbilgisi hakkında yaptıkları tahminlerin

genellikle içeriğe-özel ve tahminsiz kategorilerinde yoğunlaştığı, derin kategorisinde tahminde bulunan adayların (A_1 , A_3 , A_5) öğretim uygulamalarında öğrencilerin önbilgilerini belirlemeye yönelik etkinlikler planladıkları belirlenmiştir. Ancak, öğretim uygulamalarında adayların sunumlarını öğrencilerin önbilgilerini dikkate alarak yürütmedikleri, önbilgileri önceki dersin kısa bir tekrarı şeklinde değerlendirdikleri gözlenmiştir. King vd. (2001), öğrencilerin önbilgilerini tahmin etmenin, öğretimin öğrenci bilgisine göre düzenlenmesi ve öğretim etkinliklerinin planlanmasında önemli olduğunu ifade etmektedirler. Ancak bu çalışmada öğretmen adaylarının, öğrencilerin konuyla ilgili bazı kavramları bildiklerini düşünerek konuyu uygun hızda vermedikleri veya öğrenci önbilgilerini dikkate almayarak kendi anlatacakları konuya odaklandıkları gözlenmiştir. Bazı öğretmen adaylarının (A_4 ve A_7) öğretimleri sırasında, elektrik akımının oluşmasında elektronların titreşim hareketini açıklarken, öğrencilerin elektronların atom içerisindeki hareketlerine ilişkin sorularını cevaplandırmadığı ve kendi açıklamalarına devam ettiği gözlenmiştir. Benzer soruların, öğretmenlerin (\ddot{O}_3 , \ddot{O}_6) öğretimleri sırasında da geldiği, ancak öğretmen adaylarının aksine öğretmenlerin periyodik cetvelde metallerin özellikleri ile atomun yapısına ilişkin detaylı açıklamalar yaparak öğrencilerin sorularını cevapladıkları gözlenmiştir. Bazı öğretmen adaylarının (A_3 , A_4 , A_5) öğrencilerin önbilgilerini dikkate almamalarının, öğretim sırasında öğrencilerin konuyla ilgili kavramsal anlamalarını zorlaştırdığı belirlenmiştir (bkz. A_3 adayının öğrenci zorlukları bilgisi). A_3 adayının konu sonunda kullandığı değerlendirme sorularını, öğrencilerin daha önceden öğrenmedikleri yaygın potansiyel enerjisi ve Coulomb kuvvet gibi konu veya kavramları kapsayacak şekilde hazırladığı, bu durumun da öğrencilerin bazı zorluklarla karşılaşmalarına neden olduğu belirlenmiştir. PAB testine göre öğretmen adaylarından derin kategorisinde en çok tahminde bulunan adayın alan bilgisi puanının yüksek olmadığı (A_5), uygulamalar arasında alan bilgisi puanı artan A_1 adayının derin kategorisindeki tahminlerinin azaldığı, A_6 adayının ise alan bilgisi puanının azalmasına rağmen derin kategorisindeki tahminlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durumda öğretmen adayları için alan bilgisinin, öğrenci önbilgisini tahmin etmede etkili olduğu söylenebilir. Bu çalışmada, alan bilgisindeki artışla öğrenci önbilgisine ilişkin tahminlerin yüzeysel veya içeriğe özel kategorilerinde olduğu, tersi durum için ise derin kategorisine dönüştüğü belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrenci önbilgisi ile ilgili tahminlerini, kendi alan bilgilerine göre yaptıkları söylenebilir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının uygulamalar arasında alan bilgilerinin gittikçe azalması nedeniyle öğrencilerin alan bilgisi düzeyine yaklaşmaları,

öğrenci önbilgilerini tahmin etmede ki bu dönüşümü açıkladığı düşünülmektedir. Bazı adayların (A₃, A₄, A₅, A₇) öğrencilerin önbilgilerinin değerlendirildiği sırada öğrencilerin verdikleri yanlış cevap ve sorulara değil, doğru cevaplara odaklandıkları gözlenmiştir. Birçok araştırmada, güçlü olmayan alan bilgisinin, öğretmen adaylarının, öğrencilerin düşüncelerine ve süreç becerilerine odaklanmalarına engel olduğu ifade edilmektedir (Hashweh, 1987; Feiman-Nemser ve Parker, 1990; Halim ve Meerah, 2002; Johnston ve Ahtee, 2006).

Öğretmenlerin öğrencilerin önbilgilerine ilişkin PAB testindeki cevapları, öğretmen adaylarından farklı olarak içeriğe-özel ve derin kategorilerinde yoğunlaşırken, genel, yüzeysel ve tahminsiz kategorilerinde tahminlerinin olmadığını göstermektedir. Öğretim uygulamalarında ise öğretmenlerin, öğretmen adaylarından farklı olarak öğrencilerin daha önceden öğrendikleri konu ve kavramları yeni konunun açıklanmasında ve ilişkilendirilmesinde sıklıkla kullandıkları gözlenmiştir. Stein vd. (1990), gelişmiş alan bilgisine sahip öğretmenlerin, kavramlar arasında bağlantı kurmaya ağırlık veren öğretim yaklaşımlarını benimsediğini, alan bilgisi yetersizliğinde ise sadece konuya ilişkin temel gerçekleri sunduklarını ifade etmektedir. Öğretmenlerin öğrencilerin önbilgileri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmalarının nedeni, öğrenme ortamlarında daha fazla deneyimlerinin olması yanı sıra, mevcut ve önceki programlar hakkında da daha fazla bilgi sahibi olmaları gösterilebilir (Kaya, 2009). Öğretmenlerin, öğrencilerin nasıl öğrendiklerine ilişkin sahip oldukları bilginin, ne çeşit öğrenme fırsatları düzenleyeceklerini etkilediği belirtilmektedir (Lin ve Yang, 1995). Jang vd. (2009) öğretmenlerin PAB'ını öğrencilerin bakış açısıyla belirledikleri çalışmada, öğretmenlerin program nedeniyle konuları hızlı bir şekilde sunmalarından dolayı öğrencilerin önbilgilerini belirleme ve öğretimi buna göre düzenlemeye karşı kayıtsız kaldıkları bulgusu, bu çalışmada öğretmenlerin öğrenci önbilgisine ilişkin tutumları ile uyum sağlamamaktadır.

4.5. Katılımcıların Öğrenici Zorlukları Bilgisine Yönelik Bulguların Tartışılması

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları öğrenici zorlukları hakkındaki bilgileri ve değişimi ile ilgili elde edilen bulgular ve öğretmenlerin aynı konudaki öğrenici zorlukları hakkındaki bilgilerine ilişkin bulgular doğrultusundaki tartışmalara yer verilmiştir.

Öğretmen adaylarının PAB testinde öğrenci zorlukları ile ilgili tahminlerine bakıldığında, öğrenci zorluklarına ilişkin yaptıkları tahminlerin öğrenci önbilgisine ilişkin yaptıkları tahminlerle benzer olduğu belirlenmiştir. Önbilgi tahminlerinde olduğu gibi, bazı adayların (A₁, A₅) alan bilgilerinde artış olmasına karşın, derin kategorisindeki tahminlerinin azaldığı veya alan bilgilerinde azalma olduğunda, derin kategorisinde tahminlerinin arttığı (A₇) görülmektedir. Bazı çalışmalar alan bilgisinin, öğrenci zorluklarının tahmin edilmesinde pozitif etkileri olduğunu göstermektedir (Kaya, 2009; Käpylä vd., 2009). Bununla birlikte, bu çalışma bulguları, alan bilgisinin öğrenci zorluklarını tahmin etmede olumlu etkisinin olduğunu vurgulayan çalışmalar ile uyuşmamaktadır. Bu durum, Halim ve Meerah (2002), Johnston ve Ahtee (2006) ve Canbazoglu (2008) tarafından kavram yanılgısı ya da bilgi eksikliği olan öğretmen adaylarının kendi zorluklarını öğrenci zorlukları olarak tanımlamalarından ileri geldiği şeklinde açıklanmaktadır. Alan bilgisinde azalma, öğretmen adaylarında kavram yanılgılarının veya konuya ilişkin zorlukların artmasına neden olabileceğinden öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinde artış görülmüş olabilir. Öğretmen adaylarının alan bilgisi bölümüne verdikleri cevaplar ile öğrenci zorluklarına ilişkin diğer kategorisinde verdikleri cevaplar arasındaki benzerlikler, adayların alan bilgisi bölümünde sergiledikleri kavram yanılgılarını öğrenci zorlukları olarak tanımladıklarını göstermektedir. Birinci soruda, “parlaklık potansiyel fark ile ilişkili olduğundan iletken telin boyunun değiştirilmesinin parlaklığı etkilemeyeceği” yanılgısını gösteren adayların (A₁, A₃, A₅, A₆, A₇), öğrencilerin “telin boyunun parlaklığı değiştireceği” yanılgısına sahip olabilecekleri tahminini yaptıkları tespit edilmiştir. Benzer şekilde sekizinci soruda “açık bir devrede akım oluşmayacağı için üreticinin uçları arasında potansiyel farkın olmayacağı” kavram yanılgısına sahip öğretmen adaylarının (A₁, A₄) tanımladıkları öğrenci zorluklarının “öğrenciler açık devrede potansiyel fark oluşmayacağını anlamakta zorluk çekebilir” şeklinde olduğu belirlenmiştir. A₅ adayı ise son uygulamada 13. soruyla ilgili olarak “öğrencilerin parlaklığı akıma göre belirlemelerinin onlar için zorluk oluşturacağı” şeklinde bir öğrenci zorluğu ifade etmiştir. Bu adayın önceki uygulamalarda bu soruya ait alan bilgisi cevabını ana koldan geçen akıma göre verdiği, ancak ana koldan geçen akımı sabit olarak kabul ettiği için yanlış sonuca ulaştığı belirlenmiştir. Aday, yanlısının kaynağını, kendisinin akımı sabit kabul etme kavram yanılgısına sahip olmasından dolayı değil, dağılımın akıma göre yapılmasından ileri geldiğini düşünmektedir. Bu nedenle parlaklığın akım yardımıyla da bulunabilmesine karşın, öğrencilerin, akımı kullanmaları

durumunda problem yaşayabileceklerini öğrenci zorluğu olarak ifade etmiştir. PAB testine göre, öğretmen adaylarının öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerini, kendi alan bilgilerine ve zorluklarına göre yaptıkları görülmektedir. Bu bulgular, öğretmen adaylarının, öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olabileceklerini ifade ettikleri sorularda, kendilerinin kavram yanlışlığının olduğunu ifade eden Canbazoğlu (2008), öğretmen adaylarının tahmin ettikleri olası kavram yanlışlığının gerçekte konuyla ilgili doğru olan bilimsel fikirler olduğunu belirten Halim ve Meerah (2002), öğrenci zorluklarını tahmin etmeleri istendiğinde, kendi kavram yanlışlığı ve zorluklarını vurgulayan öğretmen adaylarının olduğu ifade eden Johnston ve Ahtee'nin (2006) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu şekilde kendi kavram yanlışlıklarını öğrenci zorlukları olarak tanımlayan öğretmen adaylarının öğrencilerin gerçek yanlışlıklarını ve zorluklarının farkına varamayacakları ve doğru bir şekilde tanımlayamayacakları belirtilmektedir (Thorén vd., 2008).

Öğretmen adaylarının öğrenci zorluklarına ilişkin ilk uygulamada yaptıkları derin kategorisindeki tahminlerin kendi alan bilgilerine göre olduğu, son uygulamalara doğru bu tahminlerin, ya adayların öğretmenlik uygulamalarında öğrencilerde gözlemledikleri zorluklar ya da literatürde ifade edilen kavram yanlışlıkları şeklinde olduğu belirlenmiştir. İlk uygulamalardaki tahminler, “pozitif yüklerin hareket edebileceği”, “bir direnç azaltılırken denge durumunun olması gerektiği düşüncesi ile diğerinin artabileceği” ve “sağ el kuralını uygulamada zorluklar” şeklinde iken, son uygulamalarda “iletkenin direncinin kesit alanına bağlı olması durumunda alan hesaplamaları yapmada zorluk”, “dirençten önce ve sonra akımın değişmesi”, “seri ve paralel bağlı devrelerde lamba sayısının parlaklığı değiştireceği, lambadan önceki dirençte değişimin lamba parlaklığını etkilemezken, sonraki direncin değiştirilmesini etkileyeceği” şeklinde öğretim uygulamalarına veya literatüre dayalı tahminler şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, öğretim deneyiminin öğrencilerle etkileşimi artırmasından dolayı, deneyimin öğrenci zorluklarını tahmin etmede katkısı olduğunu ifade eden çalışmalarla (Zemba-Saul vd.1999; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Henze vd., 2008) uyumlu görülmektedir. Ancak, derin kategorisinde yapılan bu tahminlerin çoğunlukla alan bilgisi bölümünde doğru kategorisinde yer alan veya öğretmenlik uygulamalarında öğretim yapılan sorularda (2, 5, 7, 10, 11, 13, 14) olduğu belirlenmiştir. Öğretim uygulamalarının tüm adayların öğretim yaptıkları konularda derin kategorisindeki tahminlerde bulunmamış olsalar da, önceki uygulamalarda tahminde bulunulmayan bu sorular için içeriğe-özel kategorisinde tahminler yapılmasına katkı sağladığı belirlenmiştir. A₃ adayının 6 ve 12. sorularda ilk

uygulamalarda tahmin yürütmemesine karşın, öğretmenlik uygulamasında manyetizma konusuna ilişkin öğretim yaptığı ve öğretim deneyimi sonrasında bu soruların muhtemel öğrenci güçlükleri kısmında içeriğe-özel kategorisinde tahmin yürüttüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde A₄ adayının 10 ve 11. sorularda ilk uygulamalarda tahminde bulunmadığı, iletkenin direncinin nelere bağlı olduğu konusunda öğretim yaptıktan sonra son uygulamada bu sorular için içeriğe-özel kategorisinde tahminlerde bulunduğu belirlenmiştir. A₆ adayının derin kategorisinde tahminlerde bulunduğu soruların PAB testinde alan bilgisi bölümünde cevapsız bırakmadığı, doğru olarak cevaplandığı ve öğretmenlik uygulamalarında öğretim yapmayı tercih ettiği dirençlerin bağlanması ile seri ve paralel bağlı devreler konusuna ilişkin 7, 10, 11, 13, 14 ve 15. sorular olduğu belirlenmiştir. Bu durum adayların ilgili soruya ait alan bilgilerindeki artmanın, öğrenci zorluklarını tahmin etmede etkili olduğunu göstermektedir. Hashweh (1987), Käpylä vd. (2009) ve Kaya'nın (2009) çalışmaları alan bilgisi bakımından yeterli adayların, alan bilgisi yetersiz olan adaylara göre öğrenci zorluklarını tahmin etmede daha başarılı olduklarını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin bazılarının literatürde var olan kavram yanılgıları olduğu belirlenmiştir. Bu yanılgıların kaynaklarının ise çoğunlukla yazılı kaynaklar olduğu tespit edilmiştir. A₃ adayının son uygulamada derin kategorisinde yaptığı “seri ve paralel bağlı devrelerdeki lambaların parlaklık yönünden birbirlerine üstün olduğu yönünde bir kavram yanılgısına sahip olabilirler” tahmininin aslında kavram yanılgısı olduğu ve ders kitabında yer aldığı belirlenmiştir. Yine A₁ adayının ders planında, literatürde ve fizik ders programında yer alan “akım, elektrik devre elemanları tarafından tüketilir”, “akım, pilin pozitif ve negatif kutbundan çıkıp ampul üzerinde çarpışır” ve “elektrik akımı pilin pozitif kutbundan çıkıp negatif kutbuna doğru hareket eder” kavram yanılgılarına yer verdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde A₇ adayının ders planında, “direnç üzerinden geçen akım azalır”, “paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci en büyük direncin değerinden daha büyüktür” şeklinde literatürde yer alan kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir. Ders planlarının hazırlanmasında kullanılan kaynakların incelenmesi ile bu yanılgıların ders kitabı, yardımcı kitaplar, fen eğitimine ilişkin bilimsel içeriklerin yer aldığı internet siteleri şeklinde çeşitli yazılı kaynaklardan alındıkları belirlenmiştir. Ayrıca bazı adayların (A₄, A₅, A₆) öğrencilerin seri ve paralel bağlı karışık devrelerde, hangi dirençlerin birbirine seri, hangilerinin paralel olduğunu belirlemede zorluk çeken öğrenciler için yardımcı ders kitaplarında yer alan harflendirme

yöntemini açıkladıkları gözlenmiştir. Van Driel vd.'nin (2002) çalışmasında, öğretmen adaylarının yazılı kaynaklardaki öğrenci zorluklarını okumalarının, öğrenci zorlukları hakkındaki anlayışlarını geliştirdiği ifade edilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin, öğretimlerinin her aşamasında yazılı program kaynaklarını kullandığı ve bu kaynakların fen kavramları ve süreçleri hakkındaki bilgisinin kaynağını oluşturduğu ifade edilmektedir (Mellado 1998; Mulholland ve Wallace, 2005; Van Dijk, 2009).

Öğretmenlik uygulamaları sırasında yapılan gözlemler, bazı öğretmen adaylarının (A_1 , A_3 , A_5 , A_7) PAB testinde veya ders planlarında belirttikleri öğrenci zorluklarına ilişkin planladıklarını yeterli derecede uygulayamadıklarını göstermektedir. A_1 adayı, ders planında ifade ettiği “akımlar ampul üzerinde çarpışır ” şeklindeki kavram yanlışlarını kapsayan çoktan seçmeli soruları zaman yetersizliği nedeni ile çözemediğini ifade etmiştir. A_3 adayının ise PAB testinde ifade ettiği 10. soruya ilişkin “akımın önce lambaya geldiği için R_2 direncinin değişmesinin bir şey değiştirmeyeceğini düşünür” ve 13. soruya ilişkin “seri ve paralel bağlı devrelerdeki lambaların parlaklık yönünden birbirlerine üstün olduğu yönünde bir kavram yanlışına sahip olabilirler” kavram yanlışlarını gidermeye veya oluşmasını engellemeye yönelik herhangi bir uygulama ve ya açıklama yapmadığı gözlenmiştir. Ancak manyetik alan çizgilerine ve manyetik alanın boyutlarına ilişkin yaptığı öğrenci zorluğu ile ilgili tahminine yönelik simülasyon kullanarak sunumunu gerçekleştirmiştir. Bu sunum ile öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermeyi planlayan adayın, bu konuda kendisinin sahip olduğu kavram yanlışsı nedeni ile manyetik alan çizgilerini iki noktasal yük arasındaki elektrik alan çizgileri olarak gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, Hashweh (1987) ve Even'ın (1993) yanlış veya uygun olmayan bilgiye sahip öğretmen adaylarının, kendi sahip oldukları bu bilgiyi öğrencilerine aktarabilecekleri ve bu yolla öğrencilerin kavramsal zorluklarını artıracabilecekleri bulgusu ile benzerlik göstermektedir. Yine A_7 adayının ders planlarında ifade ettiği “gerilim değerinin devrede sabit kalması”, “direnç üzerinden geçen akım azalır”, “paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci en büyük direncin değerinden daha büyüktür” şeklindeki kavram yanlışlarından sadece akımın direnç üzerinden geçerken azalması kavram yanlışına yönelik açıklama yaptığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının ders planlarında veya PAB testinde ifade ettikleri kavram yanlışlarına yönelik uygulamalarının birçoğunu gerçekleştiremedikleri belirlenmiştir. Bu durum, Halim ve Meerah'ın (2002) da ifade ettiği gibi, öğretmen adaylarını sadece kavram yanlışları hakkında bilgilendirmenin, adayların bu yanlışlara yönelik faydalı açıklamalar geliştirmeleri konusunda yeterli olmayacağı ifadesi ile

örtüşmektedir. Akımın direnç üzerinde tüketileceği veya akımın dirençten önceki ve sonraki değerinin birbirinden farklı olacağı kavram yanlışlığına ilişkin olarak, ders planları veya PAB testinde herhangi bir tahminde bulunmayan A₄ adayının ise öğretim uygulamalarında bir öğrencinin sorduğu soru ile bu yanlışlıkla karşılaştığı gözlenmiştir. A₄ adayının öğretimini izleyen A₅ ve A₇ adaylarının kendi öğretimleri sırasında bu yanlışlığa vurgu yaptıkları gözlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının birbirlerinin öğretmenlik uygulamalarını gözlemlemelerinin, kendi öğretimlerini etkilediğini göstermektedir. Başkalarının öğretimlerini gözleme, öğretmenlik deneyimi ve öğretmenler arası tartışmaların, PAB gelişimine katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Van Driel vd., 1998; Jauhainen vd., 2002; Appleton, 2003; Ho ve Toh 2004; Nilsson, 2008). Geddes (1993) ise hizmet öncesi öğretmenler arasında öğrencilerin yanlış kavramaları hakkında yaptıkları tartışmaların, öğretim yöntemlerinin ve konu alanı bilgisinin sunumlarının gelişmesine katkıda bulunduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adaylarının uygulamalarında, bazı adayların konuyu basitten karmaşığa doğru sunmada (A₅) ve bazı adayların (A₃, A₅) ise öğrencilerin seviyesine, önbilgilerine uygun açıklamalar yapma ile örnekler ve alıştırmalar seçmede problemler yaşadıkları gözlenmiştir. Thorén (2008), fen öğretiminde özellikle konuları belirli bir sıra ve düzende sunmanın öğrenme için önemli rolü olduğunu ifade etmektedir. A₅ adayının programa göre 5–6 ders saati içerisinde verilmesi gereken kavramların tamamını 1 ders saati içerisinde hızlı bir şekilde sunmasının, A₃ ve A₅ adaylarının ise öğrencilerin bilgi sahibi olmadıkları kavramları içeren problemleri, değerlendirme veya alıştırma soruları olarak kullanmalarının öğrenci zorluklarını artırdığı belirlenmiştir. King vd.’nin (2001) çalışma bulguları, öğrencilerin ne bildiklerine ilişkin yeterli bilgi sahibi olmayan öğretmenlerin, öğrencilerin sahip oldukları bilgiyi ortaya çıkarmada ve öğrencilerin sahip oldukları bilgileri öğretimin planlanmasında nasıl kullanacaklarına dair problemleri de beraberinde getirdiğini göstermektedir.

Öğretmenlerin öğrencilerin sahip olabilecekleri zorlukların neler olabileceğine ilişkin yaptıkları tahminleri, öğretmen adaylarından farklılık göstermektedir. PAB testine göre, alan bilgileri öğretmen adaylarından daha iyi seviyede olan öğretmenlerin, öğrenci zorlukları konusundaki tahminlerinin de adaylardan farklı olduğu belirlenmiştir. 5. soruya ilişkin “elektronların bataryadan çıkıp tüm devreyi dolaştıklarını düşünecekleri” zorluğunu ifade eden Ö₁, 10. soru ile ilgili “R₂ direncinin artırıldığı durumda akımın ilk önce lambaya uğrayacağı düşünülüp, lambadan sonraki dirençte artma veya azalmanın sonucu

değiştirmeyeceği” tahminini yürüten Ö₁, Ö₂, Ö₄ ve Ö₅, “öğrencilerin sadece lambanın bir direncinin olduğunu, telin dirençsiz olduğunu düşünebilecekleri” tahmini ile 6. soruda “elektrik alan ile manyetik alanın birbirine karıştırılması” tahminlerini yürüten Ö₃ öğretmenlerinin bu tahminlerinin öğrencilerle olan deneyimleri sonucu olduğu söylenebilir. Ancak alan bilgisi puanı diğer öğretmenlerden fazla olan Ö₄ öğretmenin, literatür ile de uyumlu olan derin kategorisinde öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin diğer öğretmenlerden fazla olmadığı, bu şekildeki tahminleri genellikle Ö₁, Ö₂ ve Ö₃ öğretmenlerinin yaptığı tespit edilmiştir. Alan bilgisi iyi olan öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının, olmayanlara göre öğrenci zorlukları konusunda daha bilinçli oldukları, kavram yanılığısına sahip olan öğretmen adayları veya öğretmenlerin, öğrencilerin kavram yanılığları hakkında fikir sahibi olmalarının çok zor olduğu ifade edilse de (Hashweh, 1987; Halim ve Merah, 2002; Käpyla vd., 2009; Kaya, 2009), bulgular, öğrenci zorluklarını tahmin etme bilgisinin sadece alan bilgisi ile ilişkili olmadığını ve alan bilgisinin gerekli ancak yeterli olmadığını gösteren çalışmalarla (Leinhart ve Smith, 1985; Feiman-Nemser ve Parker, 1990; Ball vd., 2008; Thorén, 2008; Käpyla vd., 2009) uyumlu görülmektedir.

