



MAKALE

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/jotcsc>

## Deneyimli Kimya Öğretmenlerinin "Yanlış Kavrama" ile İlgili Alan Eğitimi Bilgilerinin İncelenmesi<sup>12</sup>

Ayşe Zeynep ŞEN, Canan NAKİBOĞLU  
Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Balıkesir, Türkiye

**Öz:** Öğrencilerin öğrenme güçlükleri ve yanlış kavramaları ile ilgili bilgi birikimleri, *alan eğitimi bilgisi* (AEB)'nin bileşenlerinden biri olan öğrencilerin feni anlamalarına ilişkin bilginin bir alt boyutudur ve bir öğretmenin sahip olması gereken önemli bir bilgi türüdür. Bu nedenle çalışmada deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramalar konusundaki AEB'leri incelenmiştir. *Durum çalışması* modeline göre tasarlanmış bu çalışmada veriler gözlem, görüşme ve ders planı yolu ile toplanmıştır. Çalışmada yirmi beş yıldan daha fazla öğretim deneyimine sahip üç kimya öğretmeni yer almıştır. Çalışma sonunda deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramaların doğası, kaynakları ve nasıl önlenmesi gerektiği konusunda sahip oldukları AEB'lerinin kısmen gelişmiş olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca deneyimli kimya öğretmenlerinin tamamının lisans eğitimleri sırasında yanlış kavramalara yönelik eğitim almamaları nedeniyle AEB'leri arasındaki farklılığın lisansüstü eğitim yapmaları ve farklı hizmet içi eğitim aktivitelerine katılmalarına bağlı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak, çalışmada sınırlı sayıda öğretmenle çalışılmış olması nedeniyle daha sonraki çalışmalarda daha fazla sayıda öğretmen ile çalışılarak kimya öğretmenlerinin yanlış kavramalara yönelik AEB'lerine katkı sağlayan etmenlerin daha detaylı incelenmesi önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alan Eğitimi Bilgisi; Yanlış Kavramalar; Deneyimli Kimya Öğretmenleri.

### Examination of Experienced Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Terms of "Misconception"

**Abstract:** Teachers' knowledge about with students' learning difficulties and misconceptions is a subdimension of knowledge of students' understanding of science, which is one of the component of pedagogical content knowledge (PCK), and is a kind of knowledge that a teacher should be fulfilled. Thus, the aim of this study is examination of the experienced chemistry teachers' PCK about misconceptions. The study was designed according to the case study model, and the data were collected through interview, observation and lesson plan. Three chemistry teachers who had teaching experience more than twenty five years took part. At the end of the study, it was found that the experienced chemistry teachers have partial knowledge about the nature and sources of misconception and how to overcome the misconception. Additionally it was concluded that since all the experienced chemistry teachers have not been educated about misconception during their undergraduate education, the differences among their PCK can be related to the postgraduate education and participation to different in-service training activities. According to these results, since the limited number of experienced chemistry teachers participated in this study, it was suggested that the study should be widened by working with more experienced chemistry teachers and by examining the factors contributing to experienced chemistry teachers' PCK about misconception.

**Keywords:** Pedagogical Content Knowledge; Misconceptions; Experienced Chemistry Teachers.

<sup>1</sup>Bu çalışma yazarlar tarafından IV. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi'nde sunulmuştur.

<sup>2</sup> Bu çalışma Ayşe Zeynep ŞEN'in doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

## GİRİŞ

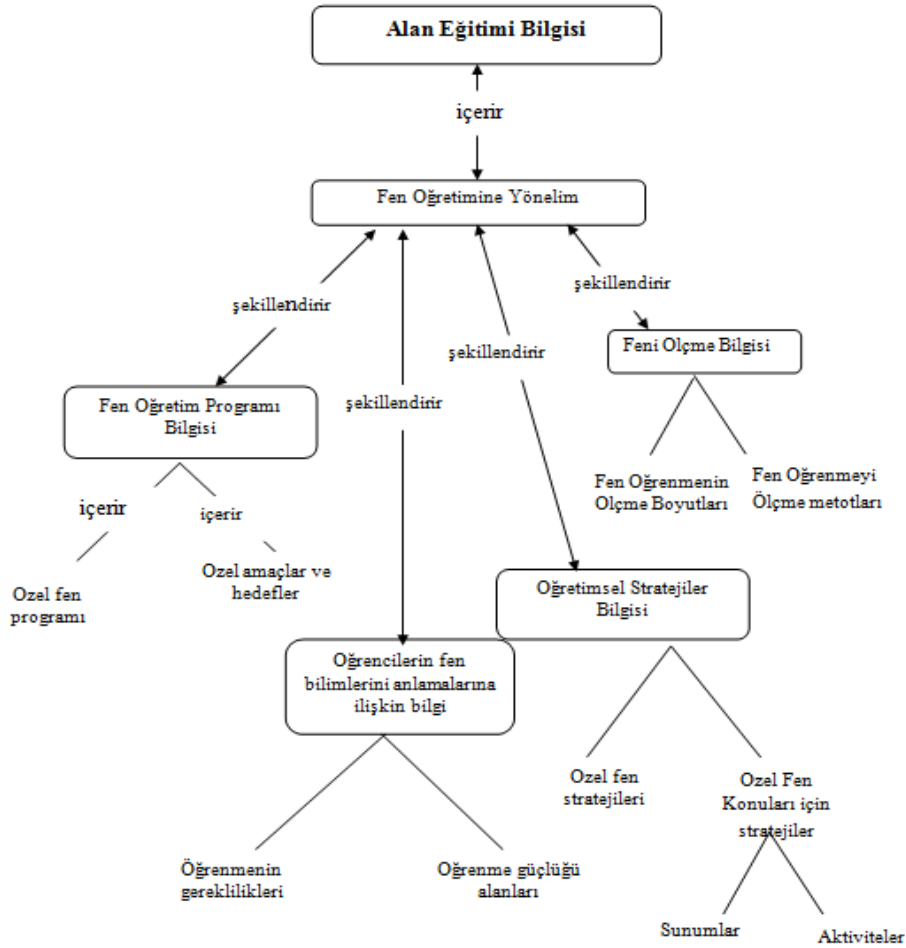
Aynı kimya öğretim programı ve ders kitaplarına göre öğrenim gören öğrencilerin kimya konularını anlamalarına ilişkin çalışmalar incelendiğinde, anlama düzeylerinin birbirinden farklı olduğu sonucuna ulaşıldığı görülür. Dersi yürüten öğretmenlerin bu duruma etki eden faktörler arasında payının daha büyük olduğu söylenebilir. Öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine katkı sağlamada öğretmenlerin ne gibi farklı özellikleri olabilir? Bir öğretmeni diğer öğretmenlerden farklı kılan özellikler neler olabilir?

Eğitim alanında çalışan araştırmacılar tarafından bu sorulara cevap aranırken, öğretmenin sahip olması gereken farklı bilgi türleri olduğunun farkına varılmıştır. Bir alan öğretmenin sahip olduğu *konu alanı bilgisi* ve *öğretmenlik meslek bilgisinin*, alan eğitimi için yeterli olmayacağı, bu nedenle öğretmenlerin farklı bir bilgi türüne hâkim olmaları gerektiği görülmüştür. Shulman (1986) tarafından ileri sürülen sınıflamada, öğretmenin sahip olduğu bilgi türleri üç farklı gruba ayrılmıştır: konu alanı bilgisi, program bilgisi ve *alan eğitimi bilgisi (AEB) (pedagogical content knowledge)*. Shulman (1986) AEB'yi; "Bir konu ile ilgili var olan düşünceleri en iyi şekilde temsil etmek için en etkili analogileri, gösterimleri, resimli açıklamaları ve gösterimleri kapsayan, başka bir deyişle birileri için o konuyu anlaşılır hale getirmek adına konuyu sunmanın ve açık olarak göstermenin bir yolu." şeklinde tanımlamıştır (s.9).

Shulman'ın (1986), AEB'nin öğretmenin sahip olduğu önemli bir bilgi türü olduğunu ileri sürmesinden sonra araştırmacılar, AEB'nin içeriğinin nelerden oluştuğu ya da bileşenlerinin neler olabileceği üzerine çeşitli görüşler ileri sürmüşlerdir. Tamir (1988), AEB'yi *konu alanına özgü alan eğitimi bilgisi* şeklinde ifade etmiş ve bu bilgi türünün bileşenlerini *öğrencilerin anlamalarına ilişkin bilgi, öğretim programı bilgisi, öğretim stratejiler bilgisi* ve son olarak da *değerlendirme bilgisi* olarak belirlemiştir. AEB bileşenleri arasına *ölçme ve değerlendirmenin* ilk olarak bu sınıflandırmada dâhil edildiği görülmektedir. Grossman (1990), AEB'yi *öğretimin amaçları ile ilgili kavramlar, öğrencilerin anlamalarına ilişkin bilgi, öğretim programı bilgisi ve öğretimsel stratejiler bilgisi* olmak üzere dört bileşene ayırmıştır. Van Driel, Verloop ve de Vos (1998), AEB olarak adlandırılan bilgi türünün önemini vurgulamak için öğretmenlerin bilgisi ile ilgili iki anahtar bileşenin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir. Bunlar; öğretmenlerin *konuya özgü kavramlar ve belirli bir içeriğe ait öğrenme güçlükleri hakkındaki bilgisi* ile öğretmenlerin *gösterimler ve öğretim stratejileri hakkındaki bilgisidir*. AEB'nin beş bileşenden oluştuğunu ileri süren Magnusson, Krajcik ve Borko (1999), AEB'nin öncelikle *fen öğretimine yönelim bileşenini* içerdiğini ve bu bileşenin de *fen öğretim programı bilgisi, öğrencilerin feni anlamalarına ilişkin bilgi, öğretimsel stratejiler bilgisi* ve *fen ölçme bilgisi* tarafından şekillendirildiğini ifade etmişlerdir.

Park ve Oliver (2008) tarafından 2000'li yıllardan sonra AEB ile ilgili geliştirilen hegzagonal modelde öne çıkan iki önemli boyut *anlama* ve *yerine getirme* şeklindedir. Bu model *fen öğretimine yönelim*, *fen öğretim programı bilgisi*, *öğrencilerin feni anlamalarına ilişkin bilgi*, *fen öğretiminde öğretim stratejileri bilgisi*, *fen öğrenimini ölçme bilgisi* ile beraber önceki modellerden farklı olarak *öğretim yeterliliği* bileşeninden oluşmaktadır. Buraya kadar yer verilen modeller AEB konusunda öne çıkan modeller ya da sınıflandırmalar olup ilgili alan yazında farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen farklı modeller de yer almaktadır (Cochran, DeRuiter ve King, 1993; Cochran, King ve DeRuiter, 1991; Cochran, DeRuiter ve King, 1993; Fernandez-Balboa ve Stiehl, 1995; Hasweh, 2005, Marks, 1990). AEB'nin sınıflandırmaları ile ilgili çalışmalardan varılabilecek bir sonuç, AEB'nin birçok alt bileşenden oluşan oldukça kompleks bir bilgi türü olduğudur. Bu çalışma Magnusson ve arkadaşları (1999) tarafından geliştirilen ve Şekil 1'de yer alan modele göre tasarlanmıştır.

Bu modelde yer alan ilk bileşen *fen öğretimine yönelim* olup belirli bir sınıf düzeyinde fen öğretiminin amaç ve hedefleri ile ilgili bilgi ve inançları ifade etmektedir. Öğretmen için öğretim sürecini tasarlariken sahip olduğu yönelim bir yol haritası olarak görev yapar. İkinci bileşen *fen öğretim programı bilgisidir* ve iki alt boyutu bulunmaktadır. Bunlar *belirlenmiş hedef ve amaçlar bilgisi* ile belirli *öğretim programları ve materyal bilgisidir*. Öğretmenlerin öğretim programı kapsamında yer alan hedeflere ve amaçlara ilişkin bilgi düzeyi ile kendi uzmanlık alanı ile ilişkili program ve materyallere ilişkin bilgisini ifade etmektedir. Ayrıca öğretmenler hem öğretimini gerçekleştirdikleri sınıf düzeyine ait öğretim programını yatay ilişkiler kurarak aynı sınıf düzeyinde yer alan konular ile ilişkilendirmeli hem de dikey ilişkiler kurarak önceki ve sonraki yıllarda yer alan konular ile de ilişkilendirmelidirler (Grossman, 1990). Son olarak öğretmenlerin bu bileşen kapsamında disiplinler arası ilişkileri de kuracak yeterlilikte olması gerekmektedir.



**Şekil 1:** AEB'nin bileşenleri (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999, s.99)

Üçüncü bileşen öğrencilerin *fen bilimlerini anlamalarına ilişkin bilgi* bileşenidir. İki alt boyutu bulunmaktadır. Bunlar; öğrencilerin belirli bir konuyu öğrenmesi için gerekli ön koşul bilgilere ilişkin bilgisini ifade eden *öğrenme gereklilikleri* boyutu ve öğrencilerin zorlandığı fen kavramları veya konularına ilişkin bilgisini ifade eden *öğrenme güçlüğü* boyutudur. Dördüncü bileşen ise ilk olarak Tamir (1988) tarafından öne sürülen *feni ölçme bilgisi* olup iki alt boyuta sahiptir. İlk boyut, belirli bir konuda ölçülmesi önemli olan boyutlara ilişkin öğretmenin bilgisini ifade eden *fen öğrenme boyutlarının ölçülmesine ilişkin bilgi* boyutu ve ikincisi de belirli bir konuda öğrencilerin öğrenmesini ölçmek için kullanılması gereken tekniklere ilişkin bilgisini ifade eden *ölçme teknikleri bilgisidir*. Modelde yer alan son bileşen *öğretimsel stratejiler bilgisidir*. Alt boyutları *alana özgü öğretimsel stratejiler bilgisi* ile *konuya özgü öğretimsel stratejiler bilgisidir*. *Alana özgü öğretimsel stratejiler bilgisi*, *konuya özgü öğretimsel stratejiler bilgisinden* daha geniş ve kapsamlıdır. Örneğin *alana özgü öğretimsel stratejiler bilgisi* fen alanında kullanılan stratejiler bilgisini ifade ederken, *konuya özgü öğretimsel stratejiler bilgisi* fen alanında bir konunun öğretiminde kullanılan stratejiler bilgisini ifade etmektedir (Aydın, 2012).

Yurt içi ve yurt dışındaki ilgili alan yazında kimya dersi kapsamında öğretmenlerin AEB'lerinin incelendiği kimya konularına bakıldığında, bunların yanma (De Jong, 1997; De Jong, Ahtee, Goodwin, Hatzinika ve Koulaidis, 1999), kimyasal denge (Mavhunga ve Rollnick, 2013; Van Driel, Verloop ve de Vos, 1998), mikro ve makro boyut (Aydın, 2012; Van Driel, De Jong ve Verloop, 2002), elektrokimya (Aydeniz ve Kırbulut, 2014; Karakoç, 2003; Nakiboğlu, Karakoç ve De Jong, 2010) , tanecik modelleri (De Jong, Van Driel ve Verloop, 2005), asit ve bazlar (Drecshler ve Van Driel, 2008), tanecik teorisi (Boz ve Boz, 2008), maddenin hâlleri (Özden, 2008), elektrokimyasal hücre (Aydın ve Boz, 2013), redoks tepkimeleri (Hume ve Berry, 2013), reaksiyon hızı (Aydın vd., 2013), periyodik tablo (Boesforder ve Lorschach, 2014), atomun yapısı (Nilsson, 2014), maddenin tanecikli yapısı ve hâl değişimleri, kütle korunumu, kimyasal bağlar, mol, yanma reaksiyonları (Kind, 2014) ve gazlar (Adadan ve Öner, 2014) şeklinde olduğu görülür.

Bu çalışmaların büyük çoğunluğunda deneyimli öğretmenlerle çalışılmış olup AEB'nin farklı bileşenlerine odaklanılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmında öğretmen veya öğretmen adaylarının öğrencilerin kimya konularını anlamalarına yönelik AEB durumları, konuyu öğretmede öğrenci güçlüklerini dikkate alıp almadıkları veya konu öğretimi sırasında öğretmenlerin izlediği stratejilerin incelendiği görülmüştür. Karakoç (2003), dokuz kimya öğretmen adayının elektrokimya konusundaki AEB'lerini incelemiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarından sekizinci ve onuncu yarıyıl sonunda elektrokimya konusunda kendi seçecekleri bir konuya göre ders planı hazırlamaları istenmiştir. Bu çalışma kapsamında, öğretmen adaylarının AEB'nin birçok bileşenine yönelik gelişimleri, ders planları ve ikili görüşmelerle incelenmiştir. Yanlış kavramalarla ilgili olarak da öğretmen adaylarının öğrencilerin yanlış kavramalarını ortaya çıkarma konusunda neler yaptıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Drechsler ve Van Driel (2008), deneyimli dokuz kimya öğretmenin asitler-bazlar konusu kapsamında AEB'lerini incelemişlerdir. Gerçekleştirilen çalışmanın amacı, öğretmenlerin asitler-bazlar konusunda öğrenme güçlüklerine ilişkin bilgileri ile öğretimde kullandıkları stratejiler bilgisini ortaya çıkarmaktır. Aydın (2012) tarafından deneyimli iki kimya öğretmeni ile gerçekleştirilen çalışmada, öğretmenlerin elektrokimya ve radyoaktivite konusunda sahip oldukları AEB'lerinin konuya özgü bir doğasının olup olmadığı incelenmiştir. Çalışma sonucunda AEB'nin bir bileşeni olan öğrencilerin anlaması ile ilgili bilgiler, elektrokimya ve radyoaktivite konuları açısından kıyaslanarak ifade edilmiştir. Bektaş ve arkadaşları (2013) tarafından yürütülen çalışmada yedi öğretmen adayı ile maddenin tanecikli yapısı kapsamında bilimin doğasına ilişkin ölçme, öğretimsel strateji/yöntem ve öğrencilerin anlamaları ile ilgili AEB'leri irdelenmiştir. Woldeamanuel, Atagana ve Engida (2014), lisans birinci sınıfta öğrenim gören öğrenciler ve öğretim elemanları ile gerçekleştirdikleri çalışmada kimyayı zorlaştıran nedenler ve bu zorlukların aşılması için gerekli çözümlerin neler olduğunu araştırmışlardır. Bu çalışma ile ilişkili olarak öğrenciler ve öğretim elemanlarına var olan öğrenme güçlüklerinin nedenleri ve çözümleri için verdikleri cevaplarının karşılaştırması önem kazanmıştır. Bektaş (2015), otuz üç

fen ve teknoloji öğretmen adayı ile yürüttüğü çalışmada fizik (ışık ve ses), kimya (fiziksel ve kimyasal değişimler) ve biyoloji (üreme, büyüme ve evrim) kavramları konusunda öğretmen adaylarının AEB'lerini incelemiştir. Öğretmen adaylarının bu konularda var olan yanlış kavramalarının neler olduğu, yanlış kavramaların kaynakları ve sahip oldukları stratejiler bilgisi ile ilgili AEB'lerine odaklanmıştır.

Öğrencilerde kimya konularına yönelik çok sayıda yanlış kavrama olduğu belirlenmiştir. Bu yanlış kavramaların oluşmasının birçok nedeni olmakla birlikte, bunlardan bir tanesinin de öğretmenlerin kendilerinin olduğu belirtilmiştir (Nakiboğlu, 2003). Özellikle öğretmenlerin kimya konularındaki yanlış kavramaların farkında olmamaları veya giderilmesi yönünde herhangi bir girişimde bulunmamaları, öğrencilerde yanlış kavramaların oluşumunda veya var olanların devam etmesinde önemli derecede etkili olmaktadır. Bu nedenle kimya öğretiminin odaklandığı noktalardan birisi, sadece öğrencilerin yanlış kavramalarının belirlenmesi değil, aynı zamanda bu yanlış kavramaların giderilmesine yönelik öğretmenlerin neler yapılması gerektiğini bilmesidir. Bucat (2005), bu konu ile ilgili olarak şunu belirtmiştir:

Öğrencilerin yanlış kavramaları ile ilgili ansiklopedik koleksiyonlarımız mevcuttur ancak bunlar engelleyici ve iyileştirici eylemler hakkındaki genel, yavan açıklamalardan daha fazlası değildir. İşbirlikli öğrenme gibi revaçta olan bir dizi öğrenci merkezli öğretim stratejisine dayalı etkili öğrenme için gereken şartlar ile ilgili gelişmiş bir bilgi birikimimiz vardır ancak öğretmenlerin reaksiyon kinetiği ve stereokimya gibi belirli kimya konularının öğretiminde bunları nasıl uygulayabilecekleri konusundaki yönlendirme az miktardadır (s.1).

Yukarıdaki ifadeden de görüldüğü gibi yanlış kavramaların neler olduğunun belirlenmesi kadar, öğretmenler tarafından sınıf ortamında yanlış kavramanın oluşmasını engelleyecek uygulamaların gerçekleştirilmesi de önemlidir. De Jong ve arkadaşları (2005), belirli bir konuda öğrencilerin sorunlarını ve bu sorunların ortadan kaldırılması için daha fazla strateji bilen öğretmenlerin konuyu daha etkili öğretebileceklerini ifade etmişlerdir. Bu durumda öncelikle öğretmenlerin kimya konularına yönelik yanlış kavramaların neler olduğunu bilmelerinin ve nasıl giderileceği konusunda gerekli bilgiye sahip olmalarının oldukça önemli olduğu söylenebilir.

Yapılan alan yazın incelemesi sonucunda, deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramalar konusunda AEB'lerini inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu çalışma kapsamında, deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramanın ne olduğu, yanlış kavramaların ortaya çıkış nedenleri ve sınıf ortamında giderilmesi için neler yapılması gerektiği konusunda bilgi düzeylerinin incelenmesi ve böylece öğretmenlerin yanlış kavramalara yönelik AEB'lerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Araştırma Soruları

- 1) Deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramanın ne olduğuna ilişkin bilgi düzeyleri nelerdir ve bu bilgi düzeyine sahip olmalarına katkı sağlayan etmenler var mıdır?
- 2) Deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramaların nedenlerine ilişkin bilgi düzeyleri nelerdir ve bu bilgi düzeyine sahip olmalarına katkı sağlayan etmenler var mıdır?
- 3) Deneyimli kimya öğretmenleri öğrencilerin yanlış kavramalarını giderme konusunda neler yapıyor ve öğretmenlerin bu konuda yaptıklarına katkı sağlayan etmenler var mıdır?

### YÖNTEM

#### Çalışmanın Modeli

Çalışma, deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramalar ile ilgili AEB'lerinin belirlenmesi amacıyla "durum çalışması" desenine göre gerçekleştirilmiştir. Stake (1995) durum çalışmasını, " ... araştırmacının bir programı, olayı, aktiviteyi, işlem veya bir ya da daha çok kişiyi derinlemesine incelediği bir araştırma stratejisidir. Durumlar zaman ve aktivite ile sınırlandırılır, araştırmacılar bir süre boyunca çeşitli veri toplama işlemlerini kullanarak detaylı bilgi toplarlar." şeklinde tanımlamıştır (Aktaran Creswell, 2009 s.13).

Bu çalışmada her bir öğretmen bir durum olarak kabul edilmiştir. Çalışma on dört hafta boyunca devam etmiştir. Dokuzuncu sınıf düzeyinde kimya derslerinin haftada iki saat olması nedeniyle her öğretmen yirmi sekiz saat gözlenmiş ve aynı zamanda kamera ile ders kaydı yapılmıştır. Öğretmenlerden bir ders planı istenmiştir. Ayrıca ders gözlemlerinden önce ve sonra olmak üzere iki defa ikili görüşme yapılmıştır. Öğretmenlerin AEB düzeyleri Magnusson ve arkadaşları (1999) tarafından öne sürülen beş alt boyut (fen öğretimine yönelim, fen öğretim programı bilgisi, öğretimsel stratejiler bilgisi, feni ölçme bilgisi, öğrencilerin fen konularını anlamalarına ilişkin bilgi) açısından incelenmiştir. Bir proje kapsamında toplanan verilerden, bu çalışmada sadece deneyimli kimya öğretmenlerinin AEB'lerinin *öğrencilerin belirli fen konularına ilişkin anlamaları* ile ilgili boyutuna yönelik bulgulara yer verilmiştir.

#### Çalışma Grubu

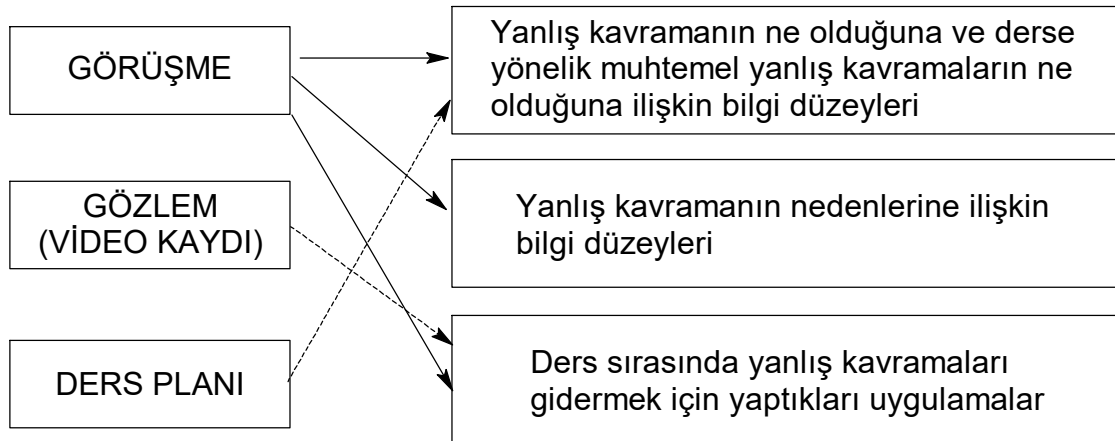
AEB'nin mesleki deneyim ve öğretmenin geçmişten getirdiği özellikler gibi birçok deneyime bağlı olması nedeniyle, öğretmen seçiminde amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Her bir deneyimin AEB'ye katkısı olabileceği gibi bu katkının yansımaları kişiden kişiye göre değişebilir. Bu nedenle AEB ile ilgili detaylı bilgi sahibi olunması amacıyla, mesleki deneyimin yirmi beş yılın üzerinde olması ölçüt olarak belirlenmiş ve öğretmenlerin bu yönde seçilmesine karar verilmiştir. Çalışmaya ikisi erkek biri kadın toplam üç öğretmen katılmış olup öğretmenlerin demografik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Öğretmenlerin Demografik Özellikleri

Öğretmenin Kodu	Ö1	Ö2	Ö3
<b>Cinsiyeti</b>	E	E	K
<b>Mesleki Deneyim</b>	36	26	31
<b>Görev Yaptığı Okul Türü</b>	Anadolu Lisesi	Anadolu Lisesi	Fen Lisesi
<b>Lisans Eğitimi</b>	Kimya Öğretmenliği + Kimya	Kimya Öğretmenliği	Kimya Öğretmenliği
<b>Lisansüstü Eğitim Yapma Durumu</b>	Hayır	Hayır	Evet

### Verilerin Toplanması

Çalışmada veriler, 2014-2015 bahar yarıyılında Balıkesir merkezde yer alan farklı okullarda görev yapan deneyimli üç kimya öğretmenin dokuzuncu sınıf düzeyinde yürüttüğü kimya dersleri kapsamında görüşme, gözlem ve ders planı yolu ile toplanmıştır. Böylece veri çeşitlenmesi gerçekleştirilmiştir. Veri çeşitlenmesi, araştırmacıyı aynı gerçeklik veya olguyu desteklemeyi amaçlayan birkaç kaynaktan veri toplamaya teşvik etmektedir (Yin, 2003). Verilerin toplanma süreci Şekil 2’de sunulmuştur.

**Şekil 2:** Veri Toplama Süreci.

\*Kesikli çizgi ile belirtilen aşamalarda veri çeşitlenmesi gerçekleştirilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Aşağıda veri toplama araçları kısaca açıklanmıştır.

**Gözlem Formu:** Gözlem formu yazarlar tarafından geliştirilmiştir. İlk olarak gözlem formunda, Magnusson ve arkadaşları (1999) tarafından belirlenen AEB bileşenlerinin her boyutu ile ilgili



açık uçlu sorular yazılmıştır. Açık uçlu sorular ile başlanmasındaki amaç, gerçek sınıf ortamında var olan durumun herhangi bir madde tarafından kısıtlanmadan olduğu gibi aktarılabilmesini sağlamaktır. Gözlemlerden sonra gözlem formu tekrar incelenip yeniden düzenlenmiştir. İki bölümden oluşan gözlem formunun ilk bölümünde öğretmene ve okula ait betimleyici bilgiler yer alırken, ikinci bölümde AEB'nin alt boyutlarına ait öğretmenin sınıf içinde yaptığı uygulamaları sorgulayan açık uçlu sorular yer almaktadır. Çalışmanın modeli kısmında da belirtildiği gibi burada sadece deneyimli kimya öğretmenlerinin öğrencilerin fen bilimlerini anlamalarına ilişkin bilgi boyutuna yönelik veriler sunulması nedeniyle, gözlem formunun sadece bu boyutunda yer alan sorular dikkate alınmıştır. Bu boyutla ilgili gözlem formunda yer alan üç soru aşağıda verilmiştir:

- Öğretmen yanlış kavramaların giderilmesi için ne yapıyor?
- Öğretmen yanlış kavramaların oluşmaması için ne yapıyor?
- Öğretmenin kendisi yanlış kavramaya neden oluyor mu?

Öğretmenlerin video ile kaydedilmiş 40 dakikalık ders anlatımları, dersin hemen sonrasında gözlem formunda yer alan sorulara cevap sağlayacak şekilde yazılı hale getirilmiştir.

**Görüşme Soruları:** Araştırmacılar tarafından öncelikle ilgili alan yazında yer alan çalışmalar incelenmiş ve AEB'nin tüm bileşenlerini inceleyen toplam on bir soru hazırlanmıştır. Gerekli düzeltmelerden sonra görüşme soruları son haline getirilmiştir. Öğretmenlerin yanlış kavramaya yönelik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla, *öğrencilerin belirli fen konularına ilişkin anlamaları ile ilgili bilgi (ön koşul bilgiler, yanlış kavramalar)* boyutuna yönelik aşağıda verilen üç soru yöneltilmiştir.

- Yanlış kavrama nedir?
- Yanlış kavramanın nedenleri nelerdir?
- Yanlış kavrama ile karşılaştığınızda giderilmesi için neler yapıyorsunuz?

Bu soruların yanı sıra öğretmenlerin yanlış kavramalara yönelik bilgilerinin kaynağının aldıkları lisans eğitimi ile ne derece ilişkili olduğunu ve yanlış kavramalara ait bilgiyi nereden edindiklerini belirlemeye yönelik aşağıda yer alan sorular yöneltilmiştir.

- Lisans eğitiminiz sırasında yanlış kavramalara yönelik bir ders aldınız mı?
- Yanlış kavramalardan nasıl haberdar oldunuz?

Görüşmeler için öğretmenlerin uygun oldukları zaman önceden belirlenerek görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Her biri kırk ile seksen dakika arasında süren görüşmeler kamera ve ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Ardından kayıtlar yazıya dönüştürülmüştür.

**Ders Planı:** Öğretmenler arasındaki birliği sağlamak amacıyla ders planı formatının kendilerine hazır olarak verilmesi düşüncesinden hareket edilerek ders planı formatı oluşturulmuştur. Ders planı formatı, ikinci yazarın farklı çalışmalarda kullanmış olduğu formattan yola çıkılarak ve yine ikinci yazarın öğretmenlik uygulaması dersleri kapsamında öğrenci görüşlerinin ve alan yazında var olan ders planlarının incelenmesi yoluyla hazırlanmıştır. Bu amaçla ilk olarak hazır ders planı formatı incelenerek AEB'nin tüm boyutlarını kapsayacak şekilde son haline getirilmiştir. Ders planında öğretmenlerden doldurmaları istenen şu kısımlar yer almaktadır: Dersin yürütüleceği sınıf düzeyi, okul türü, ünite ve konunun ismi, önkoşul bilgi ve beceriler, *bu dersle ilgili kavram yanılgıları*, kazanımlar, bilimsel süreç becerileri, materyaller, öğretim stratejisi, öğretim yöntem ve teknikleri, dersin işlenişi (giriş-gelişme-sonuç), ölçme ve değerlendirme. Ders planı, öğretmenlerden dönem ortasında "Fiziksel ve Kimyasal Değişimler" konusu için istenmiştir. Bu çalışma kapsamında yalnızca "bu dersle ilgili kavram yanılgıları" başlığı altında yer alan verilerin analizine yer verilmiştir.

### VERİLERİN ANALİZİ

Verilerin analizi sırasında içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizinde, hem daha önceden var olan kategoriler hem de sonradan ortaya çıkan kategorilerin kullanılmasıyla metinler analiz edilir, indirgenir ve sorgulanır (Cohen, 2007). Başka bir deyişle içerik analizi, nitel materyalin temel tutarlılıklarını ve anlamlarını belirlemeye yönelik nitel veriyi basitleştirme ve anlamlandırma çabasıdır (Patton, 2002). İçerik analizinde bir tümevarım yaklaşımı izlenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Patton (2002), tümevarımcı analizi verilerden örüntü, tema ve kodları ortaya çıkarma olarak tanımlamıştır. Bu analiz yaklaşımı betimsel analizin de dayandığı, verilerin daha önceden var olan bir çatıya dayandırılarak analiz edildiği tümdengelimci analiz ile birbirinin tersidir. Bazen araştırmacılar analize başlarken daha önceden başka bir araştırmacı tarafından öne sürülen bir teoriyi test etmek için tümdengelim veya yarı-tümden gelim yaklaşımını benimseyebilirler, ancak süreç içinde verilerden sil baştan keşfedilmemiş örüntüler ortaya çıkarmak için çabalarlar. Bu çalışmada başlangıçta Magnusson ve arkadaşları (1999) tarafından öne sürülen AEB modeli kullanılmıştır. Bu nedenle çalışmada analiz yolu başlangıç itibari ile betimsel analizi andırsa da zaman içinde verilerin analizi sonucunda, çalışma öncesinde ön görülmeyen temalar ile birlikte alan yazında var olan temalar ile uyumlu temaların da ortaya çıkması nedeniyle içerik analizi yapılmıştır.

Üç farklı veri toplama aracına göre toplanan verilerin analizi, her birinin özelliğine bağlı olarak önce yazılı hale getirilen verilerin analiz edilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

### **Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği**

Çalışmada elde edilen bulgular için geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen bulguların iç geçerliğini ifade eden inandırıcılığı sağlamak amacıyla araştırmacılar tarafından çalışmada yer alan öğretmenlerle uzun süreli etkileşimde bulunulmuş, derinlik odaklı veri toplanmış, birden fazla veri toplama aracı ile veri çeşitlemesi yapılmış ve alan eğitimi uzmanı olan yazar tarafından uzman incelemesi yapılmıştır. Dış geçerliği ifade eden aktarılabirliği sağlamak amacıyla ayrıntılı betimleme yapılmış ve katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. İç güvenirliği ifade eden tutarlılığı sağlamak amacıyla ise elde edilen bulguların kendi içinde tutarlılık incelemesi yapılmıştır. Son olarak dış güvenirliği ifade eden teyit edilebilirliği sağlamak amacıyla ulaşılan sonuçlar çalışma boyunca katılımcılar ile paylaşılmış ve gerekli görülen durumlarda sonuçlar detaylandırılarak teyit incelemesi yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

### **BULGULAR**

Çalışma sonunda elde edilen bulgular alt problemlerin sırasına uygun şekilde bu bölümde sunulmuştur. Alt problemlere ilişkin bulgulara geçmeden önce, öğretmenlerin yanlış kavramalara yönelik bilgilerinin kaynağının aldıkları lisans eğitimi ile ne derece ilişkili olduğunu ve yanlış kavramalara ait bilgiyi nereden edindiklerini belirlemek amacıyla yöneltilen sorulara ait bulguların analizine yer verilmiştir.

“Lisans eğitiminiz sırasında yanlış kavramalara yönelik bir ders aldınız mı?” şeklindeki soruya öğretmenlerin tamamı “Hayır” yanıtını verirken “Yanlış kavramalardan nasıl haberdar oldunuz?” sorusuna her öğretmen farklı bir yanıt vermiştir. Ö1 kodlu öğretmen yanlış kavramayı ilk olarak kendisine öğretmenlik uygulaması için gönderilen kimya aday öğretmenlerinden duyduğunu belirtirken, Ö2 kodlu öğretmen yanlış kavramayı ilk olarak öğretmenliğinin ilk yıllarında bir kaynakta gördüğünü ve daha sonra argümantasyona yönelik katıldığı bir işlik çalışmasında daha ayrıntılı olarak öğrendiğini belirtmiştir. Ö3 kodlu öğretmen ise yanlış kavramayı yüksek lisans eğitimi sırasında aldığı derste duyduğunu ifade etmiştir.

### **Deneyimli Kimya Öğretmenlerinin Yanlış Kavramanın Ne olduğuna İlişkin Bilgi Düzeyleri**

Deneyimli kimya öğretmenlerinin “Yanlış kavrama nedir?” sorusuna verdikleri cevaplar ve ders planlarına yazdıkları yanlış kavramalar üç tema altında toplanmıştır. Bu temalar ve örnekleri sırası ile aşağıda sunulmuştur. Bu alt problemle ilgili gözlem olmadığından gözlem formu analizine yönelik bir bulgu sunulmamıştır.

İlk tema “*net bir tanımlama yapılmaması*” ile ilgili olup bu temaya alınan Ö1 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Yani şimdi şöyle anlatmak isterim, yani şimdi yanlış kavramadan öte insan bazı şeyleri anlatırken yani gözünden kaçan taraflar olma durumları ile ilgili diyorum ben... Ben dedim ya böyle bir yanlış anlama işte kavram şeyi oluşursa..." (Ö1)*

Ö1 kodlu öğretmen, yanlış kavramanın ne olduğunu net olarak tanımlayamamasının yanında ders planında "konuya ilişkin yanlış kavrama örneği istenen" kısmı da boş bırakmıştır.

İkinci tema, "*doğru bildiğimiz yanlışlar*" ile ilgili olup bu temaya alınan Ö2 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Ben bunu şu şekilde düşünüyorum: Doğru bildiğimiz yanlışlar şeklinde düşünüyorum. ...Hatta kavram yanlışlarıyla ilgili zaman zaman konu bazında kimyasal denge konusunda veya çözünürlük dengesi konusunda asitler bazlar konusunda çalışmalar da yaptım. Onlarla ilgili o konu geldiğinde o üniteyi işlerken o kavram yanlışları üzerinde duruyorum. Bununla ilgili bir form veriyorum yani yaprak test gibi doldurma, boşluk doldurma şeklinde işte burada son kısmını cümleyi tamamlayın diyorum." (Ö2)*

Ö2 kodlu öğretmen, yanlış kavramayı "*doğru bildiğimiz yanlışlar*" şeklinde tanımlamış ve ders planında "konuya ilişkin yanlış kavrama örneği istenen" kısma şu örneği vermiştir:

*"Çözünme olayının sadece fiziksel olduğunun düşünülmesi, kimyasal da olabileceğinin düşünülmemesi".*

Üçüncü tema, "*yanlış etiketleme*" ile ilgili olup bu temaya alınan Ö3 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Yanlış kavramada bilimsel yanlış kavrama ile benim kafamdaki yanlış kavrama farklı. Ben... Nasıl diyeyim şimdi onu... Mesela erimeyle çözünme diyelim. Diyelim bu mantığı aynı ama olayı değişik şekilde telaffuz etme biçiminde kullanıyor yani o benim için bir yanlış kavrama ama bilgi eksiği yanlış kavrama değil bence. ... Ama bir şeyde yanlış bilgi eksiğinin olması yanlış bir bilgi olması ayrı bir şey diye düşünüyorum. ... Yanlış etiketleme yapıyor. Biz daha çok yanlış etiketleme yapıyoruz." (Ö3)*

Ö3 kodlu öğretmenin lisansüstü eğitiminde dersleri sırasında gördüğü yanlış kavramalara yönelik açıklamalar nedeniyle yanlış kavramanın olduğu bazı konuların "çözünme-erime" gibi farkında olduğu görülmektedir. Ayrıca bu öğretmenin ders planında ilgili kısma yanlış kavramaların söz konusu olduğu bazı kavramları da yazdığı belirlenmiştir. Bunlar;

"birim hücre, molekül, erime, çözünme, ısı, sıcaklık" şeklindedir.

### **Deneyimli Kimya Öğretmenlerinin Yanlış Kavramanın Nedenlerine İlişkin Bilgi Düzeyleri**

Bu alt problemle ilgili gözlem ve ders planında herhangi bir bölüm olmadığından sadece görüşmeden elde edilen verilerin analizine ait bulgular sunulmuştur. Deneyimli kimya öğretmenlerinin "Yanlış kavramanın nedenleri nelerdir?" sorusuna vermiş oldukları cevaplar altı tema altında toplanmıştır. Bu temalar ve örnekleri sırası ile aşağıda sunulmuştur.

İlk tema "yanlış kavramanın nedenlerini öğrencinin kişisel algısı ile ilişkilendirmesi" olup bu temaya alınan Ö1 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Bilmiyorum yani sebep olarak her öğrencinin algı şeyi farklı. Ben öğrencilere şunu da söylüyorum ben ne kadar konuyu mükemmel anlatırsam anlatayım önemli olan benim anlattığım değil sizin ne anladığınız diyorum benim ne söylediğim değil senin ne anladığıdır önce bunu bil yani herkes farklı anlıyor." (Ö1)*

İkinci tema "mezun olunan ilköğretim okulunun düzeylerinin farkı olması ile ilişkilendirmesi" olup bu temaya alınan Ö2 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Yani yanlış bilgi şundan kaynaklanıyor şimdi bazı şeyler okullarda seviye düşük oluyor yani seviye düşük olunca fazla ayrıntıya girmek istemiyor. Böyle bilin bu kadarlık bilin yeter bu size yeterli olur sınav hazırlama yöntemi olduğu için bu bilgi buraya da yansıyor." (Ö2)*

Üçüncü tema "günlük dil ile ilişkilendirmesi" olup bu temaya alınan Ö1 ve Ö3 kodlu öğretmenlere ait ifadeler şöyledir:

*"Halk arasında çoğu zaman biz de kimya öğretmeni olarak da kendimiz de kullanabiliyoruz. Şeker eridi diyoruz mesela bunu bilmediğimizden değil bizim şive söyleniş yani kavram içeriği olarak çok mesela bilimsel detaya girmeden bizim mesela çevremizde çok yaygın kullanılan bir sözcük hatalı bilerek hatalı kullanma olmaz belki de yani bilmiyorum da bizde böyle kullanılır mesela ." (Ö1)*

*"Günlük dilden kaynaklı. Şeker suda eridi diyor mesela aslında orada neyi kast ediyor şekerin suyun içerisine girmesini, çözünmeyi kast ediyor ama söylerken erime diye söylüyor." (Ö3)*

Dördüncü tema "ilköğretimdeki fen bilgisi öğretmenin bilgisi ile ilişkilendirmesi" olup bu temaya alınan Ö2 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*"Bence ortaokuldan gelme yani orada çok fazla detaylı görmelerinden nedeni şöyle kimya konusu fen bilgisi öğretmenin de fizik konusu biyoloji konusu herkes bu üç*

*konuya hakim olması bir fen bilgisi öğretmenin ama hakim olmuyor veyahut da şöyle oluyor. Yani sistem üniversitede fen bilgisi öğretmeni yetiştirirken bizim dönemimizde fen bilgisi öğretmeni yetişmiyordu. Biz fen bilgisi öğretmeni gibi yetiştik. Biz hepsini az çok biliyoruz. Fiziği biliyoruz yani kimyayı tam olarak hakimiyetimiz var ve her dönem biyoloji, fizik gördük detaylı olarak. Biz kimya artı fen bilgisi olarak yetiştik onlar sadece fen bilgisi olduğu için biraz daha yüzeysel görüyor. Yüzeysel görünce de olayları tam bilemiyor... Yeteri kadar hakim olmaması konuya bize yansımış oluyor.” (Ö2)*

Beşinci tema “medya ile ilişkilendirme” olup bu temaya alınan Ö3 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*“Televizyonların çok etkisi var. Isı sıcaklık mesela benim diyen kanalda bile spiker çıkıyor ısı 50°C diyor mesela. Bu hala daha bilimde ısı nedir sıcaklık nedir ayrımı yapmak çok zor... Bir kez yaşantısına böyle getiriyor. ” (Ö3).*

Altınca tema “disiplinler arası etkileşim ile ilişkilendirilmesi” olup bu temaya alınan Ö3 kodlu öğretmene ait ifade şöyledir:

*“... Özellikle fizikte fizikokimya konularındaki bu tür bizim ortak olan şeylerde fizikçilerin çok iyi ayrım yapması lazım. Ama benim diyen fizikçi bilmiyor bu ayrımı. Öyle olunca fizikçi böyle dedi diyor. Mesela aynı olayı fizikçi böyle anlattı diyor ya aynı olayı fizikçinin anlattığı ile benim anlattığım aynı olmalı. Ha ben yorumsal bölümünü anlatırım o formüsel bölümü anlatır ama aynı şeyi anlatıyor olmalıyız. Bakıyorsun ki öyle mantık farkları var ki arada çocuk haklı.” (Ö3)*

### **Deneyimli Kimya Öğretmenlerinin Öğrencilerin Yanlış Kavramalarını Giderme Konusunda Yaptıkları Uygulamalar**

Deneyimli kimya öğretmenlerinin görüşmeler sırasında “Yanlış kavramaları gidermek için ne tür uygulamalar yapıyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevaplar ve ders sırasında bu konuda yaptıkları uygulamalara ilişkin gözlem bulguları bu bölümde açıklanmıştır. Gözlem formunda yer alan sorulardan yalnızca “Yanlış kavramaların giderilmesi için ne yapıyor?” sorusu için gözlem bulgusu elde edilmesi nedeniyle diğer sorulara ait bulgular yer almamaktadır. Bu alt problem ile ilgili ders planında herhangi bir bölüm olmadığından sadece görüşme ve gözlem bulguları sunulmuştur. Elde edilen bulgular yedi tema altında toplanmıştır. Bu temalar ve örnekleri sırası ile aşağıda sunulmuştur.

İlk tema, yanlış kavramaları gidermek için “doğrusunu açıklama” ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö1 kodlu öğretmene ilişkin görüşme ve gözlem bulguları şu şekildedir:

*“Ben dedim ya böyle bir yanlış anlama işte kavram şeyi oluşursa mesela ders içinde açıklarım ama şimdi dersin ciddi şeyler varsa ben bunu da diyorum bazen*

*anlayamıyorum anlamakta zorluk çekiyorum şey yapıyorum falan derse onun ben ders dışında da oluyor buradayım okulda teneffüslerde anlayamadığın yerleri sorabilirsin şeklinde bir şey bırakıyorum... Fark edersen üzerinde duruyorum örnekle açıklıyorum diyorum ki işte demiri ısıttığımızda katı halden sıvı hale geçer ama suyun içinde şekeri attığımızda gözden kaybolur bu çözünmüştür yok olmamıştır moleküler olarak dağılmıştır gözle görülemeyecek homojen falan bu diğer kavramlar." (Ö1)*

Ö1 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği doğrusunu açıklama yolunu seçtiği ders gözlemi sırasında da belirlenmiştir. Konu ile ilgili gözlemden yapılan alıntı aşağıda verilmiştir.

*Ö1: "...Bakırcılar bakıra çekiçle vurduğunda niye dağılmıyor? Bir metal çekiçle dövüldüğü halde niye dağılmaz?..."*

*Sınıf: "...aralarındaki bağ kuvvetli olduğu için..."*

*Ö1: "...iyonik bir tuz kristaline vurduğun zaman çekiçle vurduğun zaman o dağılırken metale vurduğunda o dağılmıyor..."*

*Sınıf: "...metalik bağ daha kuvvetli olduğu için..."*

*Ö1: "Metalik bağın kuvvetinden öte metalik bağın özelliğinde yatıyor... İyonik bağda tuza çekiçle vurduğumda eksi eksiyi itiyor tuz buz olup dağılıyor ama metalde çekiçle vurduğumuzda yayılıyor, esniyor diyor. elektronlar da yayılıyor kanyonlar da birliği bozmuyorlar. Peki iyonik bileşiklere çekiçle vuruğumuzda niye tuz buz oluyor? Bağlar kopuyor."*

Diyalogdan da görüldüğü gibi öğrencilerin "Metalik bağ iyonik bağdan daha kuvvetlidir." şeklindeki yanlış kavramasını fark eden Ö1 kodlu öğretmen, öğrencilerin açıklamalarının yanlış olduğunu belirttikten sonra doğru bilgiyi kendilerine açıklıyor.

İkinci tema, yanlış kavramaları gidermek için "*diğer öğrencilere/sınıfa yönlendirme*" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö2 kodlu öğretmene ilişkin görüşme bulgusu aşağıda verilmiş olup gözlem bulgusu altıncı temada yapılan alıntıda sunulmuştur.

*"Yok şeye sınıfa yönlendiriyorum ki kendileri bulsun yani sonuçta biz orada orkestra şefi olarak... Doğrudan söylemiyorum..." (Ö2)*

Üçüncü tema yanlış kavramaları gidermek için "*değişik örneklerle karşılaştırmasını/çürütmesini sağlama*" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenlere ait görüşme bulgusu şu şekildedir:

*"...Yani işte onu değişik olaylarla karşılaştırmasını bak burada böyle işte ne gibi oksijenin suda çözünmesi fiziksel mi kimyasal mı bunu anlayabiliyor en azından bazıları şöyle düşünüyor: fiziksel kimyasal olabileceğini..." (Ö2)*

"...Çürütmeye çalışıyorum. Yani erime olayının şeyini anlatıyorum teorisini anlatıyorum ondan sonra bu dediğiniz hangisine uyar biçiminde veya işte öğrettikten sonra kendim yanlış kullanıyorum. Ben bir hata yaptım diyorum, onu bulmalarını istiyorum..." (Ö3)

Ö3 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği "değişik örneklerle karşılaştırma/çürütme" yolunu uygulama sırasında seçtiğine dair herhangi bir gözlem bulgusu yer almamaktadır (Ö2 kodlu öğretmen ile ilgili gözlem bulgusu beşinci temada yapılan alıntıda ifade edilmiştir.). Dördüncü tema yanlış kavramaları gidermek için "tartışarak düzeltme" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö2 kodlu öğretmene ait ifade aşağıda, gözlem bulgusu da altıncı temada yapılan alıntıda sunulmuştur.

"...Tartışarak yani burada böyle genel olarak çetelesini çıkartıp hangilerinde daha çok hata var özellikle zamanında dikkate alarak diyorum ki şu maddelere bakacağız. Hepsinin doğru cevabını veriyorum da şu madde üzerinde durmamızı istiyorum diyorum. Hani iki üç kişi bilmediği şeyleri çok fazla şişirmeye gerek görmüyorum ama genel olarak anlaşılmadıysa ters yanlış kavrama anlaşıldıysa onu sınıf içerisinde tartışarak düzeltiyorum, zaman ayırıyorum yani..." (Ö2)

Beşinci tema yanlış kavramaları gidermek için "çelişkiye düşürme" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö2 ve Ö3 kodlu öğretmenlere ait ifadeler şu şekildedir:

"...Oradan tecrübelerle dayanarak çelişkiye düşürecek örnekler vermeye çalışıyoruz. Zaten argümantasyonda temel nokta o ama oradaki bir şey kuramıyoruz..." (Ö2)

"Aksi örneklerle çelişki yapmaya çalıştım. Tabi mesela hemen her şey geri döner mi? Geri dönmeyen bir şey bulabilir misin dedim bizimkiler zeki olduğu için hemen fırladı çocuk salatalık turşusundan cacık yaptım geri dönmez dedi (farklı sınıfta yaşadığı bir olay) mesela yani bunu vasat bir okulda çok zor yakalarsınız bu örneği... Basit mantıkla geri dönecek mantığını yıktım diyebilirim. Ben de ona kendimi çektim. Çocuklarda bunu yıktım hatta hoşlarına gitti. Çocuk örnek verdi salatalık turşusunu mesela o hepsinin hoşuna gitti hepsi geri dönmüyormuş..." (Ö3)

Ö3 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği "çelişkiye düşürme" yolunu uygulama sırasında seçtiğine dair herhangi bir gözlem bulgusu yer almamaktadır. Ö2 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği "yanlış kavramaları tartışarak, çelişkiye düşürerek ve değişik örneklerle öğrencilerin karşılaştırmasını/çürütmesini isteme" yollarını seçtiği ders gözlemleri sırasında belirlenmiştir. Konu ile ilgili gözlemden yapılan alıntılar şu şekildedir:

Ö2: "...Yaprağın sararması fiziksel değişim mi yoksa kimyasal değişim mi?"

(Değişik örneklerle karşılaştırmasını/çürütmesini isteme)

Sınıf: "...Fiziksel... Kimyasal..."



Ö2: "...Yaprağın sararmasında bir tane renk değişiyor buna kimyasal değişim diyorsunuz oysa gökkuşağında yedi tane farklı renk ortaya çıkıyor. Buna neden fiziksel değişim diyorsunuz? (Çelişkiye düşürme)... Yaprağa yeşil rengini veren madde klorofildir. Yeşil rengin kaybolması klorofilin bozunmasını gösterir (Tartışarak Düzeltme)..." **(ders gözlemi)**

Diyalogdan da görüldüğü gibi öğrencilerin "Yaprağın sararması fiziksel değişimdir." şeklindeki yanlış kavramalarını fark eden Ö2 kodlu öğretmen, öncelikle öğrencilerin değişik örneklerle karşılaştırmalarını/çürütmelerini istemiş, ardından onları çelişkiye düşürmüş ve sonrasında da tartışarak yanlış kavramalarını düzeltmiştir.

Altıncı tema yanlış kavramaları gidermek için "oylama yapma" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö2 kodlu öğretmene ait ifadeler şöyledir:

"Bazen de mahsustan oylama yaptırma sonucu genelde böyle durumlarda oylama ne zaman sistem yanlış cevabın çok olduğunu beklediğim zamanlarda o zaman hadi bakalım oylama yapalım. Neden? Çünkü yanlışların sayısı çok olunca doğruymuş gibi algılanıyor. Çoğunluğu demek ki bu böyleyse vardır bir bildiği diye düşünüyor. Hâlbuki cevabı doğru olanların sayısı iki üç kişiyi geçmiyor bu durumlarda. O zaman bu defa bakıyorum şimdi acaba tepki gösterecek mi yani doğru iddia ettiğini gerçekten savunabilecek mi? Bunu görmeye çalışıyorum bazıları hakikaten savunuyor yani Hocam oylama mı olur diyenler olduğu gibi kimisi kabuğuna çekiliyor ..." (Ö2)

Ö2 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği "öğrencilere/sınıfa yönlendirme" ve "oylama" yollarını seçtiği ders gözlemi sırasında da belirlenmiştir. Konu ile ilgili gözlemden yapılan alıntı şu şekildedir:

Ö2: "Madem ki LPG kokusuz bir gazdır neden doğalgazı açınca koku gelir?"

Sınıf: Bir öğrenci "Çünkü gaz geliyor oradan." diye cevap veriyor.

Ö2: "Yoksa tüpün içinde duran şey dura dura bozunmuş mudur?" diyor.

Sınıf: "Gaz kaçacağını anlamak için." diyor. Öğretmen de sınıfa yöneltip

Ö2: "Böyle mi diyorsunuz?...Arkadaşınızın dediği gibi olabilir mi diyorum, ben de arkadaşlarınıza soruyorum..."(Öğrencilerin kendilerine yönlendirme)

(Sınıftan cevap yok)

Ö2: "...olabilir diyenleri bir göreyim, açıklamamı ona göre yapacağım... Bu düşünce doğru olabilir mi el kaldırın... Arkadaşınızın dediğini destekleyenler kimlerdi? (Oylama) ...Neden?... Normalde bu gaz renksiz kokusuz olduğu için kaçak olup olmadığını anlayamayız. Bunun için içine kokulu bir gaz olan metil merkaptan eklenir...." **(Ders gözlemi)**

Diyalogdan da görüldüğü gibi öğrencilerin yanlış kavramalarını fark eden Ö2 kodlu öğretmen, öğrencilerin verdiği cevapları kendilerine yönlendirdiği ardından oylama yaptığı belirlenmiştir. Yedinci tema yanlış kavramaları gidermek için "kanıtlarla ikna" ile ilgili olup bu yolu seçeceğini belirten Ö3 kodlu öğretmene ait görüşme ve gözlem bulguları şu şekildedir:

*"...Şimdi bu ders yaptıkları zaman ikna olmaları için onlara kanıt getirmeye çalışıyorum veya işte bir şey soruyorlar diye diyorlar onu araştırıp mesela, kovalent bağ yapar dediğim zaman o anda yanımda bir kaynak varsa hemen bilimsel bir kaynaktan bak buraya şu kaynağın şu sayfasında ya da internete girin şu şeyde siz benim söylediklerimin doğru olduğuna ulaşabilirsiniz. ... Tabi önce o anda size inanmıyorlar ama bilimsel bir kaynakla işte önlerine gittiğin zaman ha demek bu varmış... Tabi şu kaynaktan da ulaşabilirsiniz şuraya sorabilirsiniz buraya sorabilirsiniz gibi bazı şeylere müthiş tepki veriyorlar olmaz kesinlikle olmaz biçiminde. O şekilde bir süre sonra ateşleri düşüyor..." (Ö3)*

Ö3 kodlu öğretmenin görüşmelerde ifade ettiği "kanıtlarla ikna" etme yolunu seçtiği ders gözlemi sırasında da belirlenmiştir. Konu ile ilgili gözlemden yapılan alıntı şu şekildedir:

*"...öncelikle şekerin suda çözünmesini tanecik boyutunda incelediğimizde hidrojen bağı yaptığını gördük. Hidrojen bağı etkileşimi yaptığı için bu bir fiziksel değişimdir (Ardından tuzun suda çözünmesini tanecik boyutunda açıklıyor). Fakat bu çözünme için kesin olarak fiziksel ya da kimyasaldır demek doğru değildir. Eğer iyon-dipol değişimini kriter alırsak olay bir fiziksel değişimdir ama kristalin bozunmasını kriter alırsak olay bir kimyasal değişimdir..." (Ders gözlemi)*

(Daha sonra öğrencileri bu konuda ikna etmek için son yirmi yılda çıkmış ÖSS sorularını incelediğini, hiçbir yılda tuzun suda çözünmesinin sorulmadığını belirtiyor. Bazı kaynaklarda sorulduğunu ve cevap olarak da kimyasal olarak kabul edildiğini söylüyor.)

*"Bu nedenle lise seviyesinde kristal yapılu maddelerin suda çözünmesini örnek vermem lazım. Bana göre kimyasal daha baskın ama test kitapları sadece fiziksel deyip geçiyor. İyonik kristallerin çözünmesinin fiziksel mi kimyasal mı diye ayrımını yapmaktan uzak duracağım."*

*"O zaman seçeceğim örnekleri akıllı seçeceğim. Bilimde tezat olan şeylere dokunmamaya çalışacağım. Eğer fenden haberim varsa bu tür şeylerden uzak durmaya çalışacağım." (Ders gözlemi)*

Diyalogdan da görüldüğü gibi öğrencilerin "Tuzun suda çözünmesi fizikseldir." şeklindeki yanlış kavramalarını fark eden Ö3 kodlu öğretmen, öğrencilere sınavlarda çıkmış sorularda bu konunun yer almadığını, bu nedenle tartışmaktan uzak duracağını ifade ediyor.

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmadan elde edilen bulgulardan hareketle en genel anlamda, deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavrama konusunda sahip oldukları AEB'nin farklılaştığı ancak ilgili alanyazında yer aldığı şekliyle profesyonel bir alt yapının olmadığı söylenebilir.

Öncelikle deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramanın ne olduğuna ilişkin AEB'leri incelendiğinde, öğretmenler arasında bu konuda bir birlik olmadığı ve yanlış kavramanın "*Bilimsel olarak doğru olmayan ama öğrencilerin kendilerine has biçimde anlamlılaştırdıkları kavramlar.*" (Nakiboğlu, 2006, s.193 ) şeklinde tam doğru bir tanımlama yapan öğretmen bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Örneğin Ö1 kodlu öğretmen yanlış kavramayı gözden kaçan yerler olarak ifade etmiş, devamında da ders planında bir yanlış kavrama örneği yazmamıştır. Ö2 kodlu öğretmen ise en yakın tanımlamayı yapmış ve görüşmelerde yanlış kavramanın nasıl teşhis edildiğine dair belirli bir bilgiye sahip olduğu görülmüştür. Ö2 kodlu öğretmenin, AEB'nin gelişmişliğinin bir göstergesi olarak ders planında nispeten daha anlaşılır ve doğru olan yanlış kavrama örneğini yazdığı belirlenmiştir. Bu öğretmenin argümantasyon temalı bir işlik çalışmasında yanlış kavramalar konusunda eğitim almasının bu konudaki AEB'nin düzeyi ile ilişkili olduğu söylenebilir. Ö3 kodlu öğretmenin cevapları incelendiğinde, yanlış kavrama konusunda bir aşinalığı olduğu ancak yanlış kavramanın ne olduğu konusunda tam doğru bir açıklama yapamadığı belirlenmiştir. Ö3 kodlu öğretmenin yüksek lisans eğitimi süresince ders aşamasında yanlış kavramalar ve kavramsal değişim odaklı bir ders almasına rağmen yaptığı tanımlamanın ve ders planına yazmış olduğu yanlış kavrama ifadesinin yeterince akademik olmadığı görülmüştür.

Deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavramaların nedenlerine ilişkin verdikleri yanıtların öğrencinin kişisel algısı, mezun olunan ilköğretim okulunun başarı düzeyi, günlük dil, fen bilgisi öğretmenin bilgi düzeyi, medya ve disiplinler arası etkileşimler şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler tarafından öne sürülen bu kaynakların birçoğu araştırmacılar tarafından ileri sürülen yanlış kavrama kaynakları arasında yer almaktadır (Nakiboğlu, 2003). Skelly (1993), yanlış kavramaları *deneyimsel* ve *öğretimsel* olmak üzere iki başlıkta incelemiştir. Deneyimsel yanlış kavramalar daha çok kişinin günlük deneyimleri sonucunda oluşurken, öğretimsel yanlış kavramalar ise sınıf içi veya sınıf dışı öğretimsel etkinlikler sonucunda oluşur. Skelly (1993) tarafından yapılan bu sınıflama ile öğretmenlerin cevapları ilişkilendirilecek olursa, öğretmenlerin yanlış kavrama için hem deneyimsel hem de öğretimsel sınıflamaya göre oluşum nedeni belirttikleri sonucuna ulaşılabılır. Öğretmenler tarafından öne sürülen yanlış kavrama nedenleri alan yazında yer alan bazı çalışma sonuçları ile de uyumludur. Drechsler ve Van Driel'in (2008) de ulaştığı sonuçlar arasında öğretmenlerin, öğrencilerin ön kavramaları nedeniyle sorun yaşadıklarını düşünmeleri hatta öğrencilerin lise düzeyinde oldukları halde sanki sadece daha önceki yıllarda öğrendikleri şeyleri hatırlıyor gibi

görünmeleri yer almaktadır. Bektaş (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da öğretmen adayları tarafından belirtilen yanlış kavrama oluşum nedenleri bu çalışmada belirtilen nedenlerle benzerlik göstermektedir. Öğretmen adayları yanlış kavramaların nedenleri için özellikle -kimya kavramları konusunda- sırasıyla öğretmen, öğrencinin ön kavramaları, çevre (günlük hayat), aile, gazete-Tv-dergi-internet, ders kitapları ve materyalleri göstermişlerdir.

Burada dikkati çeken noktalardan birisi, deneyimli kimya öğretmenlerinin yanlış kavrama nedeni olarak öğretmenleri göstermemiş olmalarıdır. Çalışmada yer alan öğretmenler dokuzuncu sınıf düzeyinde görev yaptıkları için yalnızca kendilerinden önce ders veren fen bilgisi öğretmenin AEB'sinin yetersiz olmasını dikkate almışlar ve yanlış kavramaların hep kendilerinden önceki derslerde oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu durum Woldemaue ve arkadaşları (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen sonuç ile örtüşmektedir. Çalışmada, öğretim elemanlarının öğrencilerin yaşadıkları güçlükler üzerinde kendilerinin herhangi bir etkisi olabileceğine dair bir açıklama yapmadıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu öğretim elemanlarının AEB'den yoksun olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Buna karşılık Bektaş (2015) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada öğretmen adayları, yanlış kavrama nedeni olarak öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında kendilerine danışmanlık yapan okullardaki deneyimli öğretmenleri göstermişlerdir. Bu durumda öğretmen adayları profesyonel bir eğitim kapsamında dışarıdan bir göz olarak durumu değerlendirdiklerinde, öğretmenin de etkisinin olabileceğini kolayca fark ederken herhangi bir eğitime dâhil olmayan öğretmenlerin ise aynı farkındalığa sahip olmadıkları söylenebilir.

Deneyimli kimya öğretmenlerinin bir yanlış kavrama ile karşılaştıklarında yanlış kavramayı gidermek için yapılması gereken uygulamalar konusundaki AEB'leri incelendiğinde, birbirinden farklı yollar ifade ettikleri ve bu yolları da dersler sırasında kimi zaman uyguladıkları kimi zaman ise uygulamadıkları gözlenmiştir. Öğretmenlerin yanlış kavramaların giderilmesi konusunda; doğrusunu açıklayarak, öğrenciyi yönlendirerek, değişik örneklerle kıyaslama/çürütme yaparak, tartışarak ve kanıtlarla ikna ederek düzeltebileceklerini ileri sürdükleri sonucuna ulaşılmıştır. Önerilen çözüm yollarının bazı öğretmenler tarafından uygulandığı ve bazıları tarafından kısmen uygulandığı belirlenmiştir.

Burada dikkati çeken iki önemli nokta bulunmaktadır. İlki öğretmenlerin önerdikleri çözüm yollarının kendilerinin yanlış kavramayı nasıl algıladıklarının bir göstergesi olduğu yönündedir. Örneğin Ö1 kodlu öğretmen yanlış kavramayı gözden kaçan yerler olarak tanımlamış ve bu noktaları tekrar açıklayarak düzeltebileceğini düşündüğünü ifade etmiştir. İkinci nokta ise öğretmenlerin yanlış kavramanın düzeltilmesi için önerdikleri yolların kavramsal değişim gibi doğrudan bu konuya yönelik herhangi bir strateji, yöntem veya tekniklerden birisi olmamasıdır. Ancak Ö2 kodlu öğretmenin daha önce katılmış olduğu argümantasyon temalı işlik çalışmasının etkisiyle diğer iki öğretmene kıyasla birkaç adım önde olduğu söylenebilir. Chick, Pham ve

Baker (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın bir diğer sonucu olan öğretmenlerin öğrencilerin sorun yaşadıkları noktalarda öğrencilere yardımcı olmak için farklı stratejiler kullanmak yerine konuyu tekrar açıklamayı tercih etmeleri Ö1 kodlu öğretmenin açıklamaları ile benzerlik taşımaktadır. Bektaş (2015) ise çalışması sonucunda öğretmen adaylarının yanlış kavramaların giderilmesinde 5E modeli gibi farklı örnekler vermiş olsalar da dersi planlarken doğru/yanlış testi gibi geleneksel yolları tercih ettikleri sonucuna ulaşmıştır.

Her ne kadar çalışmada yer alan öğretmenlerin öğretim deneyimleri yirmi beş yılın üzerinde olsa da yalnızca yanlış kavramaların oluşum nedenleri konusunda bilimsel düşüncelerle kısmen uyumlu olan yaklaşımlarda bulunabilmişlerdir. Öğretmenlerin lisans eğitimleri sırasında yanlış kavramalara yönelik herhangi bir eğitim almamaları, bu konudaki AEB'lerinin tam gelişmemiş olması ile ilişkilendirilebilir. Ancak elde edilen bulgular öğretmenlerin kısmen de olsa AEB'lerinin geliştiğini göstermiştir. Bu sonuç öğretmenlerin katıldığı işlik çalışmasının ve lisansüstü eğitimin AEB gelişimine katkı sağladığını göstermektedir. Özellikle argümantasyon ile ilgili bir işlik çalışmasına katılmış Ö2 kodlu öğretmenin, öğrencilerin ileri sunduğu yanlış fikirleri tartışmaya açarak çürütmeye çalışması ve bu şekilde öğrencilerin yanlış kavrama içeren bilgilerinin işe yaramadığının farkına varmalarını sağlaması işlik çalışması sırasında öğrendiklerinin bir yansıması olduğu söylenebilir.

Drechsler ve Van Driel (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, öğretmenlerin öğretim stratejilerini değiştirmelerinde kimya eğitimi konusunda bir araştırmada yer almalarının, bu sayede öğrencilerin sorunlarına daha detaylı bakabildiklerini ve bilim tarihi ile bilim felsefesi konusundaki bilgilerini geliştirmelerinde etkili olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bazı öğretmenlerin de üniversitedeki öğretim elemanları ile iletişim halinde olmalarının ve akademik dergilerdeki makaleleri okumalarının kendilerine katkı sağladığını ifade ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmalarda alınan eğitimin amacına hizmet etmesi oldukça önemlidir. Smith (1989), içerikten bağımsız olarak yalnızca beceri ve stratejilere odaklı belirli bir personel yönetiminde yürütülen çalışmalardan ziyade öğretmenler için belirli bir içeriğe ve bu içeriğin uygulamaya taşındığı öğretim yollarına odaklanmanın özellikle daha faydalı olacağını ifade etmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkarak öneriler iki kısımda toplanabilir. Bunlardan ilki öğretmen adaylarının eğitimleri, diğeri ise meslekteki öğretmenlerin eğitimine yöneliktir.

Çalışma sonucunda da görüldüğü gibi mesleki deneyimleri oldukça fazla olmasına rağmen öğretmenler, lisans eğitimlerindeki eksiklikler nedeniyle yanlış kavramalar konusuna tam hâkim olamamaktadırlar. Bu nedenle bu konudaki en önemli öneri, öğretmen adayları için lisans programlarında yanlış kavramalara yönelik bir derse yer verilmesi şeklindedir. Bu ders kapsamında öğretmen adaylarına yanlış kavramaların ne olduğu ve kaynakları çok iyi

açıldıktan sonra, kimyada karşılaşılan yanlış kavramaların yer aldığı konular ve yanlış kavramalar ayrıntılı olarak örneklendirilmelidir. Öğretmen adaylarına, öğrencilerin herhangi bir konuda yanlış kavramaya sahip olabilecekleri ve bu nedenle dersleri sırasında yanlış kavramaları mutlaka dikkate almaları gerektiğinin vurgulanması da oldukça önemlidir. Yine bu ders kapsamında yanlış kavramaların kaynakları tartışılmalı ve derslerde yanlış kavramaların gidirilmesi kadar oluşmasına engel olmak için yapılması gerekenler de öğretilmelidir.

Çalışmanın sonuçlarından çıkan ikinci öneri, deneyimli öğretmenlerin lisans eğitimlerinde yanlış kavramalara yönelik eksikliklerin giderilmesine yönelik yapılması gerekenlerle ilgilidir. Öğretmenler için yanlış kavramalara yönelik hizmet içi eğitimler ve çalıştaylar düzenlenerek öğretmenlerin bunlara katılmalarının sağlanması ve lisansüstü eğitimlerine devam etmeleri konusunda teşvik edilmeleri önerilebilir. Ayrıca bu çalışmada üç tane öğretmenle çalışılmış olması nedeniyle öğretmenlerin AEB gelişimine katkı sağlayan tüm fakörlere ulaşılmamış olabilir. Bu nedenle bundan sonra yapılacak çalışmalarda daha fazla sayıda öğretmenle çalışılarak öğretmenlerin AEB seviyeleri ve AEB'lerine katkı sağlayan daha fazla faktör belirlenebilir. Böylece bu tür çalışmalar öğretmenlere yönelik planlanan hizmet içi eğitim çalışmaları için de yol gösterici olabilir.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma 2015/133 proje numarası ile Balıkesir Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

## **KAYNAKÇA**

- Adadan, E., & Öner, D. (2014). Exploring the progression in preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge representations: The case of "behavior of gases". *Research in Science Education, 44*(6), 829-858.
- Aydeniz, M., & Kirbulut, Z. D. (2014). Exploring challenges of assessing pre-service science teachers' pedagogical content knowledge (PCK). *Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 42*(2), 147-166.
- Aydın, S. (2012). *Examination of chemistry teachers' topic-specific nature of pedagogical content knowledge in electrochemistry and radioactivity*. Unpublished doctoral dissertation, Middle East Technical University, Ankara, TURKEY.
- Aydın, S., Demirdogen, B., Tarkin, A., Kutucu, S., Ekiz, B., Akın, F. N., Tüysüz, M., & Uzuntiryaki, E. (2013). Providing a set of research-based practices to support preservice teachers' long-term professional development as learners of science teaching. *Science Education, 97*, 903-935.
- Aydın, S., & Boz, Y. (2013). The nature of integration among PCK components: A case study of two experienced chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice, 14*(4), 615-624.
- Bektas, O., Ekiz, B., Tuysuz, M., Kutucu, E.S., Tarkin, A., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2013). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge of the nature of science in the particle nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice, 14*, 201-213.
- Bektaş, O. (2015). Pre-service science teachers' pedagogical content knowledge in the physics, chemistry, and biology topics. *European Journal of Physics Education, 6*(2), 41-53.

- Boesdorfer, S., & Lorsbach, A. (2014). PCK in action: examining one chemistry teacher's practice through the lens of her orientation toward science teaching. *International Journal Of Science Education*, 36(13), 2111-2132.
- Boz, N., & Boz, Y. (2008). A qualitative case study of prospective chemistry teachers' knowledge about instructional strategies: Introducing particulate theory. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 135-156.
- Bucat, R. (2005). Implications of chemistry education research for teaching practice: pedagogical content knowledge as a way forward. *Chemical Education International*, 6(1), 1-2.
- Chick, H. L., Pham, T., & Baker, M. (2006). Probing teachers' pedagogical content knowledge: Lessons from the case of the subtraction algorithm. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen, & M. Chinnappan (eds.), *Identities, cultures and learning spaces*. Proceedings of the 29th annual conference of Mathematics Education Research Group of Australia, 139-146, Adelaide, SA: Merga.
- Clermont, C. P., Borko, H., & Krajcik, J. S. (1994). Comparative study of the pedagogical content knowledge of experienced and novice chemical demonstrators. *Journal Of Research In Science Teaching*, 31(4), 419-441.
- Cochran, K. F., King, R. A., & DeRuiter, J. A. (1991). *Pedagogical content knowledge: A tentative model for teacher preparation*. East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED340683).
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge
- Creswell, J. W. (2009). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. USA: Sage Publications.
- De Jong, O. (1997). The pedagogical content knowledge of prospective and experienced chemistry teachers: A comparative study. Paper presented at *NARST Annual Meeting*, Chicago.
- De Jong, O., Ahtee, M., Goodwin, A., Hatzinikita, V., & Koulaidis, V. (1999). An international study of prospective teachers' initial teaching conceptions and concerns: the case of teaching 'combustion'. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 45-59.
- De Jong, O., Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 947-964.
- Drechsler, M., & Van Driel, J. (2008). Experienced teachers' pedagogical content knowledge of teaching acid-base chemistry. *Research in Science Education*, 38(5), 611-635.
- Fernandez-Balboa, J., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 293-306.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Hashweh, M. Z. (2005) Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11(3), 273-292.
- Hume, A., & Berry, A. (2013). Enhancing the practicum experience for pre-service chemistry teachers through collaborative core design with mentor teachers. *Research in Science Education*, 43(5), 2107-2136.
- Karakoç, Ö. (2003). *Kimya öğretmen adaylarının elektrokimya konularındaki alan eğitimi bilgilerinin gelişimi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.
- Chick, H., Pham, T. & Baker, M. (2006). Probing teachers' pedagogical content knowledge: Lessons from the case of the subtraction algorithm. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen, & M. Chinnappan (Eds.), *Identities, cultures and learning spaces*. Proceedings of the 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australia (pp. 139-146). Adelaide, SA: MERGA

- Kind, V. (2014). A degree is not enough: a quantitative study of aspects of pre-service science teachers' chemistry content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1313-1345.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman, (Eds.). *PCK and Science Education* (pp. 95-132). Netherlands: Kluwer.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- Mavhunga, E., & Rollnick, M. (2013). Improving PCK of chemical equilibrium in pre-service teachers. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1-2), 113-125.
- Nakiboğlu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2) 171-188.
- Nakiboğlu, C. (2006). Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramalar. M. Bahar (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde* (s. 190-217). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö., & De Jong, O. (2010). Examining pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge and influences of Teacher course and practice school. *Journal of Science Education*, 11(2), 76-79.
- Nilsson, P. (2014) When teaching makes a difference: developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1794-1814.
- Özden, M. (2008). Konu alan bilgisinin pedagojik alan bilgisi üzerine etkisi: Maddenin fiziksel hâllerinin öğretilmesi durumu. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 8, 611-645.
- Park, S., & 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, 261-284.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Skelly, K. M. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. *Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca: Cornell University.
- Smith, Deborah C. & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5(1), 1-20.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4(2), 99-110.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical contentknowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.
- Van Driel, J. H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86, 572-590.
- Woldeamanuel, M. M., Atagana, H., & Engida, T. (2014). What makes chemistry difficult? *African Journal of Chemical Education (AJCE)*, 4(2), Special Issue (Part I), 31-43.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yıldırım, A. ve Şimşek H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin.

## **EXTENDED ABSTRACT**

### **Purpose**



This study investigated the experienced chemistry teachers' (ECTs) pedagogical content knowledge (PCK) in terms of what the misconception is, sources of it and how it could be overcome.

The main research question is:

How was the ECTs' PCK in terms of what a misconception is, sources of misconceptions and ways of overcoming misconceptions? And were there any other factors contributing to their PCK about what a misconception is, sources of misconceptions and ways of overcoming misconceptions?

### Method

The research was designed according to case study model defined by Stake as:

**Case studies** are a strategy of inquiry in which the researcher explores in depth a program, event, activity, process or one or more individuals. Cases are bounded by time and activity and researchers collect detailed information using a variety of data collection procedures over a sustained period of time (cited in Creswell, 2009, p.13).

The research was performed with three ECTs during the spring semester of 2014-2015 academic year. The participants were three ECTs, were selected by purposive sampling. The participants' demographic information is presented in Table 1.

**Table 1:** *ECTs' Demographic Information.*

Code of ECTs	ECT1	ECT 2	ECT 3
<b>Gender</b>	M	M	F
<b>Teaching</b>	36	26	31
<b>Experience (year)</b>			
<b>Type of Scholl</b>	Anatolian High School	Anatolian High School	Science High School
<b>Undergraduate Degree</b>	Chemistry Education, Chemistry	Chemistry Education	Chemistry Education
<b>Postgraduate Degree</b>	-	-	Chemistry Education (Master Degree)

Data were collected through observation, interview and lesson plan. By using these different techniques data were triangulated at the same time. "Data triangulation, encouraging you to collect information from multiple sources but aimed at corroborating the same fact or phenomenon" (Yin, 2003, p. 99)

During the data collection process, the ECTs' lessons were observed and recorded with a camera, in the middle of the semester interviews were performed and at the end a lesson plan format was given them to make them get prepared about *Physical and Chemical Changes* (PCC) by the first researcher. Then the first researcher analyzed the data according to content analysis, at the end two researchers discussed and revised the results.

## **RESULTS**

### **The ECTs' PCK about what a misconception is**

When the ECTs' were asked to define what a misconception is, it was determined that they are able to define the misconception partially. The most academic definition was made by ECT2 as "they are the mistakes which we know true". ECT3 defined the misconception as "wrong labelling" and ECT1 could not have defined it. Thus when the ECTs' lesson plans were analyzed it was seen that ECT2 could write the most correct misconception about PCC. It was like:

*"Confusing physical and chemical changes to each other. For example thinking dissolution is only a kind of physical change, can not think it can be a kind of chemical change."*

ECT1 could not have written any misconception and ECT3 could have written only the name of the topics which students have problems more than the others.

### **The ECTs' PCK about sources of misconceptions**

When the ECTs were asked about the sources of misconceptions, it was found that the ECTs have been thinking that personal perception (ECT1), level of primary school (ECT2), daily language (ECT1 and ECT3), science teachers' PCK (ECT2), media (ECT3), interdisciplinary attraction (ECT3) could cause misconceptions. When the ECTs' expressions were analyzed it was seen that ECT2 made the most detailed explanation than the other ECTs.

### **The ECTs' PCK about the ways of overcoming misconceptions**

When the ECTs were asked about how they overcome misconceptions they expressed different ways. According to interviews it was determined that they preferred the ways like explaining the misunderstood parts until the students understand correctly (ECT1), directing the misconceptions back to the class (ECT2), helping the class to produce refutations with different examples (ECT2, ECT3), discussing (ECT2), putting into contradiction (ECT2, ECT3), providing them to discuss after voting (ECT2), persuading them with proofs (ECT3).

Then the observation data were analyzed to determine if they perform these techniques in practice when they come across with a misconception during the lessons or not. It was seen that most of the participants perform their preferences.

## **Discussion**

In the most general sense, it could be said that the ECTs' PCK were partly developed in terms of misconceptions. They could not have defined what it is, the sources of it and ways of overcoming it exactly except ECT2. They know where students have problems or how they can learn easier for sure due to their experiences but their awareness was not sufficient for theoretical base of misconception. This result was congruent with Chick, Pham and Baker's (2006) study.

According to the ECTs, misconceptions could have different sources. Those sources were supported with different studies in the literature. Dreschler and Van Driel (2008) also indicated in their study teachers thought that students had problems because of their pre-knowledge. Another important point of this study is that none of the ECTs expressed that they could be one of the sources of misconception. They did not think that they could have caused it as well. Woldemaue, Atagana ve Engida (2014) also stated the same conclusion in their study and interpreted it as teachers' lack of PCK.

At last, the ECTs expressed different ways to overcome misconceptions. When their lessons were observed, it was seen that they performed them. However, the ways they expressed were more traditional like the other studies in the literature (Bektaş, 2015; Chick et al., 2006). For example none of them mentioned conceptual change approach.

During the interviews, ECT2 emphasized his participation to a workshop which was focused on argumentation. That workshop was managed by an another researcher in the context of the researcher's PhD. He said that the activities contributed him. For example, he said that he learnt how to diagnose a misconception then how to overcome it by that workshop. So it is important for teachers to participate these kinds of activities. It also appears to us that, rather than staff development programs that focus on content-free skills and strategies, or even on particular curriculum packages, it is especially beneficial for teachers to focus on a particular content and the ways in which that content is translated in teaching (Smith, 1989).

## **Conclusion**

Although all of them have had teaching experience more than 25 years, they did not have comprehensive knowledge of misconception. The reason behind this result could be the

experienced chemistry teachers' not being educated about misconception during their undergraduate education. So, the differences among their PCK can be related to the postgraduate education and participation to different in-service training activities. In the light of results, the later studies should be widened by working with more experienced chemistry teachers and by examining the factors contributing to experienced chemistry teachers' PCK about misconception.