

Pabuçcu, Aybüke. (2016). Öğretmen Adaylarının Asit Yağmurlarıyla İlgili Bilgilerinin Kimya Okur-Yazarlığı Açısından İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (3), 961-976.

Geliş Tarihi: 28/04/2016

Kabul Tarihi: 12/10/2016

DOI:

## ÖĞRETMEN ADAYLARININ ASİT YAĞMURLARIYLA İLGİLİ BİLGİLERİNİN KİMYA OKUR-YAZARLIĞI AÇISINDAN İNCELENMESİ\*

Aybüke PABUÇCU\*\*

### ÖZ

Ülkemiz kimya öğretim programında, öğrencilerin bilimsel okur-yazar ve kimya okur-yazarı olarak yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2013). Kimya okur-yazarlığı; kimya bilgilerinin, gündelik hayat, insan sağlığı, sanayi ve çevre sorunlarıyla ilgili olayları açıklamada kullanılabilmesi olarak tanımlanabilir (MEB, 2013). Bu çalışmada öğretmen adaylarının, asit yağmurları hakkındaki görüşleri ve kimya bilgilerini bu görüşlerini açıklarken nasıl kullandıkları incelenmektedir. Çalışmaya, fen bilgisi öğretmenliği programı birinci sınıfında okuyan 32 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma için, dört tane açık uçlu soru hazırlanmış ve öğretmen adaylarının sorulara verdikleri yazılı cevaplar, bu çalışmanın veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının asit yağmurlarının nasıl oluştuğu ve çevreye etkileri konusunda yeterli bilgilerinin olmadığını göstermektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının açıklamalarında, asit yağmurlarıyla ilgili pek çok kavram yanlışına rastlanmıştır. Bu kavram yanlışlarının çoğu, öğretmen adaylarının kimya bilgilerindeki eksiklerden kaynaklanmaktadır. Kısaca, öğretmen adaylarının asit-baz, nötrleşme, tampon çözeltiler gibi bazı kimya bilgilerini anlamlı olarak öğrenmemiş olmaları, onların asit yağmurlarıyla ilgili bilgileri anlamalarını olumsuz yönde etkilemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kimya okur-yazarlığı, asit yağmurları, kavram yanlışları, tampon çözeltiler

## INVESTIGATING PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' KNOWLEDGE OF ACID RAIN IN TERMS OF CHEMICAL LITERACY

### ABSTRACT

In Turkey, the goal of chemistry education is to increase students' scientific and chemical literacy skills (MoNE, 2013). Chemical literacy could be defined as being able to use knowledge of chemistry in order to understand information associated with everyday problems, human health, industry and environmental problems (MoNE, 2013). This research aimed to determine pre-service science teachers' opinions about acid rain and how they use their chemistry background to justify these opinions. Research was carried out with 32 freshman pre-service science teachers. The data were collected through four open-ended questions. Results revealed that pre-service teachers had superficial knowledge about acid rain and its' effects on the environment. Moreover, many misconceptions about acid rain were determined in the explanations. In short, when pre-service teachers did not meaningfully learn some chemistry concepts (buffer solutions etc.), this lack of proficiency in chemistry negatively affected their understanding of acid rain.

**Key Words:** Chemical literacy, acid rain, misconceptions, buffer solutions

\*Bu çalışmanın bir kısmı 28-30 Eylül 2016 tarihinde Trabzon'da düzenlenen 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur.

\*\*Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, aybuke@ibu.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Bilimsel bilgileri kullanarak bilimle ilgili konularda bilinçli kararlar verebilen bilimsel okuryazar bireylerin (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998), 21. yüzyılın ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlarına, çözüm getirebilecek niteliklere sahip oldukları düşünülmektedir (Eisenhart, Finkel ve Marion, 1996). Ülkemiz Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın vizyonu; "Tüm öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmek" olarak tanımlanmıştır (MEB, 2013). Ayrıca, ortaöğretim kimya dersinin amacı: "öğrencilerin kimya dersi kapsamında edindikleri bilgi ve becerilerini hayata dair farklı durumlarla ilişkilendirerek, kendi sağlıklarına ve çevrenin korunmasına duyarlı ve bilinçli, kimya okur-yazarı, bireyler olarak yetişmelerine katkıda bulunmaktadır" (MEB, 2013). Buna rağmen, ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalar, öğrencilerin kimya bilgilerini günlük hayatta kullanmakta sıkıntı yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Çiğdemoğlu ve Geban, 2015; Çeliker ve Harman, 2015; Yıldırım ve Birinci-Konur, 2014; Yıldırım ve Maşeroğlu, 2016). Kimya bilgilerinin günlük hayatla ilişkilendirilememesi, çevre problemlerinin anlaşılmasının önünde önemli bir engeldir.

Çevre problemleri tüm dünyada ilgi çeken önemli bir alanı oluşturmaktadır (Yılmaz-Tüzün, Teksöz-Tuncer ve Aydemir, 2008). 1993 yılında çevre eğitimi fen müfredatımıza dahil edilmiştir (Demiröven, 1999). Son yıllarda çevre bilinci oluşturmak amacıyla çevre eğitimine daha fazla önem verilmeye başlanmıştır (Ünlü, Sever ve Akpınar, 2011); okul öncesi eğitiminden başlamak üzere, ilköğretim ve ortaöğretim ders programlarında çevre konularına yer verilmiştir (MEB, 2015). Buna rağmen, yapılan çalışmalar öğretmenler ve farklı seviyedeki öğrencilerin çevre konularına yönelik bilgilerinde pek çok eksiklik ve kavram yanlışlığı olduğunu ortaya koymaktadır (Michail, Stamou ve Stamou, 2007; Papadimitriou, 2004; Yılmaz, Boone, ve Andersen, 2004; Yılmaz-Tüzün ve diğer., 2008). Örneğin Khalid'in 2001 ve 2003 yıllarında yaptığı iki farklı çalışmada, öğretmen ve öğretmen adaylarının küresel ısınma, sera etkisi, ozon tabakası ve asit yağmurları hakkında çok fazla kavram yanlışlığına sahip olduğu bulunmuştur. Khalid, bu kavram yanlışlıklarının öğretmenlerin bu konular hakkında yüzeysel bilgilere sahip olmasından kaynaklanabileceğini düşünmektedir (Bozdoğan, 2011). Eğer gençler, çevreyle ilgili konuların sebepleri ve sonuçlarıyla ilgili gerekli bilgi ve anlayışa sahip olmazlarsa, gelecekte bu problemlerin azaltılması ve kontrol edilmesi çok daha zor olacaktır (Khalid, 2003). Çevresel boyutun müfredata iyi bir şekilde entegre edilebilmesi ve etkili bir çevre eğitiminin verilebilmesi için öğretmenlerin rolü çok önemlidir (Sail, 1999). Eğer öğretmenler çevre sorunlarıyla ilgili yetersiz anlayışlara sahip olurlarsa, büyük ihtimalle bu anlayışlarını öğrencilerine de geçireceklerdir (Khalid, 2003). Bu yüzden, bu çalışmada geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili düşünceleri araştırılmıştır.

Asit yağmurları önemli çevre sorunlarından bir tanesidir. Literatürde, öğretmen ve öğrencilerin asit yağmurları hakkındaki fikirlerinin araştırıldığı pek çok çalışma vardır (Darçın ve Darçın, 2009; Dove,1996; Khalid, 2003; Ürey, Şahin, ve Şahin, 2011). Örneğin, Ürey, Şahin ve Şahin'in (2011), sınıf öğretmen adaylarının temel ekoloji kavramları ve çevre sorunları konusundaki kavram yanlışlıklarını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının asit yağmurlarının nedenleri ve sonuçları hakkında pek çok kavram yanlışlığına sahip oldukları bulunmuştur. Bu kavram yanlışlıklarının çoğunun, öğretmen adaylarının sera etkisi, ozon tabakasının incelmeye ve asit yağmurlarının nedenleri ve sonuçlarını birbirlerinin yerine kullanmasından

kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca çalışma sonunda, öğretmen adaylarının önemli bir kısmının asit yağmurlarına sera gazlarının sebep olduğunu (%61) ve asit yağmurlarının sonucunda seller (%39) oluşacağını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Yapılan araştırmalar asit yağmurlarının, öğrenciler tarafından iyi anlaşılmadığını göstermektedir. Bunun sebepleri arasında, asit yağmurlarının soyut bir konu olması ve öğretmenlerin bu konuda yetersiz bilgilerinin olması gösterilebilir (Khalid, 2003). Bu çalışmada, literatürde bulunan diğer çalışmalardan farklı olarak, öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili fikirlerinin oluşmasında, kimya bilgilerinin rolü araştırılmaktadır. Asit yağmurlarının anlaşılması için, elementlerin özellikleri, azot döngüsü, asit-baz tepkimeleri, fiziksel-kimyasal değişim ve tampon çözeltiler gibi kimyanın pek çok konusunun anlaşılması gerekmektedir. Öğretmen adaylarının kimya bilgilerini, asit yağmurları gibi, önemli bir çevre sorunu üzerinde kullanabilmeleri çok önemlidir. Dolayısıyla, bu çalışmayla öğretmen adaylarının kimya okur-yazarı olmalarına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

### 1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının asit yağmurları hakkında sahip oldukları görüşlerin ve kimya bilgilerinin bu görüşlerin oluşmasındaki rolünün belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, çalışmada öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları ve bu kavram yanlışlarının oluşmasının sebepleri de araştırılmıştır.

### 1.2. Araştırmanın Önemi

İlgili literatürde asit yağmurlarıyla ilgili yapılan pek çok çalışma olsa da, kimya okur-yazarlığının bu çevre sorununun sebeplerini ve sonuçlarını anlamadaki önemine yönelik bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışmayla, literatüre bu anlamda özgün bir katkı yapılması amaçlanmaktadır. Bunun yanında, asit yağmurları hayatımızı yakından etkileyen bir çevre sorunudur ve yetersiz kimya bilgisi, asit yağmurlarının anlaşılmasında önemli bir engeldir. Bu çevre sorununun iyi anlaşılması ve buna karşı önlemlerin alınabilmesi için, kimya bilgilerini günlük hayatta kullanabilen kimya okur-yazarı bireylere ihtiyaç vardır. Kısaca, bu çalışmanın yapılması; asit yağmurlarıyla ilgili anlayışların geliştirilmesine ve kimya okur-yazarı bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlayacağı için önemlidir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini olarak, eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği programı birinci sınıfında okuyan 32 öğretmen adayı seçilmiştir. Çalışma, 2013-2014 eğitim öğretim yılının II. Dönemi, Genel Kimya II dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar araştırmanın amacına uygun olarak, asit-baz, asit yağmurları ve tampon çözeltiler konularında (lise ve üniversitede aldıkları derslerden) gerekli önbilgilere sahiptir.

### 2.2 Veri Toplama Aracı

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının; asit yağmurlarıyla ilgili görüşleri ve kimya bilgilerinin bu görüşlerin oluşmasındaki rolünü belirlemek için dört tane açık uçlu soru hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri yazılı cevaplar, bu çalışmanın

veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veri toplama aracındaki sorular aşağıdaki gibidir:

- 1- Asit yağmuru nedir?
- 2- Asit yağmurlarına sebep olan olaylar nelerdir?
- 3- Asit yağmurları çevreyi nasıl etkiler?
- 4- Farklı topraklara sahip göllerin (kumlu ve kireçli), asit yağmurundan etkilenme oranları nasıl olur? Açıklayınız.

### 2.3. Veri Analizi

Analiz sürecinde ilk olarak, öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3...Ö32 olarak numaralandırılmıştır. Araştırma çerçevesinde elde edilen veriler iki farklı araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız olarak tekrar okunmuş ve öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar gruplandırılmıştır. Daha sonra bu gruplar kodlanmış ve karşılaştırılarak aynı çatı altında toplanmıştır. Araştırmacılar arasındaki uyum yüzdesi .98 ve Kappa Katsayısı .89 olarak hesaplanmıştır. Kodlama sırasında araştırmacılar arasında çıkan anlaşmazlıklar tartışılarak çözülmüştür. Veriler analiz edilerek frekans (f) dağılımları ve yüzdeleri çıkartılmış ve bu analiz sonuçlarını destekleyen öğretmen adaylarının görüşlerine yer verilmiştir.

### 3. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın bulguları, veri toplama aracındaki sorulara göre sırasıyla sunulmuş ve tartışılmıştır.

#### *Asit yağmuru nedir?*

Normal koşullar altında oluşan yağmurların pH değeri minimum 5,6 olup, daha düşük pH'a sahip olan yağmurlar asit yağmuru olarak kabul edilmektedir (Elkoca, 2003). Yağmur sularının asidik olmasının sebebi, atmosferde bulunan karbon dioksit gazının, yağmur suyuyla tepkimeye girerek karbonik asit ( $H_2CO_3$ ) meydana getirmesidir. Yağmur sularının asitliğinin normalin üstüne çıkması, temel olarak atmosfere salınan kükürt dioksit ( $SO_2$ ) ve azot oksitlerinin ( $NO_x$ ), oksijen ve su ile birleşip sülfürik ve nitrik asit halinde yeryüzüne yağmasından kaynaklanmaktadır (Tollefson, 2000). Bu tanıma göre, "asit yağmuru nedir?" sorusuna, öğretmen adaylarının bilimsel olarak kabul edilebilir bir cevap verebilmeleri için; (a) asit yağmurlarının oluşumuna katılan temel gazlardan ( $SO_2$  ve  $NO_x$ ); (b) bu gazların atmosferde oksijen ve su buharıyla tepkimesinden; ve (c) bu tepkimeler sonrası oluşan asitlerden ( $HNO_3$  ve  $H_2SO_4$ ) bahsetmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının cevaplarının incelenmesine, asit yağmurunu oluşturan maddeler için yazdıkları ifadelerden başlanmıştır (Tablo 1). Daha sonra, tanımlarında  $SO_2$  ve  $NO_x$  gazlarına yer veren öğretmen adaylarının cevaplarında, bu gazların atmosferde oksijen ve su buharıyla verdikleri tepkimelerden ve bu tepkimeler sonucu oluşan asitlerden bahsedip bahsetmediklerine bakılmıştır.

**Tablo 1.***Asit Yağmurunu Oluşturan Maddeler İçin Frekans ve Yüzde Değerleri*

	f	%
<b>Zararlı gazlar</b>	4	12,50
<b>Azot ve kükürt gazları</b>	4	12,50
<b>Azot ve kükürt oksitleri</b>	7	21,88
<b>Karbon dioksit &amp; Karbon monoksit</b>	1	3,12
<b>Kimyasallar</b>	9	28,13
<b>Diğer*</b>	7	21,87

\* Boş olarak bırakılan cevaplar değerlendirmeye alınmamıştır

Yapılan analiz sonuçlarında, öğretmen adaylarının asit yağmurlarının oluşumuna katılan temel maddeler hakkındaki görüşleri yüzde ve frekans olarak Tablo 1’de verilmiştir. Görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının yarısı (%12,50 + %12,50 + %21,88 + %3,12 =%50), asit yağmurlarının oluşumunda bazı gazların yer aldığı farkındadır. Fakat öğretmen adaylarının sekizde biri (%12,5) asit yağmurlarının oluşumundaki bu gazlardan bahsederken, “zararlı gazlar” gibi genel ifadeler kullanmıştır. Örnek olarak, bu konudaki düşüncelerini Ö1; “Genellikle sanayinin çok geliştiği yerlerde, fosil yakıtlarının yakılmasıyla oluşan bazı zararlı gazların bulutlarda su buharıyla tepkimesiyle oluşur”, ve Ö16; “Zehirli gazların havadaki su buharıyla tepkimeye girmesiyle olur” ifadeleriyle belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının çevre konularında genel ifadeler kullanarak belirsiz bir şekilde gerekçelerini ortaya koymaları diğer çalışmalarda da sık rastlanan bir durumdur (Selvi, 2007).

Yine Tablo 1’de gösterildiği gibi, öğretmen adaylarının sekizde biri (%12,5) asit yağmurlarının yapısına “azot ve kükürt” gazlarının katıldığını ileri sürmektedir. Buna örnek cevaplar, Ö19; “Azot ve kükürt gazları açığa çıkar ve oluşan bu gazlar bulutlardaki su buharıyla tepkimeye girerek asit yağmurlarını oluşturur” ve Ö23; “Azot ve kükürt gazlarının su buharıyla tepkimeye girmesi ile nitrik asit oluşur” şeklindedir. Öğretmen adaylarının, asit yağmurunun oluşumuyla ilgili sahip oldukları bu kavram yanlışlığı, onların kimya bilgilerindeki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Öğretmen adaylarının “Dünya’nın atmosferinde yaklaşık %78 oranında azot bulunduğu”; “azotun kararlı (inert) bir gaz olduğu ve normal şartlarda oksijen ya da su buharı ile tepkimeye girmeyeceği” gibi temel kimya bilgilerini dikkate almadan bu soruyu cevapladıkları görülmektedir. Buradaki “atmosferdeki azot ile su buharı tepkimeye girer” kavram yanlışlığının sebebi, öğretmen adaylarının azot döngüsünü iyi anlamamış olmaları olabilir. Azot döngüsü anlatılırken; şimşek çaktığında havada azotun, oksijen gazı ile tepkimeye girerek nitrit ve nitrate (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>) dönüştüğü ve bunların yağışlarla toprağa indiğinden bahsedilmektedir. Fakat, havada azot ve oksijen gazlarının tepkimeye girebilmesi için, şimşek çakmasıyla ortaya çıkan binlerce derecelik sıcaklığa yani ısı enerjisine ihtiyaç vardır. Burada şimşek çakmasının, azotun tepkimeye girmesindeki rolünün iyi anlaşılması, öğretmen adaylarında normal şartlarda azot gazının oksijenle birleştiği kavram yanlışlığına sebep olmuş olabilir. Bu sorunun cevaplarında rastlanan diğer bir kavram yanlışlığı ise, havada kükürt gazının bulunacağıdır. Öğretmen adaylarının, kükürt elementinin gaz olduğunu düşünmesi, elementler hakkındaki bilgi eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Kükürt, sarı renkli, ametal ve oda şartlarında katı bir maddedir. Bunlara ek olarak, öğretmen adayları “kükürt’ün su buharıyla tepkimeye gireceği”

kavram yanlışlığına da sahiptir. Normal şartlar altında kükürt su ile tepkimeye girmez. Asit yağmurlarının oluşmasında, kükürt'ün rolüyle ilgili bir kavram yanlışlığına da, Khalid'in (2003) öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada rastlanmıştır. Khalid'in farklı çevre sorunlarının (asit yağmuru gibi) algılamasıyla ilgili yaptığı bu çalışmada, asit yağmurlarıyla ilgili yapılan yanlış tanımlardan biri şöyledir: “fosil yakıtlarının yakılmasından ortaya çıkan kükürt havada oksijen ile tepkimeye girerek sülfürik asidi oluşturur”. Görüldüğü gibi, bu tanımları yapan öğretmen adayı, kükürt ile oksijenin tepkimeye girmesi sonucu sülfürik asit oluşacağını düşünmektedir.

Tablo 1'de, öğretmen adaylarının yaklaşık dörtte birinin (%21.88) asit yağmurlarının yapısına katılan temel gazları (kükürt dioksit ve azot oksitleri) doğru olarak yazdıkları görülmektedir. Örneğin asit yağmurları için Ö25; “Azot ve kükürt oksitlerinin havada çözünmesi sebebiyle asitli hale gelen yağmur suyudur.”, Ö32 ise; “Atmosferdeki SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> gazlarının çözünmesi ve bulutlarda su damlalarının emilmesiyle olur” tanımlarını yapmışlardır. Burada öğretmen adayları, asit yağmurlarının oluşmasından sorumlu olan temel gazların isimlerini doğru olarak yazsalar da, bu gazların (SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub>) bulutlarda çözünmesinin asit yağmurlarının oluşması için yeterli olduğunu düşünmeleri yanlıştır. Asit yağmurlarının oluşması için, bu gazların havada oksijen ve su buharı ile tepkimeye girmeleri gereklidir. SO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gazlarının isimlerini yazan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde, bu tanımlarda SO<sub>2</sub> ve NO<sub>2</sub> gazlarının bulutlarda kimyasal tepkimeye girdiğinden ve bu tepkime sonucu oluşan asitlerden bahsedilmediği görülmüştür. Diğer bir deyişle, gazların isimlerini bilen öğretmen adayları bile, “asit yağmurları nedir?” sorusunu tam olarak doğru cevaplayamamıştır.

Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarından sadece bir tanesi, CO ve CO<sub>2</sub> gazlarının asit yağmurlarının oluşmasına sebep olan temel gazlar olduğunu düşünmektedir. Ö10 bu fikrini, cevap kağıdında şöyle ifade etmiştir; “CO<sub>2</sub> ve CO gibi gazların yeryüzünden havaya yükselerek, gökyüzünde yağmurla beraber yeryüzüne inmesine asit yağmuru denir”. Bu çalışmada sadece bir öğretmen adayında bu kavram yanlışlığına rastlansa da, literatürde yapılan çalışmalarda bu sayı çok daha fazladır. Örneğin, Skamp, Boyes ve Stanisstreet'in (2004) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileriyle yaptıkları araştırmada, öğrencilerin yarısından fazlasının CO<sub>2</sub> gazını asit yağmurunun ana sebeplerinden biri olarak gördüğü ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, Darçın ve Darçın'ın (2009) çalışmasına katılan ortaöğretim öğrencilerinin %53,1'i karbon monoksit ve %39,6'sı karbon dioksit gazlarının asit yağmurlarının oluşmasında önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi (%28.13), bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının dörtte birinden fazlası, açıklamalarında asit yağmurlarının oluşumuna katılan gazlardan hiç bahsetmemiştir. Bunun yerine, asit yağmurlarının temel nedeni olarak “kimyasalları” göstermeyi tercih etmişlerdir. Bu cevaplara örnekler şöyledir; Ö2 “Asit yağmurları, topraktaki bazı kimyasalların buharlaşarak yukarı çıkması ve yağmur olarak yağması ile oluşur.”; Ö9 “Asit yağmuru toprağa karışan asitten ve bu asidin su döngüsü sayesinde yeryüzüne yağmur olarak yağmasından kaynaklanır”; ve Ö15 “Topraktaki bazı zehirli kimyasallar yağmur yağdığı suyla tepkimeye girerek asit oluştururlar. Bu da buharlaşarak tekrar gökyüzüne yükselir, tekrar yağmur yağdığı büyük sorunlara yol açar. Buna asit yağmuru denir”. Öğretmen adaylarının yeryüzündeki kimyasalların, su döngüsüne katılıp yağmur olarak yağdığını düşünmesinin bilimsel bir dayanağı yoktur. Bu tür tahmin edilmesi zor kavram yanlışlıklarına, ilgili literatürde bulunan diğer

çalışmalarda rastlanmamaktadır. Bunun sebebi, çalışmaların çoğunda veri toplama aracı olarak sadece likert tipi ölçeklere ve çoktan seçmeli sorulara yer verilmesi olabilir.

Yukarıda tartışılan kavram yanlışları Tablo 2’de özetlenmiştir. Tablo 2’de kavram yanlışları; “kimya kavram yanlışları” ve “asit yağmurunun oluşumuyla ilgili kavram yanlışları” olarak iki bölümde verilmiştir. Son olarak, bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının %21.87’sinin, asit yağmurlarının tanımını yapamadıkları ve bu soruyu boş bıraktıkları bulunmuştur (Tablo 1).

---

**Tablo 2.***Birinci Soru için Bulunan Kavram Yanlışları***Kimya Bilgisi**

---

Atmosferde azot gazı su buharıyla tepkimeye girer.

---

Atmosferde kükürt gaz halinde bulunur.

---

Atmosferde kükürt gazı, su buharıyla tepkimeye girer.

**Asit yağmurunun oluşumu**

---

Azot ve kükürt oksitlerinin bulutlarda çözünmesi asit yağmurlarına sebep olur.

---

CO<sub>2</sub> ve CO gazları asit yağmurlarının oluşmasında etkili olan temel gazlardır.

---

Su döngüsüyle havaya yükselen kimyasallar tekrar yağmur olarak yağar.

---

*Asit yağmurlarına sebep olan olaylar nelerdir?*

Bu soruyu cevaplarken öğretmen adaylarının; insan kaynaklı aktiviteler (sanayinin gelişmesi, fosil yakıtlarının yakılması gibi) yanında doğal olayların da (volkan patlaması gibi) asit yağmurlarına sebep olabileceğinden bahsetmeleri beklenmektedir. Öğretmen adaylarının, bu soruya verdikleri cevaplarda, ilk üç sırayı %38 ile fosil yakıtlarının yakılması, %29 ile sanayinin gelişmesi ve %23 ile atmosferdeki kirlilik almıştır (Tablo 3). Değişik ülkelerde yapılan çalışmalara bakıldığında, asit yağmurunun sebepleri arasında; fosil yakıtları kullanımı (Dove, 1996; Michail ve diğer., 2007); sanayinin gelişmesi (Demirbaş ve Pektaş, 2009) ve atmosferdeki kirlilik (Skamp ve diğer., 2004) ön sıralarda sayılmaktadır. Bunlara ek olarak Tablo 3’de, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının %10’unun araç egzozlarını, asit yağmurlarını sebepleri arasında gördüğü anlaşılmaktadır. Aslında, egzoz gazlarının, asit yağmurlarına etkisi az da olsa vardır (Skamp ve diğer., 2004). Darçın ve Darçın’ın (2009) ortaöğretim öğrencilerinin araç emisyonlarından kaynaklanan çevre problemleri hakkındaki bilgi seviyelerini ölçmek için yaptıkları çalışmada, öğrencilerin üçte ikisinin araç egzoz emisyonlarının, asit yağmurlarının sebeplerinden biri olduğunu bildikleri görülmüştür. Fakat Darçın ve Darçın’ın (2009) çalışmasında, öğrencilerin araçların asit yağmurlarına nasıl etki ettiğini açıklayamadıklarını bulunmuştur.

Kısaca, Tablo 3’e bakıldığında, bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının hepsinin, asit yağmurlarının oluşmasını insan kaynaklı aktivitelere bağladığı görülmektedir. Bu sonuç, literatürde yapılan diğer çalışmalarda da bulunmuştur. Örneğin, Dove (1996) öğretmen adaylarının küresel ısınma, ozon tabakasının delinmesi ve asit yağmurları ile ilgili bilgilerini ölçmek için yaptığı çalışmasında, öğretmen adaylarının hiçbirinin volkan patlamalarında oluşan kükürt dioksitten ya da şimşek çaktığında oluşan nitrik asitten bahsetmediğini bulunmuştur.

**Tablo 3.***Asit Yağmurunun Sebeplerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri*

<b>Asit yağmurlarına sebep olan olaylar nelerdir?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<b>Fosil yakıtlarının yakılması</b>	8	38
<b>Sanayinin gelişmesi</b>	6	29
<b>Egzoz gazları</b>	2	10
<b>Atmosferdeki kirlilik</b>	5	23

*Asit yağmurları çevreyi nasıl etkiler?*

Bu soruda, öğretmen adaylarının çevreye karşı duyarlılığını ölçmek amaçlanmaktadır. Bu soruyu cevaplarırken öğretmen adaylarının, asit yağmurlarının; orman tahribatına, bitkilerin zarar görmesine, toprağın verimliliğın azalmasına, tarihi eserlerin zarar görmesine, solunum rahatsızlıklarına ve göllerde canlıların yaşamının etkilenmesine yol açabileceğinden bahsetmeleri beklenmektedir. Tablo 4'e göre, bu soruya verilen en popüler cevaplar; "canlıların yaşamını olumsuz etkiler" ve "göllerin pH değerini azaltır" şeklindedir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında, asit yağmurlarının çevreye etkileri için verilen ifadelerin benzer oldukları görülmektedir. Örneğın, Demirbaş ve Pektaş'ın (2009) ilköğretim öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, "asit yağmurlarının çevreye nasıl bir zararı vardır" sorusuna en popüler cevap, "bitkilere ve insanlara zarar" verir olmuştur. Çeliker ve Harman'ın (2015) fen bilgisi öğrencileri ile yaptıkları çalışmada ise, öğrencilerin asitlerin günlük yaşam üzerindeki olumsuz etkileri için verdikleri en popüler cevap; "asit yağmurlarının tarihi eserler, canlılar ve araçlar üzerindeki tahriş edici olmasıdır" şeklindedir. Görüldüğü gibi öğretmen adayları, asit yağmurlarının çevreye olumsuz etkilerinin genel olarak farkındadır. Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarından bazıları fikirlerini; "Göllerdeki pH değişimine sebep olur ve göllerdeki canlıların ölümüne sebep olur" ve "Bir değişime sebep olur. Türkiye de asit yağmuru yağmıştı. Çok kuvvetli olmasa da göldeki yaşamı etkiler, balıklar ölür, o balıklar yenmez" şeklinde belirtmişlerdir. Ayrıca, bu soruya verilen cevapların çoğunda, öğretmen adayları göllere düşen asit yağmurlarının, sudaki asit dengesini bozacağından ve balıkları, dolayısıyla besin zinciri yoluyla insanları etkileyeceğinden bahsetmiştir. Fakat verilen cevapların hiçbirinde, bu gazların sülfat ve nitrat parçacıklarına dönüşerek solunum sistemimiz üzerinde olumsuz etkileri olacağına yer verilmemiştir. Aynı şekilde, asit yağmurlarının ormanlara etkisinden söz eden olmamıştır. Bu soru için bulunan diğer bir sonuç ise, bazı öğretmen adaylarının asit yağmurlarını, çevre kirliliğının sebebi olarak görmesidir (Tablo 4). Örneğın, Ö3 "Kötü yönde etkiler çünkü asit yağmurları suyun ve çevrenin kirlenmesine neden olur" şeklinde bu soruya cevap vermiştir. Aslında asit yağmurları çevre kirlenmesinin bir sonucudur. Kısaca, bu sonuçlara göre öğretmen adaylarının, asit yağmurlarının çevreye etkilerini tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir.

**Tablo 4.***Asit Yağmurunun Etkilerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri*

<b>Asit yağmurları çevreyi nasıl etkiler?</b>	<b>f</b>
Canlıların yaşamını olumsuz etkilerler.	22
Göl sularının pH değerini azaltır.	20
Çevrenin kirlenmesine neden olur.	5
Toprağın asitliğini artırır.	1
Tarihi eserlere zarar verir.	1
Etkisi olmaz.	1

*Farklı topraklara (kumlu ve kireçli) sahip göllerin asit yağmurundan etkilenmesi nasıl olur?*

Diğer soruların aksine, bu soruya literatürde yapılan diğer çalışmalarda rastlanmamaktadır. Bu soruda, öğretmen adaylarının asit yağmurlarının göllere olan etkisini değerlendirmede, kimya bilgilerini ne derece kullanabildikleri araştırılmaktadır. Diğer bir deyişle, bu soruya verilen cevaplar, öğretmen adaylarının bu konuda ne kadar kimya okur-yazarı olduklarıyla ilişkilidir. Asit yağmurlarının, kireçli toprağa sahip göllere daha az etki edeceğini tahmin edip, bunun nedenlerini açıklayabilmeleri için, öğretmen adaylarının asit-baz ve tampon çözelti konularıyla ilgili kimya bilgilerini kullanabilmeleri gereklidir. Burada öğretmen adaylarından; kirecin, tamponlama kapasitesi sayesinde, asit yağmurlarının göle olan etkisini azaltacağını cevaplarında belirtmeleri beklenmektedir. Tablo 5’de sunulduğu gibi, öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı (%47) kireçli toprağa, dörtte biri ise kumlu toprağa sahip göllerin asit yağmurundan daha çok etkileneceğini düşünmektedir. %9 ise bu konuda kararsız kaldığını belirtmiş ve herhangi bir açıklama yapmamıştır.

Öğretmen adaylarının, asit yağmurlarının farklı topraklara sahip göllerdeki etkilerini karşılaştırabilmeleri için, çeşitli kimya bilgilerini (tampon çözeltiler, asit-baz, nötrleşme gibi) kullanmaları gereklidir. Tablo 5’e bakıldığında, kireçli toprak daha çok etkilenir diyen öğretmen adaylarının %20’si ile kumlu toprak daha çok etkilenir diyen adayların %37,5’u cevaplarına gerekçe olarak sadece “yapıları farklı olduğu için” yazmıştır. Örneğin; Ö1 “Farklı olur çünkü farklı toprak tiplerinde farklı bileşikler, elementler vardır. Kireçli toprak daha fazla etkilenir” derken; Ö9 “Yapılarında farklı elementler vardır. Bence kumlu toprak daha fazla etkilenir” demektedir. Fakat, yapılan bu açıklamalar bilimsel olarak yeterli değildir.

Tablo 5’de kireçli toprak daha fazla etkilenir diyen öğretmen adaylarının gerekçelerine bakıldığında, %26.6’sının “kireçli toprak asit yağmurlarıyla daha çok çözünür” yazdığı görülmektedir. Bu konudaki düşüncelerini Ö27; “Farklı olur. Toprakların pH değerleri farklıdır. Kireçli toprak asit yağmurlarından daha çok etkilenir çünkü daha çok çözünür” şeklinde ifade etmiştir. Bu kavram yanlışlığına, Khalid’in (2003) yaptığı çalışmada da rastlanmıştır. Khalid çalışmasına katılan 27 öğretmen adayının neredeyse tamamı, asit yağmurlarının bazı taş yapılarına daha çok zarar verdiğini söylemiştir. Fakat, bu öğretmen adaylarından sadece 9 tanesi, bu etkinin sebeplerini doğru olarak açıklayabilmiştir. Çalışma sonunda Khalid, bir öğretmen adayında “asidin kireç taşında çözüldüğü” kavram yanlışlığı olduğunu bulmuştur. Bu kavram yanlışlığı, öğretmen adaylarının kimya bilgilerindeki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Aslında, “asit yağmurları kireç taşıyı çözer” ifadesi doğru değildir. Çünkü, burada asit ile  $\text{CaCO}_3$  kimyasal tepkimeye girmektedir. Çözünme olayı ise,

fiziksel bir değişimdir ve maddelerin kimyasal yapısında bir değişime sebep olmaz (Khalid, 2003).

**Tablo 5.**

*Farklı Topraklara Asit Yağmurlarının Etkisi Frekans ve Yüzde Değerleri*

	f	%
<b>Kireçli toprak daha fazla etkilenir</b>	<b>15</b>	<b>47</b>
Çünkü,		
- kireçli toprak, asit yağmurlarıyla daha çok çözünür.	4	26.6
- kireçli toprak asit özelliği gösterir.	1	6.7
- kireçli toprak baziktir.	4	26.6
- kireçli toprak yapısından dolayı daha çok etkilenir.	3	20.0
- kireç olan topraklara daha çok yağmur yağar.	1	6.7
Neden belirtilmemiş.	2	13.3
<b>Kumlu toprak daha fazla etkilenir</b>	<b>8</b>	<b>25</b>
Çünkü,		
- kireç, tampon gibi davranır.	1	12.5
- yapılarında farklı elementler vardır.	3	37.5
- kireçli toprak bazdır.	3	37.5
Neden belirtilmemiş.	1	12.5
<b>Kararsız</b>	<b>9</b>	<b>28</b>

Tablo 5’de görüldüğü gibi, kireçli toprağı seçen öğretmen adaylarının %6,7’si kireçli toprağın asidik, %26,6’sı ise bazik olduğunu düşünmektedir. Kireçli toprağın yapısında bazik bir tuz olan  $CaCO_3$  bulunmaktadır. Dolayısıyla, kumlu toprak daha çok etkilenir diyen adayların %37,5’inin de belirttiği gibi kireçli toprak baziktir. Fakat, burada kireçli toprağa sahip göllerin, asit yağmurlarından daha az etkilenmesinin esas sebebi yapısının bazik olması değildir. Burada, daha önemli olan  $CaCO_3$ ’ın tamponlama kapasitesidir. 11. sınıf kimya dersi öğretim programında, sulu çözelti dengeleri konusunun altında asitler ve bazlarla birlikte işlenen tampon çözeltiler konusu, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konulardandır (Orgil ve Sutherland 2008). Kireçli toprağa sahip göller,  $CaCO_3$ ’ın tamponlama kapasitesi sayesinde asitlenmeye karşı dirençlidir (Goss, ve Eddleton, 2003). Bu yüzden, asit yağmurlarından etkilenen toprak ve göllere, bu etkiyi azaltmak için kireçleme yapılır. Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarından sadece bir tanesi  $CaCO_3$ ’ın göllerdeki tamponlama kapasitesinden bahsetmiştir. Bu konudaki fikrini Ö21 “Farklı olur. Kumlu daha çok etkilenir. Kireç asit ile tepkimeye girerek, göl suyunun pH değerinin fazla değişmesini engeller. Tampon çözelti oluşur” şeklinde ifade etmiştir.

Son olarak, bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarından bir tanesi yazdığı cevapta günlük hayatta edindiği bir deneyime yer vermiştir. Ö3 bu soruyu “Farklı olur çünkü kireç olan topraklara çok yağmur yağar. Örneğin, Bolu. Bolu’nun toprağı çok kireçli ve tuzludur. Çok yağmur yağdığı için, asit yağmurları da daha çok yağar ve daha çok etkilenir” diyerek cevaplamıştır. Bu açıklamanın bilimsel olarak bir dayanağı olmasa da, öğretmen adayının günlük hayat bilgisiyle bağlantı kurması açısından önemlidir. Öğretmen adayları günlük hayatlarından elde ettikleri bilgileri, bilimsel olarak doğru ya da yanlış bir çok olayın yorumlarken kullanmaktadırlar (Erduran ve Pabuçcu, 2015).

Fakat, bazen burada olduğu gibi, günlük hayattan elde edilen deneyimler, kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olabilmektedir (Pabuçcu ve Erduran, 2016). Dördüncü soru için bulunan kavram yanlışları Tablo 6’da özetlenmiştir.

**Tablo 6.**

*Dördüncü Soru İçin Bulunan Kavram Yanlışları*

Kireçli toprak, asit yağmurlarıyla çözünür.

Kireçli toprak asit özelliği gösterir.

Kireç olan topraklara daha çok yağmur yağar.

#### 4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları; öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili görüşleri ve kimya bilgilerinin bu görüşlerin oluşmasındaki rolü olmak üzere iki yönden incelenmiştir. İlk olarak, çalışma sonucunda öğretmen adaylarının asit yağmurları konusunda yeterli bilgilerinin olmadığını ortaya çıkarmıştır. Çünkü;

a) çalışmaya katılan öğretmen adaylarının hiçbiri tam olarak asit yağmurlarının tanımını yapamamıştır. Bu sonuç, Türkiye’de yapılan diğer çalışmalarla da örtüşmektedir (Meydan, Doğu ve Dinç, 2009). Örneğin, Demirbaş ve Pektaş’ın (2009) yaptıkları çalışmada, ilköğretim öğrencilerinin büyük çoğunluğunun “asit yağmurları nedir” sorusuna, cevap veremedikleri görülmüştür. Bu soruya cevap verebilen öğrencilerin ise cevaplarında ilk üç sırayı %8.13 ile “yağmurların asitleşmesidir”, %3.48 ile “havadan asit yağması” ve %3.48 ile “havanın kirlenip yağmuru etkilemesi” almaktadır. Ayrıca, Çeliker ve Harman’ın (2015) fen bilgisi birinci sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, öğrencilerin yarıya yakınının asit yağmurlarının yapısında yer alan asit türlerini ifade etmedikleri saptanmıştır.

b) öğretmen adaylarının asit yağmurlarının çevreye etkileri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Örneğin, asit yağmurlarının göl suyunun pH değerini azaltacağını ve bunun göllerdeki canlılara zarar vereceğini tahmin etseler de, asit yağmurlarına sebep olan gazların, sülfat ve nitrat parçacıklarına dönüşerek akciğer ve solunum sistemi üzerinde olumsuz etkileri olacağını düşünememişlerdir.

c) çalışmaya katılan öğretmen adayları, asit yağmurlarının sadece insan kaynaklı aktiviteler sonucu oluştuğuna inanmaktadır. Örneğin, çalışmaya katılan 32 öğretmen adayından hiçbiri, volkan patlamalarının, asit yağmurlarının oluşmasına neden olabileceğinden bahsetmemiştir. Bunun sebebi, öğretmen adaylarının derslerde öğrendikleri bilgileri, çevre sorunları ve doğa olayları (volkan patlaması gibi) ile ilişkilendirememeleri olabilir. Bu sorun, onların bilimsel okur-yazarlık düzeylerinin artırılması gerektiğini göstermektedir. Bilimsel okur-yazarlık; doğal dünyayı tanımak, açıklamak ve yorumlayabilmeyi kapsayan elde edilmesi zor bir yetidir. Bugün ülkemizin de içinde olduğu pek çok ülkede öğrencilerin bilimsel okur-yazar olmalarına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

İkinci olarak, kimya bilgilerinin (tampon çözeltiler, asit-baz, nötrleşme gibi) öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili görüşleri üzerinde önemli rolü olduğu görülmüştür. Örneğin, çalışmanın son sorusunu cevaplamak için, öğretmen adaylarının asitler ile  $\text{CaCO}_3$ ’ün tepkimeye girdiğini bilmesi gerekmektedir fakat bu bilgi yeterli değildir. Hatta, ezberlenerek öğrenilen bu bilgi, bazı öğretmen adaylarında kavram yanlışısına sebep

olmuştur. Örneğin, asit ile kirecin tepkimeye girdiğini bilen öğretmen adaylarından bir kısmı, kireçli toprağın asitten daha çok etkileneceğini çünkü asitlin kireci çözeceğini/eriteceğini söylemiştir. Burada, öğretmen adayları “asit kireci çözer” kavram yanlışlığına sahiptir. Oysa, kireçli toprağa sahip göllerde,  $\text{CaCO}_3$ 'ün tamponlama kapasitesi sayesinde, göl suyu asitlenmeye karşı direnç gösterir (Brownlow, 1996). Kısaca, öğretmen adaylarının kimya konularında sahip olduğu bilgilerin yetersiz olması, asit yağmurlarının ve etkilerinin anlaşılmasında önemli bir engeldir. Bu çevre sorununun daha iyi anlaşılması ve buna karşı önlemlerin alınması için, kimya bilgilerini günlük hayatta kullanabilen kimya okur-yazarı bireylere ihtiyaç vardır.

Bunlara ek olarak, literatürde çevre sorunlarıyla ilgili yapılan çalışmalar, öğrencilerin çevre sorunlarını anlamakta ve bunları bilimsel olarak ifade etmekte çeşitli sıkıntılar yaşadıklarını göstermektedir (Khalid, 2003). Yapılan çalışmalarda, çevre sorunlarının iyi anlaşılmasının arkasında yatan sebepler olarak; bu konuların soyut ve karmaşık olması (Khalid, 2003), ders kitaplarının (Roman and Busch, 2015; Soyibo, 1995) ve öğretmenlerin (Khalid, 2003) bu konularda yetersiz ve hatta bazen yanlış bilgiler vermeleri gösterilmiştir. Khalid'e (2003) göre öğretmenler, öğrencilerin çevre problemleri hakkında sahip oldukları kavram yanlışlarının düzeltilmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Örneğin, öğretmenlerin çevre sorunlarıyla ilgili kavramları sınıf içinde öğrencilerle tartışarak öğretmesi, bu kavramlarla ilgili kavram yanlışlarının düzeltilmesinde etkili olacaktır (National Research Council, 1996). Bu çalışmanın bulguları, kimya bilgilerinin çevre sorunlarıyla ilgili durumların yorumlanmasında kullanılmamasının, çevre sorunlarının anlaşılmasının önünde önemli bir engel olduğunu göstermektedir.

Özetle, bu çalışmada öğretmen adaylarının, önemli bir çevre sorunu olan asit yağmurları hakkındaki görüşleri araştırılmıştır. Öğretmenlerin bilimsel okur-yazar olması ve çevre bilincine sahip olması, öğrencilerini etkileyeceği için öğretmen adaylarının bu konudaki fikirlerinin incelenmesi önemlidir. Bunlara ek olarak, bu çalışma, kimya bilgisinin asit yağmurlarının anlaşılmasındaki rolünü incelediği için de önemlidir. Literatürde, kimya okur-