Öğretmenlerin öğretim uygulamaları, öğrenci zorlukları hakkındaki bilgilerinin PAB testinde belirttiklerinden daha fazla olduğunu göstermektedir. PAB testinde ifade edilmeyen ancak öğretim uygulamaları sırasında öğrencilerin zorluk çekeklerinin düşünüldüğü konu ve kavramlara ilişkin öğretmenlerin çeşitli sunumlar kullandıkları gözlenmiştir. Ö₂ ve Ö₃ öğretmenlerinin bir iletkenin direnci olmadığına ilişkin öğrenci yanılıklarını önlemek amacı ile öğretimleri sırasında, iletken tellerin de direnci olduğu ancak dış devre direncinin yanında oldukça küçük olduğundan ihmal edilebileceğini açıkladıkları gözlenmiştir. Ö₃ öğretmenin öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanılıklarını engellemek amacıyla açıklamalar sırasında farklı olasılıklar üzerinde durduğu görülmüştür. Seri bağlı dirençlerden oluşan bir devrede, direnç sayısının artırılması ile devredeki akım ve potansiyel farkın nasıl değişeceğini açıklayan Ö₃ öğretmeni, devrede yapılan değişikliklerin direnç, akım ve potansiyel farkını nasıl etkileyeceğine ilişkin çeşitli örneklendirmeler kullanmıştır. Deneyler aracılığı ile ampermetre ve voltmeter gibi aletlerin bağlanma şekilleri ile bu aletlerin farklı şekillerde bağlanmaları durumunda neler olacağına ilişkin gerçekleşen olayları öğrencilerin gözlemlemesine olanak sunan Ö₂ öğretmeni, Ö₃ öğretmenin açıklamalar ile üzerinde durduğu olasılıkları deneysel yollarla göstermiştir. Benzer şekilde Ö₅ öğretmenin manyetik alanın sağ el kuralı ile bulunmasını gösterirken,

akımın ve manyetik alanın yönlerinin değiştiği farklı durumlarda sağ el kuralının nasıl uygulanacağına ilişkin örneklendirmeler kullandığı gözlenmiştir. Lin ve Yang (1995) çalışmalarındaki deneyimli öğretmenlerin, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının farkında olduklarını ve bu yanılgıları gidermek amacıyla sunumlarını, kavram yanılgıları ve bilimsel gerçekler arasındaki farklılıklara işaret ederek düzenledikleri ifade etmektedirler. Kaya (2009) ise alan bilgisi iyi olan adayların, olmayanlara göre öğrenci ön bilgisi ve öğrenci zorluklarını daha kolay belirlediklerini ifade etmektedir. Gelişmiş alan bilgisinin öğrenci zorluklarını belirlemede önemli etkisinin olduğunu gösteren birçok çalışma bulgusu (Hashweh, 1987; Halim ve Merah, 2002; Käpylä vd., 2009), bu çalışmada alan bilgisi öğretmen adaylarından daha iyi olan öğretmenlerin, öğrenci zorlukları hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve öğretimlerini buna göre düzenledikleri bulgusu ile örtüşmektedir. Öğretmenlerin tamamına yakını öğrenci zorluklarını gidermek veya oluşmasını engellemek amacıyla, konuları basitten karmaşığa doğru belli bir düzen takip ederek, daha önceden öğrenilen kavram, bağıntı ve konular ile farklı alanlardaki önbilgilerini öğretimi yapılan konunun açıklanmasında kullanmışlardır.

Hem öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarında hem de öğretmenlerin öğretimleri sırasında yapılan gözlemler, “akımın direnç tarafından tüketildiği” kavram yanılgısı öğrenciler tarafından yaygın olarak sergilendiği belirlenmiştir. Bu yanılgıyı ortadan kaldırmak için bazı öğretmen adayları (A₁) ve öğretmenlerin (Ö₂) deney yapma, bazılarının (A₄, A₅, A₇, Ö₃, Ö₄) ise açıklama ve benzetim sunumlarını tercih ettikleri gözlenmiştir.

MEB-TTKB (2010) tarafından belirlenen Fizik Öğretmenleri Özel Alan Yeterlikleri “Alan Eğitimi Bilgisi” yeterlik alanı dikkate alındığında, fizik konuları ile ilgili öğrenme zorluklarını analiz edebilme (B6) yeterliği kapsamındaki performans göstergelerine göre, öğretmenlerin öğretmen adaylarına göre öğrenci ön bilgisine (B6.2) ve öğrenci zorlukları (B6.1) hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve öğretimlerini bu zorlukları giderecek şekilde (B6.3) düzenledikleri belirlenmiştir. Bu bulguya paralel olarak araştırmalar öğrenci bilgisinin özellikle deneyimle geliştiği (Zemal-Saul vd., 1999; Sperandeo-Mineo vd., 2005; Henze vd., 2008) ve gelişmiş alan bilgisi ile orantılı olduğunu (Kaya, 2009; Käpylä vd., 2009) göstermektedir.

4.6. PAB Gelişimine Yönelik Elde Edilen Bulguların Tartışılması

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının PAB gelişimi, PAB'ın alan bilgisi, öğrenci bilgisi, öğretim sunumları ve oryantasyonları bileşenleri yönünden ele alınmıştır. Yukarıda farklı bölümler halinde tartışılan, alan bilgisi, öğretim sunumları, oryantasyonlar ve öğrenci bilgisi bileşenleri bu bölümde birlikte ele alınarak, PAB gelişimi bir bütün olarak değerlendirilecektir.

PAB, konu alanı bilgisinin öğrenci seviyesine ve özelliklerine göre dönüştürülme bilgisi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle PAB için, alan bilgisi ve öğrenci bilgisi önemli bileşenler olarak görülmekte, öğretim sunumları ise alan bilgisinin öğrenci özelliklerine göre düzenlenip aktarılmasını içermektedir. Oryantasyonlar, öğretmenlerin öğretime yönelik amaç ve hedeflerini içerdiğinden, öğretmenlerin öğretimi planlamaları ve sunmalarında çerçeve oluşturmaktadır. PAB'ın bu bileşenlerinden başka değerlendirme bilgisi ve program bilgisi şeklinde farklı bileşenleri de bulunmaktadır (Tablo1). PAB bileşenlerinin tamamını inceleyen çalışmaların yürütülmesinin güç olduğu bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında, literatürde birçok araştırmacının üzerinde hemfikir oldukları PAB bileşenleri olan öğretim sunumları ile öğrenci zorlukları, öğretim sunumlarını etkilediği ifade edilen oryantasyonlar ve PAB için temel oluşturan alan bilgisi bileşenleri incelenmiştir. Bu doğrultuda izleyen kısımda, çalışmadan elde edilen bulguların, katılımcıların PAB'ları, gelişimleri ve PAB bileşenleri arasındaki etkileşime ilişkin tartışmalara yer verilmektedir.

PAB testinden elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitimlerini tamamladıklarında, Elektrik ve Manyetizma ünitesine ilişkin farklı seviyelerde ve sınırlı alan bilgisine sahip olduklarını göstermektedir. Alan eğitimi sırasında ve öğretim deneyiminden önce, genel olarak öğretmen adaylarının alan bilgisinde azalma olduğu, öğretmenlik uygulamaları ile öğretim yapılan konularda artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Mıhladız ve Timur (2011), öğretmen adaylarının, öğretmenlerin PAB'ına ilişkin düşüncelerini araştırdıkları çalışmalarında, öğretmen adaylarının kendilerini alan bilgisi bakımından yetersiz gördüklerini ve öğretmenlik uygulamaları sırasında bu alan bilgilerini geliştirmeyi planladıklarını ifade etmektedir. Thoren vd. (2008) ise öğretmen adaylarının öğretim için alan bilgisinin önemini ve eksikliğini doğuracağı sonuçları anlamaları ve konuyla ilgili prensip ve kavramları öğrenme ihtiyacı hissetmeleri gerektiğini ifade etmektedir. PAB testinden elde edilen bulgulara göre ayrıca, öğretmen

yetiştirme programlarında, alan bilgisinde azalmanın belirlendiği zamanlarda, öğretim sunumlarının çeşitliliğinde artma ve oryantasyonlarda değişimin meydana geldiği tespit edilmiştir. Mulholland ve Wallace'ın (2005) öğretmenlerin PAB gelişimlerini tanımlamada kullandıkları bilgi ağacı metaforuna göre, bir öğretmen adayı, bünyesinde farklı bilgi çeşitlerini barındırmakta ve bu bilgilerle öğretmen yetiştirme programlarına gelmektedir. Tomurcuk olarak nitelendirilen bu bilgi çeşitleri, öğretmen yetiştirme programlarında gelişerek büyümeye başlamaktadır (Cochran vd., 1993; Van Driel vd., 1998; Davis, 2003). Öğretmenlerin içinde buldukları ortamda ağacın geliştiği ve öğretmenin gelişim aşamalarının bu ağacın gelişimini etkilediğini ifade eden Mulholland ve Wallace'a (2005) göre, bazı durumlarda özel tomurcuklar güçlü bir şekilde gelişerek dallara ayrılırken, bazılarının gelişimi ertelenmekte veya durmaktadır. Fakat geçmiş deneyimleri simgeleyen ağacın ana gövdesi sabit ve gelişimin devamı için bir kaynak olarak varlığını sürdürmektedir. Okullar ise öğretmenin bilgisindeki farklı gelişimler için ortam sağlamaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, alan bilgisi eğitiminden hemen sonra uygulanan ilk PAB testine adayların verdikleri cevaplar, öğretmen adaylarının alan eğitimi öncesinde sahip oldukları farklı sunum çeşitlerinin, sergiledikleri oryantasyonların, öğrencilere ilişkin bilgileri ile alan bilgilerinin birbirinden farklı olduğunu ve bu bilgi temellerinin bilgi ağacı metaforundaki geçmiş deneyimlerden gelen gövdeyi temsil ettiği düşünülmektedir. Bu bilgiler, öğretmen adaylarının öğrencilik yıllarında yaptıkları gözlemler ve deneyimlerinden ileri gelmektedir (Holt-Reynolds, 1991; Mellado, 1998; Zembal-Saul, Krajcik ve Blumenfeld, 2002; Yerrick ve Hoving, 2003; Arends, 2004; Mulholland ve Wallace, 2005; Davis ve Petish, 2005). Öğretmen yetiştirme programında ilerledikçe, öğretmen adaylarının alan bilgilerindeki azalma, ağacın alan bilgisi dallarında ilerlemenin durması veya körelmesi, öğretim sunumlarındaki çeşitliliğin artması ise sunum çeşitleri ve oryantasyon bilgi dallarında gelişip büyümesi olarak görülmektedir (Driel vd., 1998; Davis, 2003; Abell, 2008). Öğretmenlerin bilgilerinin gelişmesine ortam sağlayan okullardaki öğretmenlik deneyimlerinin, gelişimi duran veya körelen bazı dalların yeniden yeşermesine ve gelişmesine katkı sağladığı belirlenmiştir (Zembal-Saul vd., 1999; King vd., 2001; Van Driel vd., 2002; Thorén, 2008). Bu çalışmada, öğretmenlik deneyimi sırasında, öğretmen adayları okul ortamında hem öğrenciler hem de uygulama öğretmenleri ile etkileşime girmiş, öğrenme ortamlarını ve birbirlerinin öğretimlerini gözleme fırsatı kazanmışlardır. Öğretim yapacakları konulara yönelik olarak ders kitapları, yardımcı kaynaklar gibi çeşitli kaynaklar aracılığıyla hazırladıkları ders planlarını uygulama ve

öğretim yapma fırsatı elde etmişlerdir. PAB testinden elde edilen bulgular, alan bilgisi, sunum bilgisi ve oryantasyonlara yönelik ifade edilen bu değişikliklerin yanında, öğretmen adaylarının öğrenci hakkındaki bilgilerinde de bazı değişimlerin olduğunu göstermiştir. Alan bilgisi eğitiminin tamamlanmasından sonra yapılan PAB testi ile öğretmen adaylarının öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerinin kendi alan bilgileri çerçevesinde olduğu, sonraki uygulamalarda ise alan bilgilerinde azalma olmasına karşın öğrenci bilgilerinde artma meydana geldiği belirlenmiştir. Bazı çalışmalar alan bilgisinin, öğrenci zorluklarının tahmin edilmesinde önemli katkısı olduğunu (Kaya, 2009; Käpylä vd., 2009) vurgularken, bazı çalışmalarda ise (Meerah, 2002; Johnston ve Ahtee, 2006; Canbazoğlu, 2008) kavram yanılgısı ya da bilgi eksikliği olan öğretmen adaylarının kendi zorluklarını öğrenci zorlukları olarak tanımladıklarını göstermektedir. Bu durum, alan bilgisi miktarının, öğrenci zorluklarını tahmin etmede etkili olduğunu göstermektedir. Belirli bir alan bilgisi miktarının üstünde veya altında alan bilgisine sahip olmanın, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerdeki artışın nedeni olabileceği düşünülmektedir. Belirli miktarın altında olma, öğrencilerin ne düşündüğüne daha yakın olma olarak yorumlanabileceğinden, alan bilgisindeki azalmanın, öğrenci zorluklarının tahmin edilmesindeki artışı açıklayabileceği düşünülmektedir. Alan bilgilerindeki azalma ile kendilerinin sahip oldukları eksiklikleri ve yanılgıları öğrenci zorlukları olarak ifade eden adayların tahminlerinin, öğretmenlik uygulaması sırasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Deneyimin, adayların alan bilgilerinin artmasında ve öğrencileri tanımada etkili olmasından dolayı tahminlerinin literatürde belirtilen veya öğrencilerle etkileşim sonrası kazanılan öğrenci bilgilerine ilişkin olarak değiştiği ortaya çıkmıştır (Zemal-Saul vd., 1999; King vd., 2001; Van Driel vd., 2002; Thorén, 2008).

PAB testinin ilk uygulamasında öğretmen adaylarının bazı öğretim sunumlarına ilişkin bilgileri olduğu belirlenmiştir. Davis ve Petish (2005), öğretmen adaylarının sunum bilgisine ilişkin birtakım bilgilere sahip olmaları için alan bilgisinin ön gereklilik olmadığını, sunum çeşitlerine ilişkin bilgilerin öğretmen yetiştirme programlarında diğer bilgilerin gelişmesi sırasında artırılabilirliğini ifade etmektedir. PAB testinden elde edilen bulgular, öğretmen yetiştirme programının, öğretmen adaylarının sunum çeşitliliğine ilişkin bilgilerinde artış olmasına katkıda bulunduğunu göstermesine karşın, öğretim uygulamaları, bu sunumların sadece bir bölümünün öğretim sırasında kullanıldığını, ancak kullanılan her sunumun öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmada yeterli ve uygun olmadığını göstermiştir. A₃ öğretmen adayının power point ve simülasyon sunumlarını

kullanarak bilgilerin öğrenciler için daha somut ve görsel hale getirme gayretine karşın, işlemsel hesaplamalar gerektiren seri ve paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç ve akım hesaplama gibi konulara ilişkin değerlendirme sorularını önbilgilerine göre düzenlemediği ve sadece sunu üzerinde öğrencilere açıkladığı gözlenmiştir. Diğer taraftan A₄, A₅ ve A₆ adaylarının deney, A₁ ve A₅ adaylarının simülasyon ve A₅ adayının modelleme sunumlarını PAB testinde önerdikleri ancak öğretmenlik uygulamaları sırasında kullanmadıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının, hakkında bilgi sahibi oldukları tüm sunum çeşitlerini öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıracak şekillerde uygulayamadıkları düşünülmektedir. Ancak PAB'ı gelişmiş bir öğretmenin, konuya göre farklılık gösteren sunumların üstün ve zayıf yönlerini ve sunumların anlamlı olabilmesi için öğrencilerin var olan bilgilerini, bu bilgilerin konuyla ilişkisini bilmesi ve uygun zamanlarda kullanması gerekmektedir (Thorén, 2008). Nilsson (2008) ve Yerrick vd. (2003), öğretmen adaylarının öğretim sunumlarına ilişkin bir takım birikimlerinin olmasına karşın, alan bilgisini öğrencilerin konuyu anlamalarına katkı sağlayacak şekilde kullanamadıklarını ifade etmektedir. Ancak öğretmen adaylarına öğretim sunum çeşitleri hakkında bilgi vermenin, her konu veya kavram için tüm sunum çeşitlerinin etkili olmayacağını adayların fark etmesini kolaylaştıracağı ifade edilmektedir (Davis ve Petish, 2005). Adayların sunum çeşitliliğinde, ilk uygulamadan itibaren artış görülmesine karşın, simülasyon sunumunun ilk defa üçüncü, benzetim sunumunun ise öğretmenlik uygulamasından sonraki dördüncü PAB testinde ağırlıklı olarak ifade edildiği, kullanılan benzetimlerin ise çoğunlukla yazılı kaynaklara dayalı olduğu tespit edilmiştir. Lin ve Yang (1995), Gödek (2002), Mulholland ve Wallace (2005) ve Van Dijk (2009) çalışmalarında öğretmenlerin, öğretimlerinin her aşamasında yazılı program kaynaklarını kullandıklarını ve bu kaynakların fen kavramları ve süreçleri hakkındaki bilgilerinin kaynağını oluşturduğunu ifade etmektedirler. Bu çalışmada, hem öğretmen adayların hem de öğretmenlerin ders kitapları ve yardımcı kaynaklar gibi yazılı kaynaklarda ye alan ve elektrik akımının oluşumunu açıklamada kullanılan bilyeler, Newton halkaları, bilardo topları ve domino taşları gibi benzetimleri kullandıkları belirlenmiştir. Geddies (1993) ve Davis ve Petish (2005), uygun olmayan benzetimlerin kullanılmasının, öğrenci zorluklarını artıracaklarını belirtmektedirler. Bilimsel açıdan uygun olmayan bu benzetimlerin alan bilgisi eksikliği nedeniyle konuya uygun olduğu düşünüldüğünden adayların ve öğretmenlerin bu benzetimleri kullanmalarının öğrencilerin, akımın dirençten sonra azalması veya akımın dirençte tüketilmesi şeklindeki kavram yanlışlarını desteklediği düşünülmektedir. Öğrencilerin açıkça ifade ettikleri

akımın direnç sonrasında azalması şeklindeki kavram yanılgısı, hem öğretmen adaylarının hem de öğretmenlerin öğretimleri sırasında yapılan gözlemler aracılığı ile en çok karşılaşılan yanılgı olarak belirlenmiştir. Van Dijk'e (2009) göre öğretmenler özel bir konuyla ilgili farklı kitaplarda yer alan bilgi ve örneklerin değerini ve kullanılabilirliğini analiz edebilmelidir. Shulman (1986) ve Hashweh (1987), alan bilgisi ile sunum bilgisi arasında güçlü ilişkiler olduğunu ifade etmektedirler. Çalışma bulguları, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin sunum çeşitlerinin sadece alan bilgileri ile ilgili değil, fen öğretimine ilişkin görüşleri ile de ilişkili olduğunu göstermektedir. Alan bilgisi eksik olan ancak öğretimin görsel ve günlük hayatla ilişkili olması gerektiğini düşünen bazı adayların bu inançları, sunumlarının, gösteri, deney, benzetim, örneklendirmeler ve teknolojik araçların kullanılması şeklinde olmasına etki etmektedir (Stevens ve Davis, 2007).

Öğretmen yetiştirme programlarında kazanılan öğretim sunumları çeşitliliği, adayların oryantasyonlarını etkilemiş görünse de, adaylar kendi geçmiş deneyimlerinden getirdikleri oryantasyonlar ve sahip oldukları alan bilgisi nedeni ile hakkında bilgi sahibi oldukları bu sunum çeşitlerinin birçoğunu kullanmamaktadır. Manyetizma konusunda alan bilgisi eksikliği olan ve kendini bu alanda yetersiz gören A₆ adayı, PAB testinde doğru olarak cevaplandığı seri ve paralel bağlı dirençler ve Ohm yasasına ilişkin problemleri çözmeyi tercih ettiğinden (Monet, 2006; Canbazoglu, 2008), didaktik ve alıştırma-uygulama oryantasyonu sergileyen uygulama öğretmeni Ö₄ ile aynı oryantasyonları sergilemiştir. Veen vd. (2001), alan bilgisinin oryantasyonları etkilediğini, fen ve matematik öğretmenlerinin başlıca oryantasyonlarının alan bilgisinin aktarılması olduğunu ifade etmektedir. Mulholland ve Wallace'ın (2005) öğretmenlerin alan bilgisine hâkim oldukları konuları içeren derslerde öğretim yapmayı tercih ettikleri bulgusu ile A₆ adayının seçimleri benzer görülmektedir. Bir dersini power point sunusu şeklinde görsel araçları, laboratuvar ortamını kullanarak yürüten A₇ adayı, diğer derslerini açıklama, problem çözme şeklinde sunumlar kullanarak sınıf ortamında devam ettirmeyi tercih etmiştir. Öğretmen yetiştirme programlarının etkisi (Adams ve Krockover, 1997) ile yapılandırmacı öğrenme görüşünün yansımalarının PAB testinde görülmesine karşın, adayların oryantasyonlarının, öğretmenlik uygulamaları sırasında önceki deneyimlerin, uygulama öğretmenleri ve bağlamın etkisi (Appleton, 2003) ile değişime açık olduğu belirlenmiştir. Zayıf oryantasyon sahibi öğretmenlerin oryantasyonlarının, yazılı kaynaklar, program hedefleri veya üniversite eğitimi sırasında alınan derslerden etkilendiği ifade edilmektedir (Gess-Newsome, 1999). Bu etkinin, öğretmen adaylarının öğretimlerini de yapılandırmacı

görüŖe göre planlayıp uygulayabilmeleri için, öğretmen yetiŖtirme programlarındaki derslerin ve uygulamaların, didaktik oryantasyonu dıŖındaki, keŖif, rehberlikli araŖtırma gibi oryantasyonların hakim olduğu dersler aracılığı ile yürütülmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir (Volkman vd., 2005). Öğretmen adaylarının oryantasyonlarının ve sunum çeŖitliliğinin uygulama öğretmenlerine benzerlik gösterdiği, uygulama öğretmenlerinin yaklaŖımlarının ise adayların uygulamalarını etkilediği gözlenmiŖtir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları alan bilgilerinin, geçmiŖ deneyimlerinin, bireysel inançlarının, uygulama öğretmenlerinin, sunum çeŖitleri bilgisi ve öğretim bağlamının (Feiman-Nemser ve Buchman, 1986) öğretmenlik uygulamalarında sergiledikleri oryantasyonları etkilediği tespit edilmiŖtir. Öğretimin görsel olması gerektiğine inanan A₁ ve A₃ adayları, akademik hassasiyet oryantasyonu sergileyen uygulama öğretmenleri gibi öğretimlerinde deney ve teknolojik araç gereçleri kullanırken, sınıf ortamının daha samimi geldiğini ifade eden ve PAB testinde ilk uygulamalarda ağırlıklı olarak didaktik oryantasyonunu sergileyen A₇ adayının didaktik ve alıŖtırma-uygulama oryantasyonu sergileyen uygulama öğretmenine (Ö₄) benzer oryantasyon sergilediği belirlenmiŖtir. Bu durum, Gödek'in (2002) öğretmen adayı-uygulama öğretmeni etkileŖimine iliŖkin bulgularıyla örtüŖtüđünü göstermektedir. GeçmiŖ deneyimlerinden dolayı birçok öğretmen adayına yapılandırımcı öğretim yöntemleri farklı geldiğinden, araŖtırmaya dayalı öğretim yöntemlerini kullanmaya zorlandıklarında kendi bilgilerine iliŖkin bir takım karmaŖık duygularla baŖa çıkmak durumunda kaldıkları ifade edilmektedir (Smith, 1999; Thorén vd., 2008). Akademik hassasiyet oryantasyonunun sergilendiği ders planını, bağlam özellikleri hakkında bilgi sahibi olmadığı için uygulayamayan A₅ adayı didaktik ve alıŖtırma-uygulama oryantasyonu sergileyen uygulama öğretmenine (Ö₄) benzer oryantasyonu sergilemiŖtir. PAB testinde öğretmen yetiŖtirme programlarının etkisi ile akademik hassasiyet oryantasyonu gösteren adayların uygulamalar sırasında karıŖık oryantasyonlar sergilemesi, Käpylä vd.'nin (2009) ortaöğretim öğretmen adaylarının daha fazla alan bilgisinin aktarılmasına dayalı oryantasyonlarla birlikte eğitimleri sırasında yapılandırımcı görüŖün vurgulanması nedeni ile yapılandırımcı yaklaŖıma dayalı oryantasyonlar sergiledikleri bulgusu ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca yapılan çalıŖmalar öğretmen adayları ve öğretmenlerin birden fazla oryantasyon sergileyebileceklerini göstermektedir (Thorén, 2008; Friedrichsen ve Dana, 2005). Bu çalıŖmada, öğretmenlerin oryantasyonlarının ise ağırlıklı olarak bağlamdan etkilendiği belirlenmiŖtir. ÇalıŖma ortamlarına göre oryantasyonları farklılık gösteren öğretmenlerin birçoğu, öğretmen

adaylarına benzer şekilde didaktik ve akademik hassasiyet oryantasyonlarını birlikte sergilemektedir. Bu bulgular, Käpylä vd.'nin (2009) çalışmasında ifade edilen, alan bilgisi yönünden yeterli kabul edilmeyen öğretmen adaylarının oryantasyonlarının rehberlikçi araştırma oryantasyonu içinde kabul edilebilecek yapılandırmacı, alan bilgisi yönünden uzman kabul edilebilecek adayların ise bilginin aktarılması ve yapılandırmacı olmak üzere karışık oryantasyonlar sergiledikleri bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ancak bazı öğretmenlerin (Ö₁, Ö₂, Ö₆) bu oryantasyonların dışında rehberlikli araştırma ve etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarını da sergiledikleri tespit edilmiştir. Okul bağlamları ve hedefleri birbirine benzer öğretmenlerin (Ö₃, Ö₄, Ö₅) ise ağırlıklı olarak alıştırma-uygulama oryantasyonlarını sergiledikleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sahip oldukları oryantasyonların öğretim sunumlarını da etkilediği düşünülmektedir. Öğretmenlerin oryantasyonlarının daha kararlı olduğu ve dış etkenlerden öğretmen adayları kadar etkilenmediği, programın değişmesine karşın, yazılı kaynakları ve öğretim uygulamalarını kendi oryantasyonlarına göre değiştiren öğretmenlerin sunumlarını da bu yönde yaptıkları elde edilen bulgular arasındadır. Gess-Newsome (1999), deneyimli öğretmenlerin daha belirgin ve sağlam oryantasyonlar sergilediklerini, farklı bir oryantasyon benimsemeleri gerektiği durumda, bir yandan beklentileri karşılayabilecekleri bir yandan da kendi oryantasyonlarını sürdürmeye devam edebilecekleri çeşitli uyum yöntemlerine başvurduklarını ifade etmektedir. Çalışmada, alıştırma-uygulama oryantasyonuna sahip öğretmenlerin oryantasyonlarına yeni programın etkisinin sadece kavramların tanıtılması sırasında benzetim gibi sunumların kullanılması şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ancak alıştırma-uygulama oryantasyonlarını sergilemeyen öğretmenlerin, yeni programa daha uygun öğretim yaptıkları tespit edilmiştir. Bu öğretmenlerden Ö₁ ve Ö₂ öğretmenlerinin bağlamlarının farklı olduğu ve Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenleri gibi esas amaçlarının öğrencileri üniversite sınavlarına hazırlamak olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, görsel materyalleri kullanmak yerine mevcut zamanı problem çözmeye ayıran bu öğretmenlerin, Gess-Newsome (1999) ve Stevens ve Davis'in (2007) ifade ettiği gibi oryantasyonlarıyla uyumlu olmayan materyalleri kullanmadıkları tespit edilmiştir. Ö₆ öğretmenin ise bağlamı Ö₄ öğretmeni ile aynı olmasına karşın, programın uygulandığı sınıflarda yeni programa uygun, diğer sınıflarda ise Ö₃, Ö₄ ve Ö₅ öğretmenlerine benzer oryantasyonlar sergilediği belirlenmiştir. Jongmans vd.'ne (1998) göre sınıftaki öğretime odaklanan ve sınıf öğretimini bireysel bir sorumluluk olarak algılayan sınırlı oryantasyon sahibi öğretmenler ile okul ve diğer öğretmenlerle işbirliği yapan geniş oryantasyon sahibi

öğretmenler arasında, yeni bir programın uygulanmasına ilişkin farklılıklar vardır. Sınırlı oryantasyon sahibi öğretmenlerin yeni programların içeriğine ilişkin bilgiye daha fazla ihtiyaç duydukları, yeniliklerin getirdiği gerekliliklerle ilgili daha fazla problem yaşadıkları ve kendileriyle ilgili endişelerinin daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Öğretmenlerin PAB testinde alan bilgisi bölümünden aldıkları puanların, öğretmen adaylarının aldıkları puanlardan daha yüksek olduğu, adayların bazı sorularda gösterdikleri kavram yanılgılarını öğretmenlerin göstermediği belirlenmiştir. Ancak öğretmenlerin program gereği öğretim yapmadıkları veya üniversite sınavında sorulan konular içerisinde bulunmayan alternatif akım, süper iletkenler gibi konu ve kavramlarda öğretmen adayları ile benzer cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Arzi ve White (2008), kullanılmayan alan bilgisinin zamanla unutulabileceğini ve ya yeni ve farklı programlar aracılığıyla alan bilgisinin miktarının artırılabilirliğini belirtmektedir. Lee ve Luft (2008) ise sahip olunan alan bilgisinin program hedefleriyle yakından ilişkili olduğunu belirtmektedir. Öğretmenlik uygulamalarından sonra, PAB testinde ve ders kitabında yer alan konularda öğretim yapan öğretmen adaylarının, son uygulamada bu sorulara ilişkin cevaplarının değişmesi ve son uygulamada alan bilgisi puanlarında artış olması, öğretim programının alan bilgisinin artmasında etkili olduğunu göstermektedir. Programda veya ders kitabında yer almayan Ohm yasasına uymayan iletkenler, alternatif akım ve kaynakları ile manyetik alan içerisinde belli hızlarla hareket eden yüklü parçacıklara etkiyen kuvvetler gibi konulara ilişkin PAB testinde yer alan soruların puanlarında bir değişimin olmaması da programın alan bilgisine olan etkisini göstermektedir.

Bazı öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgılarının öğretmenlik uygulamaları sırasında sunumlar aracılığı ile öğrencilere aktarıldığı gözlenmiştir. Alan bilgisinde kendini yetersiz hisseden adayların eksik olduklarını düşündükleri konularda öğretim yapmaktan kaçındıkları ve öğrencilerin kavramsal sorularına cevap vermede zorlanmalarından dolayı soruları geçiştirdikleri belirlenmiştir. Bu durum, Hashweh (1987), Even (1993) ve Nilsson'nun (2008) yanlış veya uygun olmayan bilgiye sahip öğretmen adaylarının kendi sahip oldukları bu bilgiyi öğrencilerine aktarabilecekleri ve bu yolla öğrencilerin kavramsal zorluklarını artıracabilecekleri bulgusu ile benzerlik göstermektedir.

Alan bilgisinin PAB gelişiminin başlangıç noktası ve ön gerekliliği olduğu ifade edilmektedir (Van Driel vd., 1998). Alan bilgisi puanı en yüksek olan Ö₄ öğretmenin sahip olduğu alan bilgisinin sunum çeşitliliğini artırmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma bulguları, alan bilgisinde uzman kabul edilen öğretmenlerin daha geniş sunum çeşidi

birikimi olduğunu ifade eden çalışmalarla (Halim ve Merah, 2002; Hashweh, 1987; Smith ve Neale, 1989) uyumlu görünmezken, Käpyla vd.'nin (2009) bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, sadece sunum çeşitleri hakkında bilgi sahibi olmanın veya bu sunumları kullanıyor olmanın, bu sunumların konu ve kavramın öğretilmesinde öğrencinin öğrenmesini kolaylaştıracak sunumlar olduğuna dair güçlü kanıtlar elde edilememiştir. Stein vd. (1990), sınırlı alan bilgisinin konuyla ilgili daha sonra öğretim yapılacak dersler için yapılacak ön hazırlık çalışmalarında eksikliğe, sınırlı gerçeklere aşırı önem vermeye ve önemli kavramlar arasındaki bağlantı ve sunumları geliştirme fırsatlarını kaçırmaya neden olacağını belirtmektedir. Alan bilgisinde öğretmenlere göre az yeterli olduğu belirlenen öğretmen adaylarının öğretimlerinin, ders planları ve ders kitaplarıyla olan uyumları nedeniyle yazılı kaynaklara daha sıkı bağlı oldukları belirlenmiştir. Ders kitaplarına veya yazılı kaynaklara aşırı bağlılık alan bilgisindeki eksikliğin sonuçlarından biri olarak görülmektedir (Mulholland ve Wallace 2005; Bukova-Güzel vd., 2010). Cochran (1993) ise deneyimsiz bir öğretmenin çoğunlukla program materyallerinden veya yazılı metinlerden faydalanarak oluşturduğu değiştirilmemiş alan bilgisine bağımlı olduklarını belirtmektedir. Öğretim uygulamaları sırasında öğretmen adaylarının alan bilgisindeki eksikliklerinden dolayı öğrenciler tarafından sorulan kavramsal sorulara cevap vermede sıkıntı yaşadıkları belirlenmiştir. Bu durum, alan bilgisi eksikliğinin sonuçlarından biri olarak görülmektedir (Bukova-Güzel vd., 2010). Öğretmen adaylarının öğretimlerinde gözlemlenen bu durumla öğretmenlerin öğretimleri sırasında karşılaşılmamıştır. PAB testinde öğretmenlerin aldıkları puanların, öğretmen adaylarının aldıkları puanlardan daha yüksek olduğu, öğretmenlerin öğretimleri sırasında öğretmen adayları gibi planlara fazla bağlı olmadıkları, deneyimlerine dayalı daha geniş alan bilgilerini kullanarak öğrencilerin sorularını cevapladıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının bazılarının, sunum çeşitlerinde olduğu gibi öğrenci önbilgisi ve zorluklarına ilişkin öğretmenlik uygulamalarında deneyim sonucu ve yazılı kaynakların etkisi ile bazı tahminlerde buldukları, ancak öğretim deneyimleri sırasında bu bilgileri uygulayamadıkları tespit edilmiştir. Öğrenci önbilgisi ve zorluklarına ilişkin olarak öğretmen adayları ve öğretmenler arasındaki en önemli farkın, konu ve kavramların sunulmasındaki sıra ve düzenin doğru bir şekilde takip edilmesi ve sunumların öğrenci önbilgisi ve zorluklarının hesaba katılarak düzenlenmesi olarak belirlenmiştir. Öğretim deneyimi eksikliği nedeni ile öğretmen adaylarının öğrencilerin düşünme şekilleri, soracakları sorular, yaşayabilecekleri zorluklar ve kavram yanılgılarına ilişkin

öğretmenlerden daha az bilgi sahibi olmalarının olağan olduğu ifade edilmektedir (Zemba-Saul vd., 1999; King vd., 2001; Angell vd., 2005; Thorén, 2008). Programları daha yakından tanıyan öğretmenlerin birçoğunun ilköğretim okullarında çalışarak deneyim sahibi olmalarının, öğrencilerin önbilgilerine ilişkin doğru tahminlerde bulunmalarını ve bu bilgilere göre öğretimlerini düzenleyerek, konu ve kavramları basitten karmaşığa doğru sunmalarında etken olabileceği düşünülmektedir (Angell vd., 2005; Zemba-Saul vd., 1999; Sperandeo- Mineo vd., 2005; Henze vd., 2008). Fen öğretiminde sunulan kavramlar ile önbilgiler arasında ilişki kurulması ve fen öğretiminde kavramların belirli bir sırada sunulmasının öğrenme için önemi ayrıca vurgulanmaktadır (Thorén, 2008). Alan bilgisi öğretmen adaylarından daha iyi olan öğretmenlerin, öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorluklara ilişkin daha uygun tahminlerde buldukları ve bu zorlukları dikkate alarak öğretimlerini planladıkları belirlenmiştir. Angell vd. (2005), Kaya (2009) ve Käpylä vd. (2009), alan bilgisi iyi olan adayların, olmayanlara göre öğrenci ön bilgisi ve öğrenci zorluklarını daha kolay belirlediklerini ifade etmektedir. Kavram yanlışlığına sahip öğretmen adayları ya da öğretmenlerin, öğrencilerin kavram yanlışlığı hakkında fikir sahibi olmalarının çok zor olduğu belirtilmektedir (Hashweh, 1987; Halim ve Meerah, 2002). Bu çalışmada, öğrenci zorlukları ile ilgili olarak literatürde yer alan kavram yanlışlığına ilişkin en çok tahmin yapan ve öğretimini buna göre düzenleyerek çoklu olasılıklar üzerinde duran Ö₂, Ö₃ ve Ö₆ öğretmenlerine göre alan bilgisi puanı daha yüksek olan Ö₄ öğretmenin bu öğretmenler kadar tahminde bulunarak sunum çeşitliliğini artırmadığı belirlenmiştir (Leinhart ve Smith, 1985). Bu bulgu, Käpylä vd.'nin (2009) çalışma sonuçlarından biri olan daha iyi alan bilgisinin öğretim için uygun deney ve gösteriler hakkındaki bilgiyi önemli ölçüde etkilemediği sonucu ile benzer görülmektedir. 6 yıl öğretim deneyimine sahip Ö₂ öğretmenin sunum çeşitliliğinin ve konuya uygun sunumları belirleyerek uygulamasının, 17 yıllık deneyime sahip öğretmenden daha çeşitli ve farklı olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, Dani'nin (2004) 23 yıllık deneyime sahip bir öğretmenin PAB'ının, 3 yıllık deneyime sahip öğretmeninkinden daha az tutarlı ve bütünleşmiş olduğu bulgusu ile benzerlik göstermesine karşın, Van Driel vd.'nin (1998) bulguları ile farklılık göstermektedir. Ancak Van Driel vd. (1998), deneyimli bir öğretmen olmanın etkili öğretim yöntemlerinin nasıl geliştirileceğini bilme konusunda garanti sağlamadığına da vurgu yapmaktadır. Ö₂ öğretmenin öğretim deneyimlerinin oldukça çeşitli olduğu, farklı görsel materyaller hakkında bilgi sahibi olma (akıllı tahta vs) ve kullanma imkânı olduğu, ayrıca çalıştığı okulların öğrenci özelliklerinin farklı seviyelerde

olduğu dikkate alındığında, öğretmenin bu öğrencilerin seviyesine uygun sunum çeşitleri geliştirdiği söylenebilir. Her ne kadar belirli bir alan bilgisi seviyesinin öğrenci zorluklarını doğru bir şekilde tahmin etmede etkili olduğu ifade edilse de (Leinhart ve Smith, 1985; Ball vd., 2008; Thorén, 2008; Käpylä vd., 2009; Feiman-Nemser ve Parker, 1990), PAB gelişimi için yeterli görülmemektedir (Ball vd., 2008). PAB'a ilişkin birçok çalışma, alan bilgisinin öğrenci zorluklarını belirleme ve öğretimi buna göre düzenlemede olumlu etkisi olduğunu (Thorén, 2008; Käpylä vd., 2009) ancak yeterli olmadığını ifade etmektedir.

Çalışma bulguları, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamaları sırasında uygulama öğretmenlerinin önerilerine duydukları ihtiyacı, adayların uygulama öğretmenlerin dönütlerine verdikleri tepki de, uygulama öğretmenlerinin öğretmen adaylarının PAB gelişimlerine olan etkisini göstermektedir. Uygulama öğretmenlerinin öğretmen adaylarına öğretim öncesi ve sonrası öneri, geribildirim verme ve adaylarla iletişim konularındaki farklı yaklaşım ve uygulamalarının, öğretmen adaylarının PAB gelişimini etkilediği belirlenmiştir. Atay, Kaslıoğlu ve Kurt (2010), öğretmen adaylarının uygulama ve deneyimlerine ilişkin yapılan geribildirimlerin katkısını ifade etmektedirler. Öğretim öncesi öğretmen adayları ile toplantılar yaparak, öğretim sonrası da adayların olumlu ve olumsuz yanlarından onları haberdar eden Ö₆ uygulama öğretmenin yanı sıra, öğretim sonrası adayların öğretimine ilişkin bazen genel dönütler veren bazen de hiç dönüt vermeyen Ö₄ öğretmenin yaklaşımaları arasındaki farklılıkların öğretmen adaylarını etkilediği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının öğretim öncesi ve sonrası yapılan dönüt ve önerileri dikkate aldıkları ve öğretimlerini bu dönütlere göre düzenledikleri belirlenmiştir. Konuların verilme sırası ve hızına ilişkin uygulama öğretmenin verdiği öneriyi dikkate alan A₅ adayı, bir sonraki derste konu ve kavramların veriliş hızı ve sırasını değiştirmiştir. Öğrenciye not alma konusunda zaman tanımayan A₄ ve A₆ adaylarına bu konuda yapılan öneriden sonra, öğrencilere zaman tanıyan adaylara benzer şekilde, öğrencilere ödevler vermesi gerektiğini belirten Ö₆ uygulama öğretmenin önerisine uyarak bir sonraki derste ödevler veren A₁ adayı ve öğrencilere not aldırmadığı için eleştiride bulunan Ö₆ uygulama öğretmenin önerilerine uyan A₃ adayı, uygulama öğretmenlerinin öneri ve eleştirilerinin öğretmen adaylarının uygulamalarına etkisini göstermektedir. Gödek (2002), Van Driel vd. (2002) ve Lee ve Luft'un (2008) çalışmalarında, öğretmen adaylarının uygulama öğretmenlerinin çoklu sunumlar kullanma gibi yaptıkları önerilerin adaylara olumlu katkısı olduğunu, adayların, uygulama öğretmenlerinin bilgilerinden faydalandıklarını ifade

etmektedirler. Zeichner ve Liston (1987), bazı uygulama öğretmenlerinin, öğretmen adaylarını, eğitim uygulamalarının nedeni ve mantığını sorgulamalarında ve alışılmış uygulamaların dışında materyaller kullanarak farklı uygulamalar yapmalarında cesaretlendirdiği, bazı uygulama öğretmenlerinin ise öğretmen adayları ile aralarındaki otorite farkından dolayı onları cesaretlendirmediklerini ifade etmektedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının yeni bir yaklaşımı uygulamalarının, öğretmeni eleştiri mahiyetinde olmasa bile sınıftan sorumlu uygulama öğretmeni tarafından potansiyel bir tehdit olarak algılandığı vurgulanmaktadır.

PAB, öğrencilerin sahip oldukları zorluklar ve kavram yanılgılarına ilişkin bilgi sahibi olmayı ve bu yanılgıların dikkate alınarak öğretim sunumlarının geliştirilmesini kapsamaktadır (Van Driel vd., 1998). Bu çalışmada elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının PAB'nin öğretmen yetiştirme programını tamamladıklarında, PAB'n sadece bazı bileşenlerinde ayrı ayrı gelişimler olduğunu, PAB'n önemli bileşenlerinden öğrenci önbilgisi ve zorluklarına ilişkin bilgilerinin öğretmenlik uygulamaları sırasında gelişmeye yeni başladığını göstermektedir (Gödek, 2002). Öğretmen adaylarının, alan bilgisini öğrenci için dönüştürme (PAB) ve öğrenciye aktarma konusunda problemler yaşadıkları (Feiman-Nemser ve Parker, 1990), alan bilgisinin PAB gelişimi için temel oluşturduğu (Monet, 2006) ancak yeterli olmadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının alan bilgisi ve alan eğitimi derslerinin birbirinden ayrı ve kopuk olmasından kaynaklanan zorluklarına ilişkin görüşleri, Magnusson vd. (1999) tarafından kavramsallaştırılan dönüştürücü ve bütünleştirici modellerin etkilerinin yansımaları olarak düşünülmektedir (teorik çerçeve, Tablo 5). Ball vd. (2008) ve Tiberghien vd. (1998), üniversitede alınan dersler ile öğretim sırasında ihtiyaç duyulan bilgi arasında farklılıklar olduğunu ifade etmektedir. Bilgi bileşenlerinin ayrı şekillerde gelişmesi ve dönüştürücü modelde açıklandığı şekilde etkileşmemesi durumunda, PAB bileşenleri arasında tutarsızlığın meydana geldiği ifade edilmektedir (Nilsson, 2008). Bu nedenle alan bilgisi ve alan eğitimi derslerini başarılı bir şekilde tamamlayan öğretmen adaylarının öğretim sırasında karşılaştıkları problemlerin nedeni (Appleton, 2003), öğretmen adaylarının alan eğitimi bilgisini konu alanı bilgisinden ayrı dönemlerde öğrenilmesi olarak gösterilmektedir (Cochran vd., 1993; Geddis ve Wood, 1997; Veal ve MaKinster, 1999; Kaya, 2009). Dolayısı ile PAB bileşenlerinden sadece birindeki artışın, uygulamalarda önemli bir değişim oluşması için yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Nilsson, 2008). Gess-Newsome (1999) tarafından tanımlanan bütünleştirici ve dönüştürücü modele göre, bütünleştirici model daha çok meslekte yeni öğretmenler için,

dönüştürücü model ise deneyimli öğretmenler için uygun görülmektedir. PAB gelişiminde bilgi çeşitlerinin bütünleştirilmesi için öğretmen eğitimcilerinin öğretmen adaylarına ortam ve fırsat sağlaması gerektiği ifade edilmektedir (Davis, 2003). Gess-Newsome'un (1999) modeline göre bu bütünleşme PAB anlamına gelmektedir.

PAB gelişimi için öğretmen adaylarının bir bağlamda alan bilgisi ve pedagojiye ilişkin daha derin bir anlayış geliştirmeleri gerekmektedir (Nilsson, 2008). Veal vd.'nin (1998), PAB gelişimine ilişkin tanımladığı aşamalardan olan “öğretmen adayları programı, kaynak kitapları veya ders kitaplarını ilgili ders planlarına katabilmektedirler” ve “öğretmen adayları fizik ya da kimya öğretimine bakışlarında ayrılıklar ve farklılıklar göstermektedirler” şeklinde tanımlanan ilk iki aşamayı geçerek, “öğretmen adayları kimya ve fiziğin nasıl öğretilmesiyle ilgili kendi inançlarıyla uyumsuzluklar yaratan birtakım karmaşalarla karşılaşmaktadırlar” şeklindeki üçüncü aşamada buldukları söylenebilir. PAB gelişimini engelleyen iç ve dış etkenler olduğunu belirten Sarkim (2004) ise iç etkenlerin öğretmenlerden kaynaklandığını ve bunların, öğretmenlerin alan bilgisindeki ve öğretim yöntemlerindeki yeterlilikleri olduğunu belirtmektedir. Dış etkenlerin ise öğretmenin dışında olan ve öğretmenin çözmesinin mümkün olmadığı program, değerlendirme sistemi, sosyo-kültürel öğrenci-öğretmen bağlamı, sosyal beklentiler gibi etkenler olduğu belirtilmektedir. Lesniak (2003), PAB gelişiminin kişisel inançlar, önceki deneyime dayanan bilgi tabanı ve öğretim bağlamından etkilendiğini ifade etmektedir.

Tüm bu tartışmalar ve bulgular göz önüne alınarak, bu çalışmada öğretmen adaylarının PAB gelişimini etkileyen etkenler aşağıdaki modelde gösterilmiştir.



Şekil 35. PAB gelişimini etkileyen faktörler

Bu çalışmada elde edilen bulgulara dayalı olarak ortaya çıkarılan Şekil 35'deki model katılımcıların PAB'ını etkileyen faktörler ve araştırma kapsamında irdelenen PAB bileşenlerini içermektedir. Bu modelde de görülebileceği gibi öğretmen eğitimi, öğretim deneyimi ve bağlam çalışmada irdelenen bileşenlerin her birini etkileyen temel faktörler olarak ortaya çıkmıştır. Yazılı kaynakların ise, katılımcıların bilgi çeşitlerini doğrudan etkilediği ancak oryantasyonlarına bir etkisinin olmadığı varsa da bu çalışmada belirlenemediği ifade edilebilir. Bu çalışmada, öğretim programının öğrenci bilgisine etki eden faktörler arasında kabul edilmemesinin nedeni, öğretmenlerin programa ilişkin yeterli bilgileri olmadığını açıklaması ve öğretmen adaylarının ise ders planlarında yer alan öğrenci zorluklarına ilişkin bazı bilgilerinin kaynağının program olduğuna dair güçlü bulguların elde edilememesidir. Katılımcıların geçmiş deneyimleri, öğrencilik yıllarında başkalarının uygulamalarını gözlemleyerek oluşturduğu ve geliştirdiği birikimleri ifade etmekte ve bu çalışmada oryantasyonlarını ve sunum çeşitlerini etkilediği düşünülmektedir. Geçmiş deneyimlere dayalı olarak oluşan bireysel inançları ise katılımcıların oryantasyonlarında bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Uygulama öğretmenleri, uygulamaları ve öğretmen adaylarına verdiği/vermediği geribildirimlerle öğretmen adaylarının oryantasyon, sunum çeşitleri ve öğrenci bilgisini etkilediği belirlenmiştir.

Bu bölümde, elde edilen bulguların literatüre dayalı olarak tartışılması, izleyen bölümde ise bu tartışmalardan ortaya çıkan sonuçlar sunulmuştur.

5. SONUÇLAR

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitiminden sonra Elektrik ve Manyetizma konusunda PAB'lerinin gelişimleri ve öğretmenlerin PAB'lerinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar, çalışma kapsamında irdelenen PAB'in alan bilgisi, sunum bilgisi, öğrenci zorlukları ve oryantasyon bileşenleri ve PAB gelişimi olmak üzere beş başlık altında sunulmuştur.

5.1. Alan Bilgisi Bileşenine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları alan bilgileri ve değişimi ile öğretmenlerin aynı konudaki alan bilgilerine ilişkin bulgular ve tartışmalar doğrultusundaki sonuçlara yer verilmiştir.

1. Bu araştırmada, öğretmen adaylarının, Elektrik ve Manyetizma ünitesinde özellikle elektrik akımının manyetik etkilerine yönelik konu ve kavramlarda eksik alan bilgisine sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Adayların PAB testinden aldıkları toplam puanların bir aday hariç diğerlerinin 45 üzerinden en fazla 32 puan aldıkları ve puanların ağırlıklı olarak 20-30 puan aralığında olduğu görülmektedir (Tablo 29). Elektrik akımının manyetik etkisine ilişkin 3, 6 ve 12. sorular, en fazla cevapsız bırakılan ve en az puan alınan sorular olarak belirlenmiştir. Manyetizma konularında öğretmen adaylarının alan bilgilerindeki eksikliğin; 1- Elektrik akımına yönelik konu ve kavramların ilköğretim düzeyinde sunulmaya başlanmasına karşın, manyetizmaya yönelik sadece mıknatıslar ve özelliklerine ait bilgilerin yer alması, 2- Manyetizma konularının, ortaöğretim düzeyinde sunulmasına karşın, üniversite seçme sınavlarında geniş yer almadığı için hem ortaöğretim kurumlarında hem de özel dersanelerde bu konulara yönelik öğretimin yapılmaması veya çok az zaman ayrılması, 3- Lisans düzeyinde, manyetizma konularının, elektrik konularından sonra yer alması ve zaman vb. sebeplerden dolayı bu konulara yeterince zaman ayrılmaması 4- Manyetizma konularının, soyut olmakla birlikte, üç boyutlu, vektörel ve skaler hesaplamaları kapsamaması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülebilir.

2. Öğretmen adaylarının bazılarının Elektrik ve Manyetizma ünitesine ilişkin olarak; (1) iletken telin direnci yoktur, (2) açık bir devrede akım oluşmayacağı için, üreticinin uçları arasında potansiyel fark oluşmaz, (3) üreticinin sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi, (4) pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir, (5) Elektrik alanı manyetik alan, manyetik alanı elektrik alan olarak düşünme, (6) Manyetik kuvveti elektriksel kuvvet olarak düşünme yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları 1, 2, 5 ve 6 numaralı kavram yanlışlarında bir değişim görülmezken, 3 ve 4 numaralı kavram yanlışlarında son uygulamada azalma görülmüştür. Öğretmenlik uygulamalarının öğretim yapılan seri ve paralel bağlı devreler ve özelliklerine ilişkin konularda alan bilgisi gelişimine katkı sağladığı ve bunun da kavram yanlışlarının azalmasına katkı sağladığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, katılımcıların öğretim uygulamalarını planlarken yazılı kaynaklarda bulunan bilgileri planlarına ve uygulamalarına dâhil ettikleri, PAB testinde adayların verdikleri cevapların, yazılı kaynaklardaki ifadelerle benzerlik göstermesi ve yazılı kaynaklarda yer alan bilimsel olarak doğru olmayan bazı bilgilerin PAB testlerinde ve sınıf uygulamalarında açıklanması, yazılı kaynakların alan bilgisine etkisinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Dolayısıyla hem yazılı kaynakların ve hem de öğretim deneyiminin alan bilgisinin gelişiminde önemli etkisinin olduğu söylenebilir.

3. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının Elektrik konularında Manyetizma konularına oranla daha başarılı olmalarına rağmen (Şekil 17), elektrik konularında da önemli alan bilgisi eksikliklerinin olduğu belirlenmiştir. Elektrik akımının oluşması, doğru akım ve alternatif akım ile bu akımların kaynakları, bir bataryanın uçları arasındaki potansiyel farkın dış devre direnci nedeni ile değişmesi, Ohm yasasına uymayan iletkenler konularında daha çok bilgi eksikliklerine sahip oldukları, öğretmenlerin de bir bataryanın uçları arasındaki potansiyel farkın dış devre direnci nedeni ile değişmesi hariç öğretmen adayları ile benzer bilgi eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Elektrik akımının oluşmasına ilişkin bilgi eksikliğinin veya yanlışların, katılımcıların lisans eğitimleri sırasında alan bilgilerinin yeterli olmaması, bu eksikliğin yazılı kaynaklara bağlı olarak giderilmeye çalışılması ve var olan yazılı kaynaklardaki yanlış ve yetersiz açıklamalar ile sunumlardan kaynaklandığı söylenebilir. Alternatif akım ve Ohmik olmayan iletkenlere ilişkin bilgi eksikliklerinin ise, lisans öğrenimi sırasında öğrenilen bilgilerin kullanılmaması nedeniyle unutulması ve kullanılan yazılı kaynaklarda yer almamasından kaynaklandığı söylenilebilir. Öğretmenlerin bir bataryanın uçları arasındaki potansiyel

farkına ilişkin bilgi eksikliklerinin olmaması bu konularla ilgili öğretim yapmalarından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

4. Öğretmen adaylarının alan bilgisinin, alan bilgisi eğitiminden sonra ağırlıklı olarak alan eğitimi derslerine odaklanılan dönemlerde azaldığı, bilginin kullanılmadığı zaman unutulduğu ve öğretmenlik uygulamalarıyla yeniden kullanılmaya başlanmasından dolayı arttığı ve yeni bilgilerin de kazanıldığı sonucuna varılmıştır (Şekil 18). Katılımcıların alan bilgilerinin azalması, ilgili konuda yüzeysel bilgiye sahip olmaları ve bundan dolayı kolayca unutmalarından, öğretim uygulamaları ile alan bilgilerindeki artış ise öğretim yaptıkları konuları yeniden yazılı kaynaklardan gözden geçirdikleri ve unuttukları ve eksik oldukları noktaları tamamlamalarından kaynaklanabileceği söylenebilir.

5. Öğretmenlerin alan bilgilerinin, öğretmen adaylarından daha iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin PAB testinden aldıkları en düşük puanın 36, en yüksek puanın ise 41 olduğu görülmektedir (Tablo 30). Özellikle elektrik akımının manyetik etkisi ile ilişkili soruların öğretmenler tarafından doğru olarak cevaplandırıldığı, öğretmen adaylarının bu konulara ilişkin sahip oldukları kavram yanılgılarına öğretmenlerin sahip olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, öğretmenlerin ilgili konularda öğretim yapıyor olmaları ile açıklanabilir.

6. Bu araştırmada, PAB testi ile öğretmen adaylarının Elektrik ve Manyetizma konularında alan bilgisi eksiklerinin olduğu belirlenmiş ve buna paralel olarak öğretmen adayları da alan bilgisi yönünden kendilerini eksik hissettikleri ve eksik oldukları konuların öğretimini yapacaklarsa buna ciddi zaman ve emek harcadıkları ve bu konuları öğretmekten kaçındıkları sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni, öğretmen adaylarının elektrik ve manyetizma konusunda aldıkları alan bilgisi eğitiminin yetersizliği ve/veya alan eğitimi derslerini aldıkları dönemlerde sahip oldukları alan bilgisini kullanamamaları olarak açıklanabilir.

7. Öğretmen adayları ve öğretmenlerin alan bilgisine ilişkin kullandıkları kaynakların, üniversite eğitimleri sırasında kullandıkları kitap vb. kaynaklar değil, ortaöğretim seviyesindeki ders kitapları ve yardımcı kaynakların olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretim uygulamalarında adayların ve öğretmenlerin kullandıkları kitapların, ders planlarını hazırlamada faydalandıkları kaynakların incelenmesi ile varılan bu sonuca ikinci soruya verilen cevaplar aracılığı ile de varılmıştır. Üniversite derslerinde sıklıkla kullanılan kaynaklarda, elektrik akımının oluşumuna ve elektronların hareketlerine yönelik

doğru açıklamalar yer alırken, adayların ve retmenlerin açıklamalarının ders kitaplarında ve yardımcı kaynaklarda yer alan bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen bazı açıklamalar olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların, elektronların birbirlerine arpamayacak kadar birbirlerinden uzak olmaları, elektronların atomlara çarptıkları ve elektrik akımının oluşumunda elektik alanın en önemli etken olduğu şeklindeki bilgileri içeren niversite kaynakları yerine, elektronların birbirine çarpmaları, çarptıktan sonra durdukları şeklinde doğru olamayan bilgileri PAB testlerinde ifade ettikleri ve ğretim uygulamalarında öğrencilere aktardıkları tespit edilmiştir.

8. Katılımcı retmenlerin yeni fizik ders programı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları ve ders kitabına göre öğretimlerinin içeriğini, kendilerine göre de öğretimlerinin sınırlarını belirledikleri, retmen adaylarının ise ders programı hakkında daha fazla bilgi sahibi oldukları ve öğretimlerinin içeriğini ders kitabına bağlı olarak yürüttükleri belirlenmiştir. Öğretmenlerin ders kitabında yer alan kavram ve konuları öğretimlerinin dışında bırakmadıkları ancak kitap dışındaki bazı konu ve kavramları öğretimlerine dâhil ettikleri, retmen adaylarının ise programı, öğretmenlerden daha ayrıntılı inceledikleri, bazı adayların programda yer alan muhtemel ğrenci kavram yanılgılarını, planlarına dâhil ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca programın öngörülerinin ve gereklerinin birçok ğretmen tarafından dikkate alınmadığı, sağ el kuralı gibi verilmesi önerilmeyen bazı bağıntı ve kuralların öğretimde kullanıldığı belirlenmiştir. Öğretmenlerin zaman zaman programın dışına çıkmalarının bir nedeni, deneyimlerine bağlı olarak kendilerine özel oryantasyonlar geliştirmeleri, bir diğer nedeni ise yeni fizik ğretim programı ve hedeflerine ilişkin sınırlı bilgiye ve deneyime sahip olmaları olarak düşünülebilir. Öğretmen adaylarının öğretmenlere göre program hakkında daha fazla bilgiye sahip olmaları, ğretmen eğitim programlarında aldıkları alan eğitimi dersleri sırasında yeni fizik ğretim programının hedefleri ve öğrenme alanlarının içeriği hakkında bilgilendirilmeleri ile aıklanılabilir. Diğer taraftan, öğretmenlere göre sınırlı alan bilgisine sahip olan ğretmen adaylarının programın içerik sınırlarına bağlı kalmalarının nedeni, fizik ğretim programına uyumlu ders kitaplarına bağlı olarak derslerini planlamaları ve uygulamaları şeklinde açıklanabilir.

9. Öğretmen adaylarının ders planlarına öğretmenlerden daha bağlı oldukları sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının alan bilgisi eksikliğinden dolayı öğretimleri sırasında planlarının dışına çıkmadıkları, öğretmenlerin ise, önceki programlarda ve yıllarda kullandıkları bilgilerden önemli gördüklerini, öğrencilerin önbilgilerini ve farklı

disiplinlerde yer alan konu ve kavramları öğretimi yapılan konuyla ilişkilendirirken, yazılı kaynaklara ve planlara bağlı olmadan kullanabilecekleri düzeyde yeterli alan bilgisine sahip olmalarının bu farklılığın nedenini açıklayabileceği düşünülmektedir.

5.2. Sunum Bileşenine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları sunum bilgileri ve değişimi ile öğretmenlerin aynı konudaki sunum bilgilerine ilişkin bulgular ve tartışmalar doğrultusundaki sonuçlara yer verilmiştir.

1. Öğretmen adaylarının, öğretmen yetiştirme programlarına öğrencilik yıllarındaki deneyimleri nedeniyle belirli bir sunum bilgisine sahip olarak geldikleri ve alan bilgisi eğitiminden sonraki alan eğitimi derslerinin, bu bilgi miktarını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Alınan alan eğitimi dersleri süresince, özellikle ikinci yarı dönemden sonra adayların sunum çeşitleri bilgisinin arttığı ve çeşitlendirildiği görülmektedir. Birinci ve ikinci uygulamalarda, geçmiş deneyimlerden kazanılan genel (açıklama, deney, gösteri, görselleştirme, örneklendirme ve problem çözme) sunum çeşitleri ifade edilirken, üçüncü uygulamada eğitim fakültelerinde almış oldukları alan eğitimi dersleri (Özel öğretim yöntemleri I, II, Öğretim Teknolojileri Materyal Tasarımı, Bilgisayar Destekli Fizik Eğitimi vs.) aracılığıyla kazanmış oldukları farklı sunum çeşitlerini (kavram haritası, modelleme, gösteri, benzetim ve bilgisayar simülasyonları) ifade ettikleri ve son uygulamada benzetim sunumunun kullanılmasında artışın olduğu görülmektedir. Ayrıca, ilk uygulamalarda her bir soruya ilişkin bir veya iki sunum çeşidi öneren adayların, son uygulamaya doğru bu çeşitliliği, her bir soru için dört farklı sunuma kadar arttırdığı tespit edilmiştir. Bu da öğretmen yetiştirme programlarında alınan derslerin öğretmen adaylarının sunum bilgisini geliştirmede önemli etkisinin olduğu şeklinde açıklanabilir.

2. Öğretmen yetiştirme programlarının, adaylarının sunum bilgilerinin artmasına katkı sağladığı açık olmakla birlikte, öğretim uygulamalarında, öğretmen adaylarının bilgi sahibi oldukları bu sunum çeşitlerinin birçoğunu kullanmadıkları veya kullanamadıkları sonucuna varılmıştır. PAB testinde simülasyon, deney, gösteri şeklinde sunum çeşitleri öneren bazı adayların, öğretmenlik uygulamaları sırasında bu sunumları kullanmadıkları, ağırlıklı olarak açıklama, problem çözme ve görselleştirme sunumlarını kullandıkları belirlenmiştir. Simülasyon, gösteri, deney gibi PAB testinde önerdikleri sunum çeşitlerinin

hepsini uygulamalarında kullanan adayların da, konu ve ya kavramın öğretimine ilişkin sunum çeşitlerini öğrencinin anlamasını kolaylaştıracak şekilde kullanmadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının sunum bilgilerinin aldıkları eğitimle geliştiğini ancak ilgili sunum çeşitlerinin uygulanmasına yönelik becerilerin kazanılmasında yeterli olmadığı düşünülebilir. Bunun bir başka nedeni, öğretmen adaylarının özellikle öğrenme ortamlarına hakim olma ve öğretimi organize etmede kendilerine yeterince güvenememeleri olarak gösterilebilir.

3. Öğretmen adayları ve öğretmenlerin, bazı kavramları bilimsel olarak doğru olmayan benzetimleri kullanarak açıklamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Bu yanlış kullanımlara elektrik akımının ve elektronların hareketlerini açıklamada bilye, Newton halkaları, domino taşları ve bilardo topları benzetimlerinin, direncin maddenin cinsine bağlı olduğunu açıklamada hendek benzetiminin kullanılması örnek olarak gösterilebilir. Bu yanlış kullanımların öğrenci yanılgılarını arttırabileceği veya destekleyebileceği düşünülmektedir. Araştırma sırasında yapılan gözlemlerde öğrencilerin, akımın dirençte tüketildiği kavram yanılgısını sergilemelerinin bu yanlış benzetimlerin kullanılmasının bir sonucu olduğu söylenilebilir. Alan bilgisi eksikliği ve sınırlı yazılı kaynaklara bağlı kalmanın bu durumu ortaya çıkarttığı düşünülmektedir

4. Bu çalışmada, uygulama öğretmenleri ve adayların karşılıklı olarak birbirlerinin sunum çeşitliliğini etkilediği, öğretmen adaylarının özellikle uygulama öğretmenliği hizmeti veren öğretmenlerin sunum çeşitliliğini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarına uzun yıllardır uygulama öğretmenliği yapan Ö₆ öğretmenin, uygulama öğretmenliğini yürüttüğü ve uygulamalarında simülasyonları kullanan öğretmen adayından kendi uygulamalarında kullanmak üzere istediği ve bilgisayara kaydettiği ve PAB testinde öğretmen adayları gibi öğretmenler arasında sadece bu öğretmenin simülasyon sunumunu önerdiği belirlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programlarında kazandıkları bazı yeni uygulama ve görüşlerin, öğretmenlik uygulamaları sırasında okul bağlamına taşındıkları ve öğretmenlerin PAB'larına katkı sağladıkları şeklinde açıklanabilir. Adayların ve uygulama öğretmenlerinin benzer sunum çeşitleri sergilediği belirlenmiş ve bunun kendilerini değerlendiren uygulama öğretmenlerine uyma ihtiyacı hissetmelerinden kaynaklandığı düşünülebilir.

5. Öğretmenlerin sunum çeşitliliğinin okul bağlamına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Üniversite sınavına öğrenci hazırlamanın öncelikli amaç haline geldiği okullarda çalışan öğretmenlerin sunumlarının açıklama, örneklendirme, gösteri ve problem

çözme olduğu, bu öğretmenlerin programı yetiştirme nedeniyle zaman sıkıntısı yaşamalarından ve mevcut zamanı problem çözmeye ayırmak istemelerinden dolayı, deney, power point sunuları, simülasyon, video gösterileri gibi sunumlara zaman ayırmadıkları belirlenmiştir. Öğrenci özelliklerinin daha farklı olduğu mesleki lise öğretmenlerinin, kavramları açıklama ve tanıtmaya daha fazla zaman ayırdığı ve görsel materyalleri daha sık kullandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle öğretmenlerin kullandıkları sunum çeşitliliğinin, kendilerinden beklenenlere bağlı olarak şekillendiği düşünülebilir.

5.3. Oryantasyon Bileşenine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları oryantasyonlar ve değişimi ile öğretmenlerin aynı konudaki oryantasyonlarına ilişkin bulgular ve tartışmalar doğrultusundaki sonuçlara yer verilmiştir.

1. Öğretmen yetiştirme programları, öğretmen adaylarının oryantasyonlarını yapılandırmacı yaklaşım yönünde etkilemesine karşın, adayların oryantasyonları öğretmenlik uygulamaları sırasında okul bağlamından ve uygulama öğretmenlerinden de etkilendiği ve değişime açık ve kararsız oryantasyonlara sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının, öğrencilik yıllarına ilişkin deneyimlerinin ve gözlemlerinin genellikle didaktik oryantasyonu sergileyen öğretmenlerinin uygulamalarından geldiği söylenilebilir. Bu deneyimler yoluyla kendi inanç sistemlerini oluşturan adayların, öğretmen yetiştirme programlarında, akademik hassasiyet, kavramsal değişim, rehberlikli araştırma, keşif gibi yapılandırmacı görüşün uygulamalarını yansıtan oryantasyonlara ilişkin kazandırılmaya çalışılan bilgi ve görüşlerle bağlantılı olarak bazı inançlar geliştirdiği belirlenmiştir. Geçmiş deneyimlerin ve öğretmen yetiştirme programlarında kazanılan deneyimlerin etkisi ile karışık oryantasyonlara sahip öğretmen adaylarının, öğretmenlik uygulamaları sırasında bağlamın ve uygulama öğretmenlerin özelliklerine uygun olarak oryantasyonlarını sergiledikleri düşünülmektedir.

2. Öğretmenlerin öğretmen adaylarına benzer oryantasyonlar sergilemelerine karşın, adaya göre daha tutarlı oryantasyonlara sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Öğretmenlerin, didaktik, akademik hassasiyet ve araştırma-uygulama oryantasyonlarını sergileyen öğretmen adaylarının bu oryantasyonlarına ek olarak etkinliğe dayalı ve rehberlikli araştırma oryantasyonlarını da sergiledikleri belirlenmiştir. Oryantasyonların

belirgin hale gelmesinde bağlamın etkisi göz önüne alındığında, öğretmenlerin belli bir bağlam içerisinde bulunmalarının ve bu bağlam içerisinde uzun zaman çalışmalarının oryantasyonlarının daha tutarlı olmasını sağladığı söylenilebilir.

3. Bu araştırmada, katılımcıların literatürde belirtilmeyen veya tanımlanmayan alıştırma-uygulama oryantasyonunu sergiledikleri belirlenmiştir. Akademik hassasiyet oryantasyonunda da öğrencilerin problemlerle uğraştırılması söz konusu iken, bu oryantasyon özel kavramlar ve olaylar arasındaki ilişkilerin gösterilerek bilimsel kavramların doğrulanması için laboratuvar çalışmaları ve gösterilerin kullanılmasını da içermektedir. Ancak alıştırma-uygulama oryantasyonu laboratuvar çalışmalarını ve gösterilerin kullanılmasını içermeyen, konu veya kavramlara ilişkin özellikle öğrenileni pekiştirmek amaçlı farklı problemler ve uygulamaları kapsamaktadır. Katılımcıların alıştırma-uygulama oryantasyonunu sergilemesinin inançları ile birlikte bağlamdan kaynaklı sınava hazırlanma beklentilerini karşılama ihtiyacından dolayı olduğu, ancak bunun yeni fizik programının gerektirdiklerine uygun olmadığı düşünülmektedir.

4. Öğretmen adaylarının oryantasyonlarının bireysel inançları ve önceki deneyimlerinden etkilendiği sonucuna varılmıştır. Öğretimin görsel olması gerektiğini düşünen adayların oryantasyonlarının ağırlıklı olarak akademik hassasiyet olduğu belirlenirken, öğrencilik deneyimlerinden dolayı sınıf ortamlarını daha kullanışlı bulan adayların öğretimlerini sınıf ortamında geleneksel yollarla yürütmeleri ve didaktik oryantasyonu sergilemeleri, inançlar ve deneyimin oryantasyonlar üzerindeki etkisi ile açıklanabilir.

5. Öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin öğrenme ve öğretime yönelik hedeflerini kapsayan oryantasyonlarının, öğretim sırasında kullanılan materyalleri ve sunum çeşitlerini etkilediği sonucuna varılmıştır. Alıştırma-uygulama oryantasyonunu ağırlıklı olarak sergileyen öğretmenlerin sunumları, problem çözme, açıklama ve görselleştirme iken, akademik hassasiyet veya etkinliğe dayalı öğretim oryantasyonlarının baskın olduğu öğretmenlerin sunumlarının deney, etkinlik ve gösteri şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

5.4. Öğrenci Bilgisi Bileşenine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları öğrenci bilgisi ve değişimi ile öğretmenlerin aynı

konudaki öğrenici bilgisine ilişkin bulgular ve tartışmalar doğrultusundaki sonuçlara yer verilmiştir.

1. Öğretmen adaylarının, öğretmenlere göre öğrencilerin ne bildikleri, ne tür sorular sorabilecekleri ve hangi konuların öğrencilere zor gelebileceği hakkında sınırlı bilgiye sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Bu durumun adayların doğal öğrenme ortamlarında öğrencilerle etkileşim halinde olmamalarından kaynaklandığı düşünülebilir. Bu nedenle, öğretmenlik uygulaması öncesinde, öğrenici önbilgisi ve zorluklarına ilişkin tahminlerini kendi alan bilgilerine göre yaptıkları düşünülmektedir.

2. Öğretmenlerin konu ve kavramları sunarken, öğretmen adaylarına göre daha belirli bir düzen, hız ve sıra takip ettikleri belirlenmiştir. Öğretmenler, konuyu basitten karmaşığa doğru sunarken, adayların öğrencilerin birçok konu ve kavramı bildiklerini kabul ederek, öğrenciler için zor sayılabilecek, öğrencilerin bilmedikleri farklı konu ve kavramları da kapsayan örnek ve problemleri öğretim sırasında kullanmış oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının olması gerekenden çok veya az kapsamlı planlar hazırladıkları, hazırladıkları planları bir ders saatine sığdırabilmek için uygulamalarını olması gerekenden hızlı veya yavaş yürüttükleri belirlenmiştir. Bu durumun, bir ders saati içerisinde ne kadar içeriğin sunulabileceğine ilişkin yeterli tecrübeye sahip olmamalarından, dolayısıyla öğretmenlik deneyimi eksikliğinden kaynaklandığı söylenilebilir.

3. Öğretmen adaylarının öğrencilerin sahip olabileceği önbilgilerini tahmin etmede yetersiz oldukları belirlenmiş ve bu durumun öğrencilerin konu ile ilgili zorluklarını artırmış olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının planladıkları ve uyguladıkları öğretimlerin, öğrencilerin daha önceden öğrenmedikleri kavramları içerdiği, kullanılan değerlendirme sorularının ise adayın yeterli açıklama yapmadığı kural ve kavramsal ilişkileri kapsadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının deneyim eksikliği, öğrencilerin önbilgilerini dikkate almamaları ve ön bilgilerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapmamalarının bu duruma neden olduğu düşünülebilir.

4. Öğretmenler, öğrenci zorluklarını azaltmak veya oluşmasını önlemek için kavram ve konuları açıklamada, önceden öğrenilen kavram ve konular ile diğer disiplinler arasında ilişkilendirme yaparken, öğretmen adaylarının sadece anlatacakları konu ve kavramlara odaklandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının, öğrenci zorluklarını dikkate almadan sadece içeriği aktarmaya çalıştıkları ve bunun da alan bilgisi eksikliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

5. PAB testinin son uygulamasında öğretmen adaylarının öğrenci önbilgileri ve zorluklarına ilişkin önceki uygulamalara göre daha doğru ve gerçekçi tahminlerde buldukları belirlenmiştir. Öğretmenlik uygulamasının öğrencilerin sınıf içerisinde bazı konu ve kavramalara ilişkin karşılaştıkları sorunlar nedeniyle, öğretmen adaylarının öğrenci zorlukları ve önbilgilerine ilişkin tahminlerini daha doğru yapmalarında etkili olduğu söylenilebilir. Bazı sınıflarda adayların, elektronların enerjisinin dirençte harcanmasından dolayı akımın dirençten geçerken azalacağını düşünen öğrenci düşünceleri ile karşılaşmış olmaları ve bu uygulamaları gözlemleyen diğer öğretmen adaylarının kendi öğretimlerinde bu kavram yanlışlarına vurgu yapmalarını etkilediği belirlenmiştir. Bazı öğretmen adaylarının uygulama öğretmenlerinin veya arkadaşlarının öğretimlerini gözlemlemeleri ve grup içi tartışmalarının bir bütün olarak öğretmenlik uygulamasına ilişkin yansıtıcı düşünceler oluşturmalarına ve böylece öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerini daha gerçekçi yapmalarına katkı sağladığı söylenebilir. Arkadaşlarının öğretimleri sırasında öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar ve öğretim yapan adayın, bu zorluklara ilişkin cevaplarını gözlemleyen adayların kendi öğretimlerinde bu zorluklara öğrenciler tarafından açıkça ifade edilmemiş olsa bile değindikleri belirlenmiştir.

6. Uygulama öğretmenlerinin öğretmen adaylarına geri bildirimlerinin onların sunumlarını ve öğrenci hakkındaki bilgilerinin gelişimine yol açtığı sonucuna varılmıştır. Uygulama öğretmenlerinin, bazı adaya görsel materyalleri olayları somutlaştırmada kullanmaları, konuların verilmiş hızı, seçilen örneklerin öğrenci seviyesine uygun olmadığı gibi önerilerin adaylar tarafından dikkate alındığı ve bir sonraki uygulamalarında aldıkları geri bildirimlere uygun olarak değişim gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum uygulama öğretmenlerinin öğretmen adaylarının öğrenci bilgilerinin gelişimi üzerine olumlu etkisi ile açıklanabilir.

7. Öğretmen adaylarının, ders kitaplarında veya yardımcı kitaplarda yer alan kavram yanlışlarını ders planlarına ve değerlendirme sorularına dâhil ettikleri tespit edilmiştir. Yazılı kaynakların, öğretmen adaylarının öğrenci zorluklarına ilişkin tahminlerde bulunmasına katkı sağladığı söylenilebilir.

8. Bazı öğretmen adaylarının, öğrenci zorluklarına ilişkin tahminler de bulunmuş olsalar dahi bu zorlukların aşılması veya engellenmesine yönelik uygulama ve sunumlar geliştirmedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının ders planlarında veya PAB testinde ifade ettikleri öğrenci zorluklarını giderici uygulamaların gerçekleştirilememesinde

öğretim sırasında zamanı etkili kullanamama ve öğretimini planladığı içeriğe odaklanmalarının etkili olduğu söylenebilir.

5.5. PAB Gelişimine Yönelik Sonuçlar

Bu kısımda, öğretmen adaylarının öğretmen eğitimi programları sırasında elektrik ve manyetizma konusunda sahip oldukları PAB gelişimine ve öğretmenlerin aynı konudaki PAB'na yönelik bulgu ve tartışmalar doğrultusundaki sonuçlara yer verilmiştir.

1. Ülkemizde öğretmen yetiştirme programlarının alan bilgisi ve alan eğitimi bilgisi eğitimlerinin ayrı olarak verildiği bütünleştirici modele uygun (Gess-Newsome, 1999, s.11) olarak tasarlandığı görülmektedir. Bu modele göre, öğretmenler ayrı bilgi temellerini ihtiyaç olduğu zaman birleştirerek kullanmaktadır. Dönüştürücü modelde ise, bu bilgi temellerinin sentezi olan farklı bir bilgi tipi olan PAB söz konusudur. Bütünleştirici model kimyada karışıma benzetilirken, dönüştürücü modelde bileşiğe benzetilmektedir. Dolayısıyla bütünleştirici modelde bilgi temelleri ayrı ayrı iken, dönüştürücü modelde iç içe geçmiş durumdadır. Bütünleştirici modelde bilgi temelleri ayrı ayrı geliştirilir ve öğretim uygulamalarında birleştirilir. Dönüştürücü modelde ise bilgi temelleri ister ayrı ister birlikte gerçekleştirilsin PAB'a dönüşür. Bu çalışmada, özellikle öğretmenlik uygulamaları sırasında öğretmen adaylarının farklı dönemlerde kazandıkları farklı bilgi türlerini bütünleştirmede güçlükler yaşadıkları sonucuna varılmıştır. Alan bilgisi eğitimi sırasında aldıkları dersler ile okullarda gerekli olan alan bilgisinin uyumlu olmaması, alan bilgisi eğitimi sırasında alan bilgisine ilişkin uygulamalar yapılmaması, alan eğitimi dersleri ile alan bilgisi derslerinin birlikte alınmaması bilgi temellerini bütünleştirmede zorluklarla karşılaşmalarına neden olduğu söylenilebilir.

2. Öğretmen adaylarının öğretmen yetiştirme programının alan eğitimi dönemlerinde, sunum bilgilerinde zamanla gelişme olduğu, alan bilgisinde ise zamanla azalma olduğu ancak öğretmenlik uygulamaları sırasında öğretim yapılan konularda arttığı, öğrenci bilgilerinde ise öğretmenlik uygulamaları sırasında gelişimin başladığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen yetiştirme programlarında, öğretmenlik uygulaması öncesinde PAB bileşenlerinin birbirinden farklı olarak değiştiği, öğretmenlik uygulaması ile birlikte bütün bileşenlerin gelişim gösterdiği ve birbirini etkilediği söylenilebilir.

3. Öğretmen yetiştirme programlarının, öğretmen adaylarının oryantasyonlarını yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda etkilediği sonucuna varılmıştır. Öğretmen

adaylarının, alan bilgisi eğitimi sonrası eğitim fakültelerinde almış oldukları alan eğitimi dersleri ile yapılandırmacı yaklaşım ile öğretim modelleri hakkındaki bilgilerini geliştirdikleri ve bu yaklaşıma uygun sunum bilgilerini arttırdıkları belirlenmiştir. Öğretmenlik uygulamaları sırasında her ne kadar PAB testine göre yapılandırmacı yaklaşıma uygun oryantasyonlar sergileseler de gerçek uygulamalarında bağlam, uygulama öğretmen, inanç, zaman ve pedagojik becerileri gibi farklı nedenlerle didaktik ve alıştırmaya uygulama oryantasyonlarını sergiledikleri ifade edilebilir.

4. Bu çalışmada katılımcıların PAB gelişimine özellikle öğretmenlik uygulamaları sırasında ders planı hazırlama, okul bağlamı, öğrencilerle ve uygulama öğretmenleriyle etkileşim, yazılı kaynaklar, ders programı ve diğer öğretmen adayı arkadaşlarının uygulamalarını gözleme ve onlarla etkileşim gibi faktörlerin etki ettiği sonucuna varılmıştır.

5. Program bilgisi bu çalışmada PAB bileşenlerinden biri olarak araştırmaya dâhil edilmemesine karşın, alan bilgisi, öğrenci bilgisi ve sunum bilgisi ile oryantasyonları etkilediği sonucuna varılmıştır. Yeni programın uygulamaya konulmasından önce eski program ile öğretim yapan öğretmenlerin öğretimlerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu öğretmenler önceki programda yer alan, ders kitaplarında bulunan konu, kavram ve deneyleri öğretimleri sırasında kullanarak, öğretimlerini çeşitlendirmiştir. Birçoğu ilköğretim okullarında çalışan öğretmenlerin ilköğretim fen programları hakkında bilgi sahibi olmalarının, öğretim sunumlarını, öğrenci hakkındaki bilgilerini etkilediği ve öğretimlerini düzenlemede rolü olduğu söylenebilir.

6. Bu çalışmada, öğretmenlerin tutarlı PAB'a sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Öğretmenlerin öğretimleri sırasında, alan, sunum ve öğrenci bilgi çeşitlerini öğrenci öğrenmesini kolaylaştırmada birlikte kullandıkları belirlenmiştir. Öğretmenlerin PAB testinde ve uygulamalarında sergiledikleri PAB'ın uyumlu olduğu ve gözlemlenen dersler dikkate alındığında dersler arasında da tutarlılık olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının, öğretmenlerin PAB'ından temel farkının adaylarının PAB bileşenlerine ayrı ayrı sahip oldukları bu bileşenleri uygun şekillerde bütünleştirerek tutarlı PAB geliştirememiş olmaları düşünülebilir.

7. PAB geliminde farklı bilgi çeşitlerinin etkisi olduğu, sadece deneyim yılının fazla olmasının PAB'ın gelişiminin garantisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Deneyim yılı az olan bazı öğretmenlerin, deneyim yılı daha fazla olan öğretmenlere göre, konu ve kavramların sunulmasında çeşitli sunumları öğrenci seviyesine ve ihtiyaçlarına uygun

olarak düzenledikleri ve kullandıkları belirlenmiştir. Öğretim ortamlarının dış veya iç etkenlerle değişmesi veya karmaşık hale gelmesi, PAB'daki gelişmeyi başlatan nedenler olarak düşünülebilir. Değişimin az olduğu öğretim ortamlarında uzun yıllar çalışan öğretmenlerin PAB'ında gelişimin olmayabileceği ifade edilmektedir (Arends, 2004).

Bu bölümde çalışma sonucu elde edilen sonuçlar, izleyen bölümde ise, araştırma sonuçlarına ve araştırmacının deneyimlerine dayalı olarak yapılan öneriler sunulmuştur.

6. ÖNERİLER

Fizik Öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgilerinin gelişimini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sırasında, araştırmacının deneyimlerinin ve çalışma sonuçlarının dikkate alınması ile ileride öğretmenlerin mesleki gelişimlerine ilişkin çalışmalar yürütmeyi düşünen araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

6.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Olarak Yapılan Öneriler

1. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin yazılı kaynakları çeşitli bilgi temelleri için kaynak olarak görmelerinden dolayı, ders kitaplarında bulunan kavramlarla ilişkin açıklamaları ve benzetimleri çok sık kullandıkları belirlenmiştir. Bu nedenle ders kitaplarında yer alan ve bilimsel olarak uygun olmayan bazı benzetimler yerine daha uygun benzetimlerin kullanılması ve ders kitaplarının alan bilgisi uzmanları ile ortaklaşa düzenlenmesi önerilmektedir. Bilyeler benzetimi, hem elektronların mikroskobik düzeydeki hareketlerini açıklamada yetersiz kalmakta hem de bilimsel olarak uygun olmayan bilgilerin öğrenciler tarafından geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ders kitapları, farklı yardımcı kaynaklar ve öğretmenler tarafından geliştirilen benzetimler için de örnek teşkil ettiğinden, Newton halkaları, domino taşları, bilardo topları gibi benzer benzetimler elektronların hareketini ve elektrik akımını açıklamada kullanılmak üzere çeşitlendirilmektedir. Bu benzetimlerin veya elektrik akımının oluşumunu açıklayan ifadelerin öğrencilerin kavram yanılgılarının artmasına veya bilimsel olmayan anlayışlar geliştirmelerine neden olmasından dolayı, elektronların hareketlerini elektrik alan ile açıklayan bilimsel gerçeklerin ders kitaplarında yer alması önerilmektedir. Böylece, hem öğretmen adayları ve öğretmenler, bilimsel açıdan daha doğru bilgiler aracılığı ile uygun benzetimleri olayların anlaşılmasını kolaylaştırmada kullanacaklar hem de kendileri daha uygun benzetimler geliştirebileceklerdir. Ayrıca, kavramların açıklanmasında ve somut hale getirilmesinde önerilen benzetimlerin kullanım sınırlarının belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ders kitabında potansiyel fark kavramını açıklamada kullanılan köprü ve bidon benzetimleri, potansiyel fark kavramını açıklamada yeterli olabileceği gibi akım ve

elektronların hareketi hakkında öğrencilerde doğru olmayan fikirlerin gelişmesine neden olabileceği düşünülmektedir.

2. Öğretmen adaylarının alan bilgisi eğitimi sırasında yeterli miktarda ders almış olmalarına karşın, Elektrik ve Manyetizma ile ilgili alan bilgisi yönünden bir takım eksiklikleri olduğu belirlenmiştir. Bunun için bütünleştirici modele uygun olan mevcut öğretmen yetiştirme programlarında olduğu gibi alan bilgisi dersleri ile alan eğitimi dersleri ayrı olarak değil, dönüştürücü modele uygun olarak bu derslerin, alan bilgisi uzmanları ve alan eğitimcileri tarafından ortaklaşa hazırlanarak eşzamanlı yürütülmesi önerilmektedir. Fen eğitimcileri de alan bilgisi ile ilgili sorunların giderilmesinde çözümün öğretmen adaylarına daha fazla alan bilgisi eğitimi vermenin olmadığını, alan bilgisi derslerinin artırılmasının geleneksel yöntemlerle işlenen derslerin sayısını artıracak ve daha fazla alan bilgisi gerekliliğinin sorun oluşturacağını ifade etmektedir. Laplante'e (1997) göre çözüm, alan bilgisi derslerinin sayısını artırmak değil, bu derslerin alan bilgisi uzmanları ve fen eğitimcileri tarafından ortaklaşa hazırlanmasıdır. Böylelikle bu dersler eğitim programlarında benimsenen pedagojik oryantasyonları yansıtacak ve böylece bu dersleri anlatan öğretim elamanları öğretmen adaylarına alan bilgilerini güçlendirecek öğrenme deneyimleri sağlayabileceklerdir.

3. Literatür ve bu çalışma sonuçları, uygulama öğretmenlerinin öğretmen adaylarının PAB'larını şekillendirmede ve gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının sunum çeşitlerinin, sergiledikleri oryantasyonlarının ve genel pedagojik bilgilerinin (sınıf içi iletişim-etkileşim) uygulama öğretmenlerinden etkilendiği ve uygulama öğretmenlerinin bu bilgi çeşitlerine yakın PAB sergiledikleri belirlenmiştir. Bu nedenle, uygulama okulları ve öğretmenlerinin seçilmesinde ve sonrasında öğretmen eğitim programlarının hedefleri doğrultusunda, öğretmen adaylarının üniversitede öğrendiklerini uygulamaya koymaları ve deneyimli uygulama öğretmenlerinden faydalanarak PAB'larını geliştirmeleri için mevcut işbirliğinin bu bağlamda geliştirilmesi önerilmektedir. Öğretmen adayları için oluşturulan bu öğrenme ortamlarının, uygulamaları hakkında öğretmen adaylarına dönüt verilmesini ve kendi uygulamalarıyla ilgili yansıtıcı düşünceleri ortaya koymasını sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

4. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamaları için fakülte-okul işbirliği yapılan ortaöğretim okullarının genellikle il merkezindeki benzer bağlamlara sahip okullardan seçilmesinin, öğretmen adaylarının diğer okul türlerini ve öğrenci özelliklerini tanımalarına

engel olduğu düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının, fiziki imkânları, eğitim amaçları, öğrenci ve bağlam özellikleri farklı olan okullarda okul deneyimi ve öğretmenlik uygulamalarını yapmalarına imkân sağlanmasının PAB gelişimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının hem eğitim hedefleri ve bağlamları farklı olan hem de o okullarda farklı seviye, uygulama öğretmeni ve alanlardaki öğrenciler ile etkileşimde bulunabilecekleri uygulama okullarının seçilmesi önerilmektedir.

5. Yeni fizik dersi programı ile ders kitabında Elektrik ve Manyetizma ünitesinde, “elektrik akımı yüklerin pilin pozitif kutbundan çıkıp negatif kutbuna doğru hareket eder”, “akım elektrik devre elemanları tarafından tüketilir”, “akım pilin pozitif ve negatif kutbundan çıkıp ampul üzerinde çarpışır”, “seri bağlı ampuller, paralel bağlı ampullerden veya paralel bağlı ampuller seri bağlı ampullerden daha parlak yanar” şeklinde kavram yanılgıları belirtilmiştir. Programdaki öğrenme alanlarının tamamında, öğretmen adaylarının öğrenci önbilgisine ve zorluklarına ilişkin öngörülerini artırmak üzere, belirtilen bu yanılgıların giderilmesi için tasarlanabilecek sunum çeşitlerinin özel öğretim dersleri kapsamında tartışılması ve öğretmen adaylarının deneyim kazanmalarının sağlanabileceği mikro öğretim uygulamaları önerilmektedir.

6. Bu çalışmada, öğretmen adayları PAB testinde, mülakatlarda ve ders planlarında yapılandırmacı yaklaşımın gerektirdiği oryantasyonları, sunum çeşitlerini ve öğretim yöntemleri bilgisini sergilemelerine rağmen, öğretmenlik uygulamaları sırasında genellikle yapılandırmacı yaklaşımın kapsadığı oryantasyonlar ve öğretim yöntemleri ile sunumlarını kullanmadıkları veya kullanmadıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının, inançlarına ve planladıklarına paralel öğretim yapabilmeleri için öğretmen eğitimi programlarındaki öğretim elemanlarının, öğretmen adaylarına model olabilecek uygulamalar yapması gerektiği düşünülmektedir. Buna ek olarak, öğretmen eğitimi sırasında öğrendiklerini uygulayabilmeleri için öğretmen adayları desteklenmeli ve hem üniversite eğitimleri sırasında aldıkları derslerde hem de uygulama okullarında inançlarını uygulamaya koyarak deneyim kazanmaları sağlanmalıdır.

7. Öğretmen adayları alan deneyimine başlamadan önce, sınıf gözlemleri sırasında öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar, öğretmenlerin bu zorluklara ilişkin uygulamalar ve sunum çeşitlerine ilişkin gözlem notları veya günlükler tutmaları konusunda teşvik edilebilir. Farklı uygulama okullarında, farklı seviye, ders, öğrenci ve uygulama öğretmenleri ile birbirinden değişik gözlem yapan ve deneyim sahibi olan öğretmen adaylarının notlarını diğer öğretmen adayları ve öğretim üyeleri ile paylaşmaları ve

tartışmaları sağlanabilir. Bu paylaşımın, sunum çeşitliliğine ve öğrenci zorluklarına ve çözüm yollarına ilişkin bilgi temellerinin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6.2. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler

1. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının PAB gelişimleri 9. sınıf fizik dersi Elektrik ve Manyetizma ünitesinin tamamını kapsayacak şekilde araştırılmıştır. Bu da sadece alan bilgisi değil, PAB’ın diğer bileşenlerini de kapsayacak şekilde hazırlanan PAB testinin, tamamlanmasının daha uzun zaman almasına neden olduğu düşünülmektedir. Boyuna-gelişimci araştırma yönteminin kullanıldığı böyle araştırmalarda, fazla zaman gerektiren kalem-kâğıt testleri katılımcıların zamanla bıkmaları ve araştırma grubundan çıkmak istemesine neden olabildiği düşünülmektedir. Bundan dolayı, öğretmen adayları ile yapılacak boyuna-gelişimci araştırmalarda daha sınırlı konunun seçilmesi önerilmektedir.

2. Konuya özel PAB belirleme ve gelişimini irdeleyen ve gözlemleri veri kaynağı olarak kullanan bu tür çalışmalarda katılımcıların uygulamalarını gözlemlenmede ciddi güçlükler yaşanabilmekte ve araştırmacılar sınırlı gözlem yapmak zorunda kalmaktadırlar. Bu nedenle, gözlem veri toplama tekniğinden de faydalanılan bu tür boyuna-gelişim araştırmalarında, daha az sayıda katılımcının olduğu çalışmaların yürütülmesi önerilmektedir.

3. PAB ile ilgili çalışmalarda, öğretim uygulamalarının gözlenmesinin okul bağlamları ve müfredatlar nedeniyle kısıtlı olması ve çok miktarda veri toplanması ve veri analizinin yoğun olmasından dolayı, birden fazla araştırmacının yer almasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, bu alanda yapılacak olan çalışmaların farklı araştırmacılar ile işbirliği yapılarak yürütülmesi önerilmektedir.

4. Bu çalışmada, PAB testinin üçüncü uygulamasından sonra adayların öğretmenlik uygulamaları gözlemlenmiştir. Bu uygulamalar sırasında, öğretmen adaylarının öğrenci bilgisine yönelik bazı planlamalar yaptıkları ve sınıfta öğrenci ön bilgileri ve zorluklarına ilişkin bazı deneyimler kazandıkları belirlenmiştir. Öğretmenlik uygulamasından sonra PAB testinin son uygulamasında ise, adayların öğretmenlik uygulamaları sırasında planladıkları ve deneyim sahibi oldukları öğrenci bilgilerinin tamamını yansıtmadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle, PAB gelişimine yönelik yapılan çalışmalarda, öğretmen adaylarının gözlenen durumları ile yazılı kaynaklarda ifade ettikleri bilgiler arasındaki

farklılıkların nedenlerinin açığa çıkarılması için ayrıntılı mülakatların önemli katkıları olacağı düşünülmektedir.

5. Bu çalışmadan ve literatürden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında diğer araştırmacılara;

- a. Farklı PAB'a sahip öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının öğretimlerinin, öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi,
- b. PAB'ın konuya özel olmasından dolayı, farklı konularda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının PAB'larını ve gelişimlerini inceleyen benzer çalışmaların yapılması,
- c. Farklı bağlamlarda (okul türü, öğrenci özellikleri, sosyo-kültürel çevre vb.) öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının PAB'larının ve gelişimlerinin araştırılması,
- d. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilgi temelleri arasındaki etkileşimin zamanla nasıl olduğunun incelenmesi,
- e. 2010 yılında belirlenen "Fizik Öğretmen Özel Alan Yeterlikleri" doğrultusunda hem öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının yeterliklerine ilişkin değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi,
- f. Öğretmen adaylarını yetiştiren öğretim elemanlarının PAB'larına ve gelişimlerine ilişkin çalışmaların yapılması
- g. PAB bileşenlerine özel hizmet-içi kursların düzenlendiği ve PAB gelişimine etkisinin incelendiği deneysel çalışmaların yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abell, S. K., 2008. Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain useful idea?, International Journal of Science Education, 30, 10, 1405-1416.
- Abd-El-Khalick, F. S. ve BouJaoude, S., 1997. An Exploratory Study of the Disciplinary Knowledge of Science Teachers, Journal of Research in Science Teaching, 34, 7, 673-699.
- Abd-El-Khalick, F. S., Bell, R.L. ve Lederman, N.G., 1998. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural, Science Education, 82, 4, 417-526.
- Adams, P.E. ve Krockover, G.H., 1997. Beginning Science Teacher Cognition and Its Origins in the Preservice Secondary Science Teacher Program, Journal of Research in Science Teaching, 34, 6, 633-653.
- Adams, P.E. ve Krockover, G.H., 1997. Concerns and Perceptions of Beginning Secondary Science and Mathematics Teachers, Science Teacher Education, 81, 29-50.
- Akdeniz, A.R., Yiğit, N. ve Karal, I.S., 2004. Fizik Öğretmen Adaylarının Konu Alanı Bilişsel Yeterlikleri Bunları Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 34-41.
- Akkoç, H. ve Yeşildere. S., 2010. Investigating Development of Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge through a school practicum course, Procedia Social and Behavioral Science 2, 1410-1415.
- Alev, N., 2003. Integrating Information and Communications Technology (ICT) into Pre-Service Science Teacher Education: The Challenges of Change in a Turkish Faculty of Education, EdD Thesis, University of Leicester, UK.
- Appleton, K., 2003. How Do Beginning Primary School Teachers Cope with Science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice, Research in Science Education, 33, 1-25.
- Arends, R., 2004. Learning to Teach, Sixth Edition, McGraw-Hill Companies, New York.
- 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.
- Astudillo, M.T.G. ve Pinto Sosa, J.E., Instructional Representations in the Teaching of Statistical Graps, http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/5/CERME_Gonzalez-Pinto.pdf, 10 Ocak 2011.

- Atay, D., Kasloğlu, Ö. ve Kurt, G., 2010. The Pedagogical Content Knowledge Development of Prospective Teachers through an experiential task, Procedia Social and Behavioral Science 2, 1421-1425.
- Ateş, S. ve Polat, M., 2005. Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 39-47.
- Aubrecht G.J. ve Raduta, C.M., 2004. Contrast in Student Understanding of Simple E.&M Questions in two Countries, Physics Education Research Conference, 4-5 August, Sacramento, California, 85-88.
- Azar, A. ve Karaali, Ş., 2004. Fizik Öğretmenlerinin Hizmet İçi İhtiyaçları; Milli Eğitim Dergisi, 162.
- Azar, A., 1998. Fizik Öğretmenlerinin Mesleki Gelişim Süreçlerindeki Özel Konuları, Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Azar, A., 2001. Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi, Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, 345-348.
- Ball, D.L. ve McDiarmid, G.W., 1990. The Subject Matter Preparation of Teachers, Handbook for Research on Teacher Education, In R.Houston (Ed), Newyork: Macmillan, 437-449.
- 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”, Gess-Newsome, J., Lederman, N.G., (ed.), Examining Pedagogical Content Knowledge, London: Kluwer Academics Publishers.
- Berry, A., Loughran, J. ve Van Driel, J.H., 2008. Revisiting the Roots of Pedagogical Content Knowledge, International Journal of Science Education, 30, 10, 1271-1279.
- Blaikie, N., 1993. Approaches to Social Enquiry, Blackwell, Cambridge.
- Bogdan, R.C. ve Biklen, S.K., 1992. Qualitative Research for Education, Allyn and Bacon, London.
- Bolat, M. ve Sözen, M., 2009. Knowledge Levels of Prospective Science and Physics Teachers on Basic Concepts on Sound (sample of Samsun city), Procedia Social and Behavioral Science 1, 1231-1238.
- Bromme, R., 1994. Beyond Subject Matter: A Psychological Topology of Teachers' Professional Knowledge, Bieler R., Scholz, R.W., Sträßer, R. ve Winkelmann B. (Ed.), Didactics of mathematics as a scientific discipline. Dortrecht, Kluwer Academic Publishers.

- Bryman, A. ve Cramer, D., 2001. Quantitative Data Analysis with SPSS Release 10 for Windows: A guide for Social Scientists, London:Routledge.
- Bryan, L.A. ve Atwater, M.M., 2002. Teacher Beliefs and Cultural Models: A Challenge for Science Teacher Preparation Programs, Science Education, 86,6, 821-839.
- Bukova-Güzel, E., Kula, S., Uğurel, I. ve Özgür, Z., 2010. Sufficiency of Undergraduate Education in Developing Mathematical Pedagogical Content Knowledge: Student teachers' views, Procedia Social and Behavioral Science, 2, 2222-2226.
- Bukova-Güzel, E., Uğurel, I., Özgür, Z. ve Kula, S., 2010. The Review of Undergraduate Courses aimed at Developing subject Matter Knowledge by Mathematics Student Teachers, Procedia Social and Behavioral Science 2, 2233-2238.
- 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', Geess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Ed.), "Examining Pedagogical Content Knowledge", London: Kluwer Academics Publishers.
- Carpenter, T.P, Fennema, E., Peterson, P.L. ve Carey, D.A., 1988. Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Students' Problem Solving in Elementary Arithmetic, Journal of Research in Mathematics Education, 19, 5, 385-401.
- Chabay, R. ve Sherwood, B., 2006. Restructuring the introductory electricity and magnetism course, American Journal Of Physics, 74, 329-336.
- Chambers, S. ve Andre, T., 1997. Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change textmanipulations in learning about direct current, Journal of Research in Science Teaching, 34,2, 107-123.
- Cheng, A.K. ve Kwen, B.H., 1998. Primary pupils'conceptions about some aspect of electricit. <http://www.aa-re.edu.au/98pap/ang98205.html>, 10.08.2007.
- 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.
- Cohen, R., Eylon, B. ve Ganiel, V., 1983. Potential differences and current in simple electric circuits: A study of students' concepts, American Journal of Physics, 51, 5, 407 – 412.
- Cohen, L., ve Manion, L., 1994. Research Methods in Education, 4th Edition, Routhledge, London, England.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K., 2000. Research Methods in Education, Fifth Edition, Roudledge Falmer, London.

- Counts, M.C., 1999. A Case Study OF College Physics Professor's Pedagogical Content Knowledge, PhD Thesis, Georgia State University, USA.
- Çepni, S., 2007. Araştırma ve Proje Yöntemlerine Giriş, 2.Baskı, 3.Yol Kültür Merkezi, Trabzon.
- Çepni, S. ve Keleş, E., 2006. Turkish Students' Conceptions About the Simple Electric Circuits, International Journal of Science and Mathematics Education, 4, 269-291.
- Çıldır, I. ve Şen, A.İ., 2006. Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Kavram Haritalarıyla Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 92-101.
- Dagher, R.Z., 1995. Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education, Science Education, 79, 3, 295-311.
- Darling-Hammond, L., 2000. Teacher Quality and Student Achievement, Education Policy Analysis Archives, USA.
- Dani, D., 2004. The Impact of Content and Pedagogy Courses on Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge, PhD Thesis, The University of Cincinnati, USA.
- Davis, E.A., 2003. Knowledge Integration in Science Teaching: Analysing Teachers' Knowledge Development, Research in Science Education, 34, 21-53.
- 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.
- Demirci, N. ve Çirkinöglü, A., 2004. Öğrencilerin Elektrik ve Manyetizma Konularında Sahip Oldukları Ön Bilgi ve Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi, Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1, 2, 116-138.
- Denscombe, M., 1998. The Good Research Guide for small-scale social research Project, Open University Press, Buckingham.
- Drever, E., 1995. Using Semi-Structured Interviews in Small-Scale Research, SCRE Publication, Glasgow.
- Drew, C.S., Hardman, M.L. ve Hart, A.W., 1996. Designing and Conducting Research: inquiry in education and social science, Allyn and Bacon, London.
- Duit, R. ve Rhöneck, C., Learning and Understanding Key Concepts of Electricity <http://www.physics.ohiostate.edu/jossem/ICPE/C2MC.html>, 10 Ağustos 2007.
- Eick, C. ve Reed, C., 2002. What Makes an Inquiry-Oriented Science Teacher? The Influence of Learning Histories on Student Teacher Role Identity and Practice, Science Education, 86, 3, 401-416.

- Ekiz, D., 2003. Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş, Ankara: Anı Yayıncılık, Ankara.
- Engelhart, P.V. ve Beichner, R.J., 2004. Students' Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits, American Journal of Physics, 72,1, 98-115.
- Epik, Ö., Kalem, R., Kavçar, N. ve Çallıca, H., 2002. Işık ve görüntü oluşumu ile ilgili kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 64-73.
- Erden, M., 1998. Öğretmenlik mesleğine Giriş, Alkım Yayınları.
- Erden, M. 2005. Öğretmenlik mesleğine Giriş, 2. Baskı, Epsilon Yayınları, İstanbul.
- Even, R., 1993. Subject-matter Knowledge and Pedagogical content knowledge: prospective secondary teachers and the function concept, Journal of Research in Mathematics Education, 24, 2, 94-116.
- Fazio, C.C., La Fata, L., 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.
- Feiman-Nemser, S. ve Parker, M.B., 1990. Making Subject Matter Part of the Conversation or Helping Beginning Teachers Learn to Teach, Journal of Teacher Education, 41,3, 32-43.
- Feiman-Nemser, S. ve Buchmann, M., 1986. The First Year of Teacher Preparation: Transition to Pedagogical thinking?, Journal of Curriculum Studies, 18, 3, 239-256.
- Folk, J. ve Needham, M.D., 2010. Measuring the Impact of a science center on its community, Journal of Research in Science Education, 48, 1, 1-12.
- Friedrichsen, P.M. ve Dana, T.M., 2005. Substantive-Level Theory of Highly Regarded Secondary Biology 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.
- Geddis., A.N. ve Wood, E., 1997. Transforming Subject Matter and Managing Dilemmas: A case study in teacher education, Teaching and Teacher Education, 13,6, 611-626.
- Gemici, Ö., Küçüközer, H. ve Mergen-Kocaküllah, A., 2002. Yeniden Yapılanma Sürecinde Fizik Eğitimi Öğrencilerinin Genel Fizik Kavramları ile ilgili Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesine İlişkin Bir Çalışma, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara.

- Gess-Newsome, J., 1999. Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation, Gess-Newsome, J., ve Lederman, N.G., (Ed.) Examining Pedagogical Content Knowledge, London: Kluwer Academics Publishers.
- Glesne, C. ve Peshkin, A., 1992. Becoming Qualitative Researchers: An Introduction, Longman, London.
- Goddard, J. T. ve Foster, Y. R., 2001. The Experiences of Neophyt Teachers: a critical constructivist assessment, Teaching and Teacher Education, 17, 349-365.
- Gödek, Y., 2002. The Development of Science Student Teachers' Knowledge Base in England, EdD Thesis, University of Nottingham, England.
- Gödek, Y., 2004. Öğretmen eğitiminde yeniden yapılanma, problemler ve bazı öneriler, 13.Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Gökçe, E. ve Demirhan, C., 2005. Öğretmen Eğitiminde Yenilikçi Yaklaşımı Yoksa Geleneksel Bir Anlayış mı?, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38, 2, 187-195.
- Guba, E.G. ve Lincoln, Y.S. 1994. Competing Paradigms in Qualitative Research, K.N., Denzin ve S.Y., Lincoln (Ed.), Handbook of Qualitative Research, 361-376, Sage Publication, London.
- Gudmundsdottir, S., 1990. Values in Pedagogical Content Knowledge", Journal of Teacher Education, 41, 3, 44-52.
- Guisasola, J., Almudi, J.M. ve Zubimendi, J.L., 2004. Difficulties in Learning the Introductory Magnetic Field Theory in the First Years of University. Science Education, 88, 443-464.
- Halim. L. ve Meerah., S., 2002. Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Its Influence on Physics Teaching, Research in Science ve Technological Education, 20, 2.
- Hammersley, M., 1992. Deconstructing The Qualitative-Quantitative Devide, Brannen (Ed.), Mixing Methods: Qualitative and Quantitative Research, Avebury, Hants.
- Haney, J. ve McArthur, J., 2002. Four Case Studies of Prospective Science Teachers' Beliefs Concerning Constructivist Teaching Practices, Science Education, 86, 783-802.
- 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.
- Harlen, W., 1997. Primary Teachers' Understanding of Concepts of Science: Impact on Confidence and Teaching, Science Education, 19,1, 93-105.

- Hashweh, M.Z., 1987. Effects of Subject Matter Knowledge in The Teaching of Biology and Physics, Teaching and Teacher Education, 3, 2, 109-120.
- Hashweh, M.Z., 1996. Effects of Science Teachers' Epistemological Beliefs in Teaching, Journal of Research in Science Teaching, 33, 1, 47-63.
- 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.
- Hinton P. R., 2004. Statistics Explained, Routledge, London and New York.
- Hitchcock, G. ve Hughes, D., 1989. Research and The Teacher: A Qualitative Introduction to School-based Research, Routledge, Newyork.
- Ho, B.T. ve Toh, K.A., 2004. Using Group Investigation to Develop in-service Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK).The International Association for the Study of Cooperation in Education (IASCE) Conference, 21-24 June, Singapore.
- Hofer, B.K. ve Pintrich, P.R., 1997. The Development of Epistemological Theories: Beliefs About Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning, Review of Educational Research, 67, 1, 88-140.
- Holt-Reynolds, D., 1991. Practicing what we teach (Research Report 91-5) East Lansing: Michigan State University, National Center for Research on Teaching Learning.
- Holt-Reynolds, D., 2000. What does the Teacher do? Constructivist Pedagogies and Prospective Teachers' Beliefs about the Role of A Teacher, Teaching and Teacher Education, 16, 21-32.
- 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.
- Jang, S. J., Guan, S.Y. ve Hsieh, H.F., 2009. Developing an Instrument for Assessing College Students' Perceptions of Teachers' Pedagogical Content Knowledge, Procedia Social and Behavioral Science 1, 596-606.
- Jones, M.G., Carter, G. ve Rua, M.J., 1999. Children's Concept: Tools for Transforming Science Teachers' Knowledge, Science Education , 83,5, 545-557.
- Janik, T., Najvar, P., Slavik, J. ve Trna, J., 2009. On the Dynamic Nature of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge, Orbis Scholae, 3, 2, 47-62.
- 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.

- Jauhiainen, J., Lavonen, J., Koponen, I. ve Kurki-Suonio, K., 2002. Experience from long-term in-service training for physics teachers in Finland, Physics Education, 37, 128–134.
- Jongmans, C.T., Biemans, H.J.A., Slegers, P.J.C. ve De Jong, F.P.C.M., 1998. Teachers' Professional Orientation and their Concern, Teacher Development, 2,3, 465-479.
- 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.
- Karal, I.S., 2003. Fizik Öğretmeni Adaylarının Konu Alanı Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi , K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karal, I.S., Alev, N. ve Yiğit, N., 2009. Öğretmen Adaylarının Elektrikte Alan Bilgisi, e-Journal of New World Science Academy, 4, 4, 1450-1467.
- Karal, I.S., Alev, N. ve Başkan, Z., 2010. Student teachers' Subject Matter Knowledge on electric current and magnetic field, Procedia Social and Behavioral Science 2, 1498-1502.
- Karasar, N., 1991. Bilimsel Araştırma Yöntemi. SanemYayıncılık, Ankara.
- Kaya, O., 2009. The Nature of Relationships among the Components of Pedagogical Content Knowledge of Preservice Science Teachers: 'Ozone layer depletion' as an example, International Journal of Science Education, 31,7, 961–988.
- Kempa R., 1986. Assessment in Science, Cambridge Science Education Series, First Edition, Great Britain.
- Kind, V., 2009. A Conflict in Your Head: An exploration of trainee science teachers' subject matter knowledge development and its impact on teacher self-confidence, International Journal of Science Education 31,11, 1529-1562.
- King, K., Shumow, L. ve Lietz, A., 2001. Science Education in an Urban Elementary School: Case Studies of Teacher Beliefs and Classroom Practices. Science Education, 85, 2, 869–110.
- Kocaküllah, S.M., 2002. Üniversite 1.Sınıf Öğrencilerinin Akım taşıyan iletkene etkiyen manyetik kuvvet konusu ile ilgili kavramsal anlamaları: Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakltesi Örneği, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 155-166.
- Korthagen, F., Loughran., J. ve Russell, T., 2006. Developing Fundamental Principles for Teacher Education Programs and Practices, Teaching and Teacher Education, 22, 1020-1041.

- Köksal, M.S., 2010. Examining science teacher's understanding of the NOS aspect through the use of knowledge test and open-ended questions, Science Education International, 21, 3, 197–211.
- Kuş, E., 2003. Nicel-Nitel Araştırma Teknikleri, Sosyal Bilimlerde Araştırma Teknikleri: Nicel mi? Nitel mi?, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Küçükler, Y., 2004. The Effects of Activities based on role-play on ninth grade students' achievement and attitudes towards simple electric circuits, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.
- Küçüközer, H., 2003. Lise 1 Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuyla İlgili Kavram Yanılgıları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 142-148.
- Küçüközer, H. ve Demirci, N., 2008. Pre-Service and In-Service Physics Teachers' Ideas about Simple Electric Circuits, Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education, 4,3, 303-311.
- Laplante, B., 1997. Teachers' Beliefs and Instructional Strategies in Science: Pushing Analysis Further, Science Education, 81, 3, 277–294.
- Lee, Y. ve Law, N., 2001. Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift, International Journal of Science Education, 23, 2, 111–149.
- 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.
- Lee, E., Brown, M., Luft, J. ve Roehring, G., 2007. Assessing beginning secondary science teachers' PCK: Pilot year results. School Science and Mathematics, 107, 2, 52–60.
- Lesniak, K.M., 2003. From Expert Learner to Novice Teacher: Growth in Knowledge in Learning to Teach Science, PhD Thesis, Faculty of the Graduate School of the State University of New York, U.S.A.
- Levitt, K., 2001. An Analysis of Elementary Teachers' Beliefs Regarding the Teaching and Learning of Science, Science Education, 86,1, 1-22.
- Leinhardt, G. ve Smith, D.A., 1985. Expertise in mathematics instruction: Subject matter knowledge, Journal of Educational Psychology, 77, 3, 241-271.
- Lin, S. ve Yang, J., 1995. Biology Teachers's Knowledge Base of Instructional Representations. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, April 22–25, 143–150.
- Lincoln, Y.S. ve Guba, E.G., 1985. Naturalistic inquiry. Newbury Park, CA: Sage.

- Llano, F., Sampson, R. ve Glenn, P., 2000. Assessment for Teacher Candidates, Content Knowledge, Pedagogical Knowledge, Illinois State Board of Education, Work-Study Session, USA.
- Lloyd, K.J. ve Smith, G.R., 1998. National Institute of Education, Singapore, Science Education, 270-279.
- Loughran., J., Mulhall. P. ve Berry, A., 2004. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice, Journal of Research in Science Teaching, 41, 4, 370-391.
- Luft, J.A., 2001. Changing inquiry practices and beliefs: the impact of an inquiry-based professional development programme on beginning and experienced secondary science teachers, International Journal of Science Education, 23,5, 517-534.
- MEB-TTKB, 2007. Ortaöğretim Fizik Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı, Ankara.
- Magnusson, S., Krajcik, J., ve Borko, H., 1999. Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching, Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Ed.), "Examining Pedagogical Content Knowledge", London: Kluwer Academics Publishers.
- Mellado, V., 1998. The Classroom Practice of Prservice Teachers and Their Conceptions of Teaching and Learning Science, Science Teacher Education, 82, 197-214.
- Meriç, G. ve Tezcan. R., 2005. Fen Bilgisi Öğretmeni Yetiştirme Programlarının Örnek Ülkeler Kapsamında Değerlendirilmesi, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, 7,1, 62-82.
- Mıhladı, G. ve Timur, B., 2011. Pre-Service Science Teachers View of In-Service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge, Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, Special Issue, 89-100.
- Mishra, P. ve Koehler, M.J., 2006. Technolojical Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108, 6, 1017- 1054.
- Miles, M. B. ve Huberman, A.M. 1994. Qualitative Data Analysis, Second Edition, Sage, London.
- 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.
- Morine-Dershimer, G., Kent, T., 1999. The complex nature and sources of teachers' pedagogical content knowledge, Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Ed.), "Examining Pedagogical Content Knowledge", London: Kluwer Academics Publishers.
- Morrison, J.A. ve Lederman, N.G., 2003. Science Teachers' Diagnosis and Understanding of Students' Preconceptions, Science Education, 87, 6, 849-867.

- Muir, T., 2007. Setting a Good Example: Teachers' Choice of Examples and their Contribution to Effective Teaching of Numeracy, Mathematics: Essential Research, Essential Practice, 2, 513-522.
- 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.
- Ogan Bekiroğlu F., 2004. Ne Kadar Başarılı? Klasik ve Alternatif Ölçme - Değerlendirme Yöntemleri: Fizikte Uygulamalar. Nobel Yayınları, Ankara.
- Özgün-Koca, A., ve Şen, İ., 2006. The Beliefs and Perceptions of Pre-Service Teachers Enrolled in A Subject-Area Dominant Teacher Education Program About Effective Education, Teaching and Teacher Education 22, 946-960.
- Padilla, K., Ponce-de-Leon, A.M., Rembado, F.M. ve Garritz, A., 2008. Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The case of 'amount of substance', International Journal of Science Education, 30,10, 1389-1404.
- Pallant, J., 2001. SPSS Survival Manual – a Step by Step. Guide to Data Analysis Using SPSS for Windows (Version 10 and 11), Buckingham: Open University Press.
- Pardhan, H. ve Bano, Y., 2001. Science Teachers' Alternate Conceptions about Direct Currents, International Journal of Science Education, 23, 3, 301-318.
- 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. Qalitative Research and Evaluation Methods, Third Edition, Sage Publications, London.
- Pittman, K.M., 1999. Student-generated Analogies: Another Way of Knowing, Journal of Research in Science Teaching, 36, 1, 1-22.
- Purcell, E.M., 1965. Electricity and Magnetism, Berkeley Physics Course – Volume 2, Mcgraw-Hill Book Company, P:184-185, Newyork.
- Ravanis, K., Pantidos, P. ve Vitoraus, E., 2009. Magnetic Field Representation of 14-15 years old students. Acta Didactica Napocensia, 2, 2, 1-7.

- Robson, C., 1993. Real Word Research, A Resource for Social Scientists and Practioner-Researchers. BlackWell Publishers, Oxford UK&Cambridge USA.
- 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.
- Rosebery, A.S. ve Puttick, G.M., 1998. Teacher Professional Development as Situated Sense-Making: A Case Study in Science Education, Science Education, 82,6, 649-676.
- Saarelainen, M., Laaksonen, A. ve Hirvonen, P., 2007. Students' Initial Knowledge of Electric and Magnetic Fields- more profound explanations and reasoning models for undesired conceptions, European Journal of Physics, 28, 51-60.
- Sanders, S. ve Morris, H., 2000. Exposing Student Teachers' Content Knowledge:Empowerment or debilitation? Educational Studies, 26,4, 397-408.
- Sarkim, T., 2004. Investigating Secondary School Physics Teachers'Pedagogical Content Knowledge: A Case Study, Post-Script, 5,1, 82-96.
- Schempp, P., Manrooss, D. ve Tan, S., 1998. Subject Expertise and Teachers' Knowledge, Journal of Teaching in Physical Education, 17, 1-15.
- Schmidt, W.H. ve Kennedy, M. M., Teachers' and Teacher Candidates' Beliefs About Subject Matter and About Teaching Responsibilities', <http://ncrtl.msu.edu/http/rreports/html/rr904.htm>, 20 Mayıs 2009.
- Scott, D., 1996. Making judgements about educational research, Scott, D. ve Usher, R. (Ed.). Understanding Educational Research, Routledge, London.
- Sears, F.W. ve Zemansky, M.W., 1964. University Physics, Third Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 623-624, USA.
- Seferoğlu, S., 2004. Öğretmen yeterlikleri ve mesleki gelişim, Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi, 58.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, A., 2004. Cinsiyetin Öğrencilerin Elektrik Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26, 141-147.
- Seputro, T.T., 1998. The Influence of The Teachers' Subject Matter Knowledge and Beliefs on Teaching Practices, Proceeding Contents Forum Program, Curtin University of Technology, Indonesia.
- Serway, R.A. ve Beichner, R., 2002. Fen ve Mühendislikler için Fizik 2, 5.Baskı Elektrik ve Manyetizma", Palme Yayıncılık, Ankara,.

- Shannon, J.C., 2006. How is PCK Embodied in The Instructional Decisions Teachers' Make While Teaching Chemical Equilibrium?, PhD Thesis, University of Washington, USA.
- 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.
- Shulman, L.S., 1999. Knowledge and Teaching: Foundation of the new reform in Leach, J., Moon, B. (Eds), *Learners and Pedagogy*, SAGE Publications, Paul Chapman, London, 61-77.
- Simmons, P.E., Emory, A., Carter, T. ve Teresa, C., 1999. Beginning Teachers: Beliefs and Classroom Actions, Journal of Research in Science Teaching, 63, 8, 930-954.
- Sickle, M.V., Dickman, C. ve Bogan, M., Knowledge Structures of Teachers: An Assessment of Knowledge Structures in The Areas of Content, Pedagogy, and Practical Content During the First Years of Teaching, <http://www.ed.psu.edu/CU/journals/96pap5htm>, 25 Mart 2010.
- Smith, C. ve Neale, D., 1989. The Construction of Subject Matter Knowledge in Primary Science Teaching, Teaching and Teacher Education, 5, 1, 1-20.
- Smith, D.C., 1999. Changing out Teaching: The Role of Pedagogical Content Knowledge in Elementary Science, Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Ed.), "Examining Pedagogical Content Knowledge", London: Kluwer Academics Publishers.
- Sönmez, V., 2003. "Eğitimin Tarihsel Temelleri", Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Sperandeo-Mineo, R.M., Fazio, C. ve 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.
- Stein, M.K., Baxter, J.A. ve Leinhart, G., 1990. Subject Matter Knowledge and Elementary Instruction: A case from Functions and Graphing, American Educational Research Journal, 27, 4, 639-663.
- Stevens, S.Y. ve Davis, E.A., New Elementary Teachers' Knowledge and Beliefs about Instructional Representations: A Longitudinal Study, http://www.project2061.org/publications/2061connections/2007/media/KSIdocs/stevens_davis_netkbair.pdf, 10 Ocak 2011.

- Stotsky S., 2000. Massachusetts Department of Education Revising Reacher Licencing Regulations to Advance Educational Reform, 16th Annual Conference of National Evaluation Systems Proceedings, Chicago.
- Stratus, S., Ravid, D. ve Magen, N., 1998. Relations Between Teachers' Subject Matter Knowledge, Teaching Experience and Their Mental Models of Children's Minds and Learning, Teaching and Teacher Education, 14, 6, 579-595.
- Suh, Y., 2005. Pedagogical Content Knowledge Development in Teaching Science: A Case Study of Elementary School Teacher in An Urban Classroom, PhD Thesis, Columbia University, USA.
- Şeker, H., Deniz, S. ve Görgeç, İ., 2004. Öğretmen Yeterlikleri Ölçeği", Milli Eğitim Dergisi, 164.
- Şen, A.İ. ve Özgün-Koca, S., 2002. Kavram Haritalarının Öğrenci Tutumlarını belirlemede kullanılması: Matematik ve Fizik öğretmen adaylarının konu alanları hakkındaki düşünceleri. V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16–18 Eylül Ankara, 1323–1328.
- Tamir, P., 1988. Subject Matter and Related Pedagogical Knowledge in Teacher Education, Teaching and Teacher Education, 4, 2, 99-110.
- Tanel, Z. ve Erol, M., 2008. Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. Latin American Journal of Physics Education, 2, 2, 124-136.
- Thorén, I., Kellner, E., Gullberg, A. ve Attorp, I., 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.
- Tok, Ş., 2010. The Problems of Teacher candidate's about Teaching Skills During Teaching Practice, Procedia Social and Behavioral Science, 2, 4142–4146.
- Thomas, G., 1998. The Myth of Rational Research, British Educational Research Journal, 24, 2, 141–161.
- 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.
- Tuan, H.L., Chang, H.P., Wang, K.H. ve Treagust, D.F., 2000. The Development of an Instrument for Assesing Students' Perceptions of Teachers' Knowledge, International Journal of Science Education, 22, 4, 385-398.
- Turner, F., Beginning Teachers' use of the Perpresentation, <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip27-3/BSRLM-IP-27-3-18.pdf>, 24 Mayıs 2011.

- Turner-Bisset, R., 1999. The Knowledge of Bases of The Expert Teacher, British Educational Research Journal, 25, 1, 39-55.
- Usher, R. 1996. A critique of the neglected epistemological assumptions of educational research, in Scott, D and Usher, R. (eds). *Understanding Educational Research*, Routledge, London.
- Uşak, M., 2005. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bitkiler Konusundaki Pedagojik Alan Bilgileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Üstüner, M., 2004. Geçmişten Günümüze Türk Eğitim Sisteminde Öğretmen Yetiştirme ve Günümüz Sorunları, Eğitim Fakültesi Dergisi, 5, 7.
- 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 Jong, O., 2002. The Development of Preservice Chemistry Teachers Pedagogical Content Knowledge, Science Teacher Education, 86,4, 572-590.
- Van Driel, J.H., Verloop, N. ve Vos, W., 1998. Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge, Journal of Research in Science Teaching, 35,6, 673-695.
- Veal, W.R., Tippins, D.J. ve Bell, J., 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 MaKinster, J.G., Pedagogical Content Knowledge Taxonomies, <http://ejse.southwestern.edu/article/view/7615/5382>, 28 Nisan 2011.
- Veenman, S., 1984. Perceived Problems of Beginning Teachers, Review of Educational Research, 54, 2, 143-178.
- Veen, K., Slegers, P., Bergen, T. ve Klassen, C., 2001. Professional orientations of secondary school teachers towards their work, Teaching and Teacher Education, 17, 175-194.
- Volkman, M.J., Abell, S.K. ve Zgagacz, M., 2005. The Challenges of Teaching Physics to Preservice Elementary Teachers: Orientations of the the Professor, Teaching Assistant, and Students, Science Teacher Education, 89, 847-869.
- Walker, J.C. ve Evers, C.W. 1994. Research in Education: Epistemological Issues. In T. Husen, & N. Postlethwaite, (Ed.). *The International Encyclopaedia of Education*, Second Edition, vol.9, BPC Wheatons Ltd. Exeter, 5021–5031.
- Wellington, J., 2000. *Educational Research: Contemporary Issues and Practical Approaches*, Continuum, London.

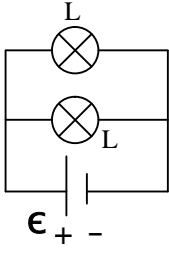
- Wragg, E.C., 1999. An Introduction to Classroom Observation, Routhledge, London and New York.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç., 2003. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13.
- Yerrick, R., Parke, H. ve Nugent, J., 1997. Struggling to Promote Deeply Rooted Change: The “Filtering Effect” of Teachers’ Beliefs on Understanding Transformational View of Teaching Science, Science Education, 81, 2, 137–159.
- Yerrick, R.K. ve Hoving T.J. 2003. One Foot on the Dock and One Foot on the Boat: Differences Among Preservice Science Teacher’s Interpretations of Field-Based Science Methods in Culturally Diverse Contexts, Science Teacher Education, 87, 390–418.
- Yıldırım, H., Yalçın, N., Şensoy, Ö. ve Akçay, S., 2008. İlköğretim 6.,7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusunda sahip oldukları Kavram Yanılgıları, Kastamonu Eğitim Dergisi, 16,1, 67-82.
- Yip, D., Chung, M. ve Mak, S., 1998. The Subject Matter Knowledge in Physics Related Topics of Hong Kong Junior Secondary Science Teachers, Journal of Science Education and Technology, 7, 4, 319-328.
- YÖK, 1998. Fizik Öğretimi, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Zeichner, K.M. ve Liston, D.P., 1987. Teaching Student teachers to reflect. Harvard Educational Review, 56, 1, 23–48.
- Zemal-Saul, C., Star, M. ve Krajcik, J., 1999. Constructing a Framework for Elementary Science Teaching Using Pedagogical Content Knowledge, Gess-Newsome, J. and Lederman, N.G., (Ed.), “Examining Pedagogical Content Knowledge”, London: Kluwer Academics Publishers.
- Zemal-Saul, C., Krajcik, J. ve Blumenfeld, P., 2002. Elementary Student Teachers Science Content Representations, Journal of Research in Science Education, 39, 6 443-463.

EKLER

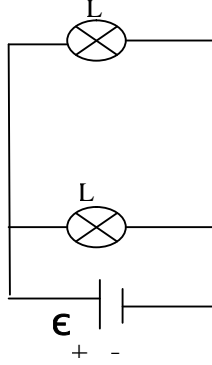
Ek 1. PAB Testi

ELEKTRİK AKIMI VE ELEKTRİK AKIMININ MANYETİK ETKİSİ

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



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 2'deki lambaların parlaklığı azalır. İletken tellerin uzunluğu arttırıldığından, dirençleri de artar. Dolayısı ile akım azalır.

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.

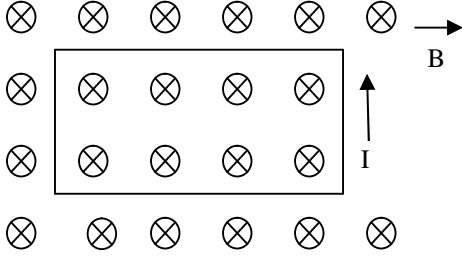
Elektrik akımı, anahtar kapanınca iletkenin uçları arasındaki potansiyel farktan dolayı iletken içinde her yerde E alanının meydana gelmesi ile oluşmaktadır. Yalıtılmış bir iletkende bu elektronlar rastgele hareket etmektedir. Bu iletkende, potansiyel farkın elektrik alan oluşturmasıyla, elektronlar üzerine elektriksel kuvvet uygulanmakta ve akım oluşmaktadır

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?

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



Kuvvet vardır. Üst kısımdaki tele sayfa düzleminde aşağıya doğru, alt kısımdaki tele yukarıya doğru eşit büyüklükte zıt yönlerde kuvvet etki eder.

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?

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

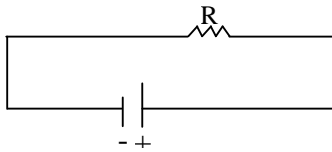
Uygulanan elektrik alanın yönü hep aynı yönlü ise iletken üzerinden geçen akım hep aynı yönde olur ve zamanla değişmez. Bu tür akıma doğru akım denir. Elektrik alanın yönü periyodik olarak değişiyorsa, yüklü parçacıkların yönleri de periyodik olarak değişir. Böyle bir akıma alternatif akım denir. Doğru akım, doğru gerilim (pil, akü ile) uygulayarak; alternatif akım, alternatif gerilim uygulayarak elde edilir.

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?

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 sebebinizi açıklayınız.



Elektronların akma yönü ile akım yönü terstir. Elektronlar - kutuptan + kutba doğru akarken, Elektrik akımının yönü + kutuptan - kutba doğrudur.

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?

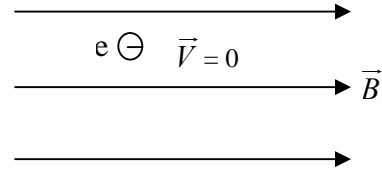
6-a)

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

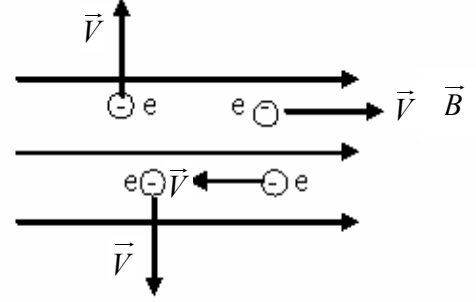
Manyetik alan durgun elektrik yüküne etki etmeyeceğinden elektron harekete geçmez.

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.

Manyetik alan ile aynı doğrultuda olan elektrik yüklerine kuvvet etki etmez. Sayfa düzleminde yukarı doğru hareket eden yüke, sayfa düzleminde dışarı doğru, sayfa düzleminde aşağıya doğru harekete den yüke, sayfa düzleminde içeri doğru kuvvet etki eder.



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?

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.

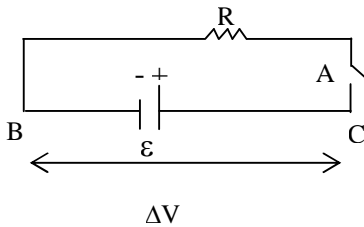
İç direnci az olan ampermetre akımı ölçebilmesi için devreye seri, İç direnci fazla olan voltmetre gerilimi ölçmek için paralel bağlanır.

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?

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



*Anahtar açık iken, $\Delta V = \epsilon$ ve
Kapalı iken, $\Delta V = \epsilon - IR$*

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?

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

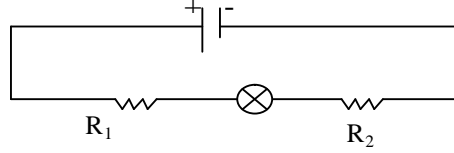
Bir iletkenin uçları arasında uygulanan potansiyel farkının, iletkenden geçen akıma oranının sabit olduğu iletkenler Ohm yasasına uyarken, metal olmayan cisimler, yarı iletkenler Ohm yasasına uymazlar. Bu iletkenlerde potansiyel farkın, elektrik akımına oranı sabit değildir.

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?

10-a)



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

R_1 azaltılırsa: Eşdeğer direnç azalacağından, akım artar.

R_1 artırılırsa: Eşdeğer direnç artacağından, akım azalır.

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

R_2 azaltılırsa: Eşdeğer direnç azalacağından, akım artar.

R_2 artırılırsa: Eşdeğer direnç artacağından, akım azalır.

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?

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

Boyuna, doğru orantılı, kesatine, ters orantılı ve cinsine doğru orantılı olarak bağlıdır.

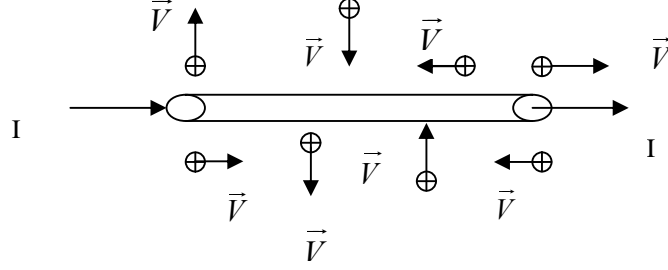
$$R = \rho \cdot l / A$$

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?

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

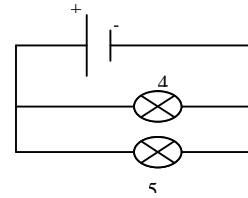
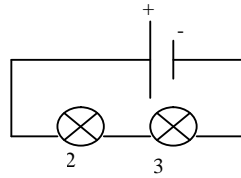
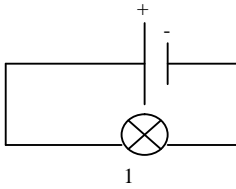


b) Bu kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin sahip olabilecekleri ön bilgilerin neler olabileceğini tahmin ediyorsunuz?

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

d) c' deki problemlerin giderilmesinde ne yaparsınız?

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



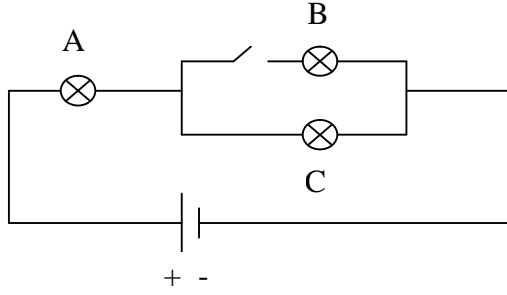
$$I=4=5>2=3$$

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?

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



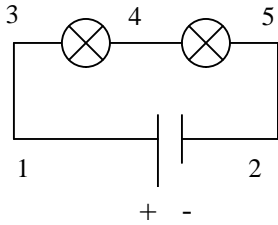
*Açık iken, $A=C$,
Kapalı iken, A artar Ve B'den parlak yanar.
B ile C aynı parlaklıkta olur. C azalır.*

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?

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



$$1-2=3-5 > 3-4=4-5$$

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?

Ek.2. Milli Eğitim Bakanlığı'ndan Alınan İzin Belgesi

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.4.61.00.04-01.040/

7142

03 MART 2009

Konu : Araştırma İzni.

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı doktora öğrencisi Işık Saliha KARAL EYÜBOĞLU'nun İlimiz Merkezinde bulunan Kanuni Anadolu Lisesi, Cumhuriyet Lisesi, Tevfik Serdar Anadolu Lisesi ve Affan Kitapçıoğlu Lisesinde doktora tezi ile ilgili çalışmalar yapmak isteği Müdürlüğümüzce incelenmiştir.

Adı geçen kişinin, "Fizik Öğretmenlerinin Pedagojik Alan Bilgilerinin Gelişimi" konulu araştırmasını Kanuni Anadolu Lisesi, Cumhuriyet Lisesi, Tevfik Serdar Anadolu Lisesi ve Affan Kitapçıoğlu Lisesinde uygulamak isteği Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Selim Yavuz SANDIKÇI
 Milli Eğitim Müdürü

OLUR

03/2009

Hüseyin ECE
 Vali a.
 Vali Yardımcısı



Trabzon Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğü
 Ayrıntılı bilgi: M.EYÜBOĞLU İl Milli Eğitim Md. Yrd.
 Tlf: 462 230 20 94 (323) – 230 39 95
 Faks : 230 20 96
 e-posta : trabzonmem@meb.gov.tr
bilgiedinme61@meh.gov.tr
kultur61@meh.gov.tr



www.ezgiyurdu-tr.com.tr

www.baykoku.com.tr

www.millietim.gov.tr

Ek 3. PAB Testinin Alan Bilgisi Bölümüne Verilen Doğru Cevaplar ve Adaylar

Tablo 1. 5 uygulamada doğru olarak cevaplandırılan sorular

Soru No	SORULARIN İÇERİĞİ	ÖĞRETMEN ADAYLARI				ÖĞRETMENLER
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
1	Paralel bağlı iki farklı devrede tel uzunluğunun parlaklığa etkisi	A ₂ , A ₇ , A ₁₂	A ₁₀ , A ₁₂	A ₂ , A ₃	A ₃ , A ₁₂	Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
2	Elektron hızı ve akım arasındaki ilişki	---	---	---	---	---
3	Manyetik alan içindeki tele etki eden manyetik kuvvet	A ₁₁	A ₁ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₁₀ A ₁₁	A ₁ , A ₁₀	Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
4	DC ve AC arasındaki fark	---	---	A ₁₀	A ₁₀	---
5	Basit elektrik devresinde akım ve elektronların hareket yönü	A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₂	A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ A ₁₂	A ₁ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
6	Manyetik alan içindeki yüklere etkiyen manyetik kuvvet	A ₉ , A ₁₁	---	A ₁₀ , A ₁₁	A ₁₀	Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
7	Ampermetre ve voltmetrenin devreye bağlanma şekilleri	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
8	Açık ve kapalı devrede üreticinin uçları arasındaki ΔV	---	---	A ₂ , A ₃	---	Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅
9	Ohmik olmayan iletkenler	A ₃ , A ₁₂	A ₃	A ₃	A ₁ , A ₃ , A ₁₂	---
10	Seri bağlı iki direnç arasında lamba bulunan basit elektrik devresi	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ A ₂ A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
11	İletkenin direncinin nelere bağlı olduğu	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₆ , A ₇ , A ₉ A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ A ₃ A ₆ A ₇ A ₉ A ₁₀ A ₁₁ A ₁₂ A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₅ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆

12	İçinden akım geçen iletken etrafındaki yüklere etkileyen manyetik kuvvet	---	---	A_{10}	A_1, A_6, A_{10}	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_3, \ddot{O}_4, \ddot{O}_5, \ddot{O}_6$
13	Basit elektrik devresi (seri, paralel bağlı üç ayrı devre)	$A_2, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}$	$A_2, A_3, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}, A_{13}$	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_3, \ddot{O}_4, \ddot{O}_5, \ddot{O}_6$
14	Basit elektrik devresi (seri ve paralel bağlı tek devre)	$A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_{10}, A_{13}$	$A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{13}$	$A_2, A_3, A_6, A_7, A_8, A_{10}$	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}, A_{13}$	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_3, \ddot{O}_4$
15	Basit elektrik devresi (seri bağlı devrede noktalar arası potansiyel fark)	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{11}, A_{12}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_3, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{12}, A_{13}$	$A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12}, A_{13}$	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_4, \ddot{O}_5, \ddot{O}_6$

Ek 3. PAB Testinin Alan Bilgisi Bölümüne Verilen Eksik Cevaplar ve Adaylar

Tablo 2. 5 uygulamada eksik olarak cevaplandırılan sorular

Soru No	EKSİK BİLGİ	ÖĞRETMEN ADAYLARI				ÖĞRETMENLER
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
1	Teldeki ısı nedeniyle enerji kaybı farklılık oluşturabilir.	A ₃	---	---	---	---
2	Akım tüm elektronların hareketi ile olur.	A ₃	---	A ₃	---	---
	Hareketli e çevresindekileri etkiler.	A ₈	---		---	---
	Elektronların etkileşmesi akımı oluşturur.	A ₉	A ₄ , A ₅ , A ₉	A ₂	A ₅	---
	Elektronlar birbirine çarparak akım oluşur	---	A ₁₃ , A ₁₀ , A ₁₁	A ₁₀	A ₉	---
	Moleküler parçacıkların birbirine teması nedeniyle	---	A ₁₂	A ₁ , A ₁₂	A ₁₂	---
	Elektronların titreşmesi ile enerji aktarımı oluşur.	---	---	---	A ₁ , A ₃ , A ₄ , A ₇ A ₈ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
Elektronlar iletkenin her yerinde olduğundan telde akım varsa hemen iletim olur.	---	---	---	A ₂	---	
3	Kuvvet vardır.	---	A ₁₁	---	---	---
4	DC sabit bir potansiyel sonucu elde edilirken, AC değişken potansiyel sonucu elde edilir.	A ₁ , A ₆	A ₁	A ₁	---	---
	DC devrede tek yönde akar, AC ise periyodik olarak akar.	A ₂	A ₂	A ₂	A ₂	---
	DC yönü ve değeri (şiddeti) sabittir, AC nin yönü ve şiddeti sürekli değişir,	---	---	---	---	Ö ₁ , Ö ₅
	DC, AC'nin doğrultucu diyotlarla kesilmesiyle, AC ise elektrik santrallerinde üretilir. DC'in sinüsel eğrisinde negatif kısım yokken AC'de vardır.	A ₃	A ₃	A ₃	A ₃	---
	DC düzgün sabit bir akım, AC sabit olmayan kesintili ve dalgalı bir akımdır.	A ₈ , A ₁₁	A ₁₂	---	---	---
	DC kaynağı pil, akü vs, AC kaynağı hareket enerjisidir.	---	A ₅	---	---	---
	DC zamanla değişmeyen AC zamanla sinüsel değişen akımdır	---	A ₆ , A ₇ , A ₈	A ₆ , A ₈	---	---
DC yönü ve şiddeti sabit olan akım, AC yönü ve şiddeti periyodik olarak zamanla değişen akımdır	---	---	---	---	Ö ₄ , Ö ₃	
5	Akım artıdan eksiye doğrudur.	A ₁₃	A ₅ , A ₇	A ₅ , A ₁₃	---	---
	Elektronların yönü eksiden artıya doğrudur.	---	---	---	A ₂	---

Ek 3'ün devamı.

6	Manyetik alan ile aynı doğrultuda hızı olanlara kuvvet etki etmezken, diğerlerine sayfa düzlemi içine ve dışına doğru kuvvet etki eder.	A_{10}	---	---	---	---
	\vec{e} harekete geçmez durgun olduğu için, manyetik alana dik olanlara sayfa düzlemi içine ve dışına kuvvet etkir.	---	---	---	---	\ddot{O}_2
	\vec{e} harekete geçmez hızının belli bir değerinde olması gerekir.	A_6, A_8	A_7, A_9, A_{10}	---	---	---
	İlk hızı olmadığı için harekete geçmez.	---	---	A_{11}	A_2	---
	Manyetik alana dik olanlar dairesel hareket eder, diğerlerine etki etmez	---	---	---	A_{11}	\ddot{O}_1
8	Güç kaynağının kendi içinde sahip olduğu bir potansiyel fark söz konusudur.	A_5	---	A_9	---	---
	Açık iken akım geçmez, ama pil arası gerilim vardır. Kapalı iken akım geçer pil olduğu için yine gerilim vardır.	A_9	---	---	---	---
	$\Delta V = \mathcal{E}$ çünkü dirençten akım geçmez.	A_3, A_{12}	A_{12}	A_7	A_3	\ddot{O}_2
	Açık iken \mathcal{E} olur, kapalı iken \mathcal{E} 'dan biraz daha az olur.	A_7, A_{11}	A_7	---	A_7	---
	Değişmez her iki durumda da aynıdır.	A_8, A_{10}	A_2, A_4, A_9 A_{10}, A_{11}	A_{10}, A_{11}	A_5, A_6, A_{10}, A_{11}	---
11	Sıcaklığa bağlıdır.	A_4	---	---	---	---
	Sıcaklığa ve maddenin cinsine	---	A_4	A_4	---	---
	Maddenin cinsine, atomların dizilişine, elektron sayılarına	A_8	---	---	---	---
	Maddenin cinsine ve sıcaklığa bağlıdır.	---	A_8	---	---	---
12	Sadece manyetik alanın yönü gösterilmiştir.	A_7, A_{10}	A_{10}	A_1	---	---
14	$A > B$, A'daki akım B'dekinden büyüktür.	---	---	A_{11}	A_7	---
	Eşdeğer direnç azalacağından akım artar.	---	---	A_9	---	---
	A'nın parlaklığı artar, $B = C$, C'nin parlaklığı artar.	---	---	---	---	\ddot{O}_6
15	$1 - 2 > 3 - 4 = 4 - 5$	---	A_{10}	---	A_7	---

Ek 3. PAB Testinin Alan Bilgisi Bölümüne Verilen Yanlış Cevaplar ve Adaylar

Tablo 3. Kavram yanlışlığı içermeyen yanlış cevaplar

Soru No	YANLIŞ BİLGİ	ÖĞRETMEN ADAYLARI				ÖĞRETMENLER
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
1	Lambalar paralel bağlandığı için voltaj aynı olduğundan parlaklıklar eşittir.	A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₈ A ₉ , A ₁₀ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₆ , A ₇ A ₈ , A ₉ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₈ A ₁₂ , A ₁₃	A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₀ , A ₁₃	Ö ₁
2	Akım elektronların birbirini tetiklemesi sonucunda oluşur	A ₄	---	A ₁₁	---	---
	Akımın geçmesi için elektronların hareketli olması yeterlidir.	A ₅	---	---	---	---
	Elektronların birbirlerini iterek hareket etmesi sonucu ışık hemen gelir	A ₇ , A ₁₁	A ₇	A ₉	---	---
	Sürüklenme hızı çarpışmaya uğrayanların, çarpışmaya uğramayanlar lambanın yanmasını sağlar.	A ₁₀	---	---	---	---
	Metallerdeki elektron boşlukları sayesinde iletim olur.	A ₁₂	---	---	---	---
	İletkenlerde elektronlar rahat dolaşır	---	A ₁	---	---	---
	Elektronların birbiri ardına dizili olmaları ve e.ların toplu hareketleri	---	A ₃	---	---	---
	Elektronların birbirine etkisi çok hızlıdır	---	---	A ₅	---	---
	Elektronların elektrikleşmesi nedeniyle	---	---	A ₇	---	---
3	Kuvvet yoktur.	A ₃	---	---	A ₅ , A ₁₁	---
	Kuvvet vardır yönü yukarı doğrudur.	---	---	A ₁	---	---
	Kuvvet vardır yönü kâğıttan bize doğrudur.	A ₄	---	---	---	---
	Kuvvet vardır sola veya sağa doğrudur. Uzun kenara paralel olacak şekilde.	A ₅	---	A ₅	---	---
	Yüklerin birbiri üzerinde oluşturduğu kuvvetler vardır.	A ₆	---	---	---	---
	Kısa kenarına manyetik kuvvet etki eder.	A ₉ , A ₁₀	---	---	A ₉	---
	Sayfa düzlemine ve ya içe doğru kuvvet vardır.	---	A ₄ , A ₅	---	---	Ö ₂
	Akım manyetik alana paralel olduğundan kuvvet yok	---	A ₉	A ₃	---	---
	Çerçeve içinde sayfa düzlemi dışına, çerçeve dışında sayfa düzlemi içine doğrudur.	---	---	---	A ₇	---

Ek 3'in Devamı.

3	Vardır. Yönü sayfa düzleminin içine doğrudur.	A ₁	A ₄ , A ₇	---	---	---
	Üstteki tele yukarı, alttaki tele aşağı doğru kuvvet etkir.	A ₂	---	---	---	---
	Üstteki tele yukarı doğru kuvvet etkir.	---	---	A ₁	---	---
	Kuvvet vardır yönlerini bilmiyorum.	A ₁₂	---	---	---	---
	Yükler hareketli değilse manyetik oluşmuyor. Akım geçen tele etkimesi ile yüke etkisindeki kuvvetin yönü farklıdır.	---	---	---	A ₃	---
4	Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi DC, tribün yardımıyla hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi AC dır.	A ₅	---	---	---	---
	DC dirençten veya iletken telden elde edilen, AC bobinden elde edilen akımdır.	A ₇	---	A ₇	---	---
	AC doğrultucuya girerek DC şeklinde çıkar, AC değişkendir.	---	A ₄	---	---	---
	DC sürekli olan AC zamana bağlı aralıklı olan akımdır	---	A ₁₁	---	---	---
	DC'da akım değişmez, AC'da akım değişir.	---	---	A ₁₂	A ₄ , A ₁₂ , A ₁₃	Ö ₂
	DC güç kaynağı ile oluşur, sabittir. AC değişkendir, manyetik alanda oluşur.	---	---	A ₁₁	---	---
	Zamanla değişen (AC) ve değişmeyen (DC) akımlardır.	---	---	---	A ₇	---
	DC'de akım dalgası doğru şeklinde, AC'de ise boya ve ene sahiptir. (Tribün)	---	---	---	A ₅	---
	DC güç kaynağında aynı şiddetle potansiyel fark oluşturulan akımdır, AC değişken üreteç ile üretilen akımdır.	---	---	---	A ₁	---
	DC şiddeti zamanla değişmeyen, AC şiddeti periyodik olarak değişen akımdır.	---	---	---	---	Ö ₆
Zamanla değişen ve değişmeyen akımlardır.	---	A ₉	A ₉	A ₉	---	
5	Elektrik alanın yönü eksiden artıya doğrudur.	A ₁	---	A ₁₁	---	---
	Akımın ve elektronların yönü aynıdır artıdan eksiyedir.	A ₅	---	---	---	---
	Akım – den artıya, e.lar +dan – ye doğrudur.	---	---	A ₁	---	---
6	Manyetik alana dik doğrultuda oluşan akıma zıt yönde hareket ederler.	A ₄	---	---	---	---
	Yukarı doğru akım oluşacağından ē lar aşağı doğru hareket ederler.	---	A ₄	---	---	---
	Sağ el kuralına göre spiral yörüngede hareket eder.	---	---	A ₂	---	---
	Harekete geçer.	A ₁₀	---	---	A ₁	---

Ek 3'ün Devamı.

7	Ampermetre ve voltmetre paralel bağlanır.	A ₅	---	---	---	---
	Ampermetre ve voltmetre devreye seri bağlanır.	---	A ₅	A ₅	---	---
8	B-C arası gerilim daima vardır, direnç üzerinden elde edilemez.	---	---	---	A ₉	---
	Anahtar açıkken $\Delta V = \mathcal{E}$, Kapalıyken, $\Delta V = \mathcal{E} = iR$	---	---	A ₃	---	---
	Anahtar kapatılınca $\Delta V = \mathcal{E}$ (Pilin iç direnci 0 kabul edilmiştir)	---	---	---	---	---
	İki nokta arasındaki fark potansiyele eşittir	---	A ₁₃	A ₁₃	---	---
	Anahtar açıkken $\Delta V = \mathcal{E}$, kapalı iken, $\Delta V = \mathcal{E} - I.R$	A ₃ , A ₁₂	---	A ₇	---	Ö ₆
9	İletkenin direnci değişiyor, direnci azalıyor, değişken dirence sahiptir	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₆ A ₁₀	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₈ , A ₁₀	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₅ , A ₈ , A ₁₀ , A ₁₃	A ₂ , A ₄ , A ₅ , A ₇ , A ₁₀ , A ₁₃	Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆
	Bu iletkenin belli bir iç direnci vardır	A ₅	---	---	---	---
	İletkenin akıma karşı gösterdiği direncin az olduğu söylenebilir	A ₇	---	---	---	---
	Direnç 2/3 katına çıkmıştır.	---	A ₅	---	---	---
	Üzerine uygulanan potansiyel arttıkça direnç özelliği azalır.	---	A ₁₃	---	---	---
10	R ₁ azalır, parlaklık azalır, artırılırsa artar.	A ₉	---	---	---	---
12	Manyetik alan akıma diktir ve yukarı doğrudur.	A ₅	---	---	---	---
	Kuvvet aşağıya doğrudur.	---	A ₅	A ₅	A ₅	---
	Telin alt kısmındaki yüklere yukarı doğru, üst kısmındaki yüklere aşağıya doğru manyetik kuvvet etki eder.	A ₃	---	---	A ₃	---
	Telin alt kısmındaki yüklere aşağı doğru, üst kısmındaki yüklere yukarı doğru etki eder.	A ₁₂	---	---	---	---
	Akıma paralel olanlara kuvvet etki etmez, hızı güneye olanlara sayfa düzleminde dışarı, kuzeye olanlara sayfa düzleminde içeri doğru etki eder.	A ₈	---	---	---	---
	Paralel olanlar değişmez dik olanlar değişir.	---	---	A ₁₁	---	---
	Üst kısımda sayfa düzleminde dışarı, alt kısımda sayfa düzleminde içeri doğrudur.	---	---	A ₇	---	---
Her bir yük için farklı yönlerde kuvvet gösterilmiştir.	---	---	A ₂	A ₂ , A ₁₁	---	

Ek 3'ün Devamı.

14	Her ikisi de azalır	---	A_{11}	---	---	---
	C azalır, A değişmez veya tam tersi	---	---	A_{12}	---	---
	B, A'dan daha parlak yanar.	---	A_1	---	---	---
	A'nın parlaklığı artar, B'nin parlaklığı azalır.	---	---	A_{13}	---	---
15	$3-4=4-5 > 1-2=3-5$, $1-2 > 3-4=4-5 > 3-5$	A_{11}	---	A_{11}	---	---
	$1-2 \rightarrow$ aynı, $3-4 \rightarrow 3$ 'te fazla, $4-5 \rightarrow 4$ 'te fazla, $3-5 \rightarrow 3$ 'te fazla.	A_{12}	---	---	---	---
	$V_1 > V_2 / V_3 > V_4 / V_4 > V_5 / V_3 > V_5$	---	---	---	---	\ddot{O}_3

Ek 3. PAB Testinin Alan Bilgisi Bölümüne Verilen Kavram Yanılgısı Cevaplar ve Adaylar

Tablo 4. Kavram Yanılgıları

Soru No	KAVRAM YANILGILARI	ÖĞRETMEN ADAYLARI				ÖĞRETMENLER
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
1	İletken telin direnci yoktur	A ₁	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₁₁	A ₁ , A ₆ , A ₉ , A ₁₀ A ₁₁	A ₁ , A ₂ , A ₆ , A ₁₁	---
2	Elektronlar ışık hızına yakın bir hızla hareket ederler.	A ₁	A ₈	---	---	---
	Akım bir elektron hareketi, bir yük akışıdır.	A ₂ , A ₅ , A ₁₃	---	A ₃	---	---
	Elektronların hareketi elektrik alan oluşturur.	---	---	A ₈	---	---
	Elektrik yüklerinin birbirine geçmesi	A ₁₃	---	---	---	---
3	Manyetik alanı elektrik alanı ile tanımlama	A ₈	---	A ₇	---	---
	Manyetik kuvveti elektriksel kuvvet olarak düşünme	A ₇	---	---	---	---
	Manyetik kuvveti manyetik alan gibi düşünme	---	---	---	A ₇	---
4	Akımın voltaj değeri vardır	A ₄ , A ₁₀	A ₁₀	---	---	---
	Alternatif akım dalga hareketidir.			A ₅	A ₁₁	---
5	Elektronların hareketi akım veya elektrik alan oluşturur	---	A ₈	A ₆ , A ₈	---	---
	Elektronlar diğer elektronları aynı yönde etkiler	---	---	A ₂	---	---
6	Elektrik alanı manyetik alan, manyetik alanı elektrik alan olarak düşünme	A ₁₀	A ₃ , A ₁₂	A ₅ , A ₇ , A ₁₂	---	---
	Manyetik kuvveti elektriksel kuvvet olarak düşünme	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₇ , A ₁₂	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₇ , A ₁₂	A ₃ , A ₅ , A ₇ , A ₁₂	A ₃ , A ₅	---
8	Açık bir devrede üreticinin uçları arasındaki potansiyel fark sıfırdır	A ₁ , A ₄ , A ₆	A ₁ , A ₅ , A ₆ , A ₈	A ₁ , A ₅ , A ₆ , A ₈	A ₁ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₁₂ , A ₁₃	---
10	Lambadan önce gelen direncin değerinin değiştirilmesinin lambanın parlaklığını değiştireceği	A ₁₁	---	---	---	---
	Üreteç sabit bir akım kaynağıdır.	---	---	A ₅	A ₅	---
11	Direnç akım ve potansiyelle bağlıdır.	A ₅	A ₂ , A ₅	A ₂	---	---
12	Manyetik alan akıma diktir.	A ₅	---	---	---	---
	Manyetik alan ile manyetik kuvvetin karıştırılması	---	---	A ₇	---	---
	Manyetik alan ve hız birbirine paralel olabilir	---	---	---	A ₃	---

Tablo 3'ün devamı

13	Üretcin sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi	A_1, A_3, A_7	A_3, A_4, A_5 A_7	A_1, A_5, A_7	---	---
	Lamba sayısı az olursa parlaklık artar	A_{11}, A_{12}	A_7, A_3	A_{11}, A_{12}	A_{11}	---
	Seri bağlı devrelerde lambalar daha parlak yanar.	A_1, A_3, A_7	---	---	---	---
	Pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir	A_1, A_3, A_7	---	A_7	A_{11}	---
14	Üretcin sabit bir akım kaynağı olarak düşünülmesi	A_1, A_9, A_{11} A_{12}	A_4, A_5, A_{12}	A_1, A_5	A_{11}, A_5	\ddot{O}_5
	Pilden yayılan akım dış devredeki değişikliklerden etkilenmemektedir	---	---	A_5	A_5	\ddot{O}_5

Ek 3. PAB Testinin Alan Bilgisi Bölümüne Verilen Boş Cevaplar ve Adaylar

Tablo 5. 5 uygulamada boş (cevapsız) bırakılan sorular

Sor u No	SORULARIN İÇERİĞİ	ÖĞRETMEN ADAYLARI				ÖĞRETMENL ER
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅
1	Paralel bağlı iki farklı devrede tel uzunluğunun parlaklığa etkisi	---	---	---	---	---
2	Elektron hızı ve akım arasındaki ilişki	---	A ₂ , A ₆	A ₄ , A ₆ , A ₁₃	A ₆	---
3	Manyetik alan içindeki tele etki eden manyetik kuvvet	A ₁₃	A ₂ , A ₃ , A ₆ A ₈ , A ₁₃	A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₈ A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₈ A ₁₂ , A ₁₃	---
4	Doğru ve alternatif akım arasındaki fark	A ₉ , A ₁₃	A ₁₃	A ₁₃	A ₆ , A ₈	---
5	Basit elektrik devresinde akım ve elektronların hareket yönü	---	A ₃ , A ₁₁	A ₃	A ₁₃	---
6	Manyetik alan içinde durgun ve hareketli yüklere etkiyen manyetik kuvvet	A ₅ , A ₁₃	A ₅ , A ₆ , A ₈ A ₁₁ , A ₁₃	A ₁ , A ₄ , A ₆ , A ₈ A ₉ , A ₁₃	A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	---
7	Ampermetre ve voltmetrenin devreye bağlanma şekilleri	---	---	---	---	---
8	Açık ve kapalı devrede üreticinin uçları arasındaki ΔV	A ₁₃	A ₃	A ₄	A ₂	---
9	Ohmik olmayan iletkenler	A ₉ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₆ , A ₇ , A ₉ , A ₁₁ A ₁₂	A ₆ , A ₇ , A ₉ , A ₁₁ A ₁₂	A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₁	---
10	Seri bağlı iki direnç arasında lamba bulunan basit elektrik devresi	---	---	A ₄	A ₈	---
11	İletkenin direncinin nelere bağlı olduğu	---	---	---	---	---
12	İçinden akım geçen iletken etrafındaki yüklere etkiyen manyetik kuvvet	A ₁ , A ₂ , A ₄ , A ₆ , A ₉ , A ₁₁ , A ₁₃	A ₁ , A ₂ , A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₃ , A ₄ , A ₆ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	A ₁ , A ₄ , A ₆ , A ₇ , A ₈ , A ₉ , A ₁₂ , A ₁₃	---
13	Basit elektrik devresi (seri, paralel bağlı üç ayrı devre)	---	---	A ₄	---	---
14	Basit elektrik devresi (seri ve paralel bağlı tek devre)	---	---	A ₄	---	---
15	Basit elektrik devresi (seri bağlı devrede noktalar arası potansiyel fark)	---	A ₇	A ₇	---	---

ÖZGEÇMİŞ

KARAL EYÜBOĞLU, 17.11.1975 yılında Trabzon'da doğdu. İlköğrenimini Trabzon Mimar Sinan İlkokulu, Orta öğrenimini Cumhuriyet Ortaokulu ve Lise öğrenimini Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 1993 yılında girdiği Hacettepe Üniversitesi Almanca Fizik Öğretmenliği Bölümü'nden 1998 yılında mezun oldu. 1999 yılında K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. 2002 yılında Gümüşhane/Kürtün Süme İlköğretim Okulu'na fen bilgisi öğretmeni, 2004 yılında Kürtün Lisesi'ne Fizik öğretmeni olarak atandı. 2003 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamlayarak 2005 yılında aynı ana bilim dalında doktora programına girdi. Aynı yıl Trabzon/Of 28 Şubat İlköğretim okunda fen bilgisi öğretmeni olarak göreve başladı. 2007 yılında Trabzon/Sürmene Kız Teknik ve Meslek Lisesine, 2010 yılında Sürmene Ticaret Meslek Lisesi'ne fizik öğretmeni olarak atandı. Halen bu lisede fizik öğretmeni olarak çalışmaktadır. KARAL EYÜBOĞLU, evli olup, yabancı dili Almanca ve İngilizcedir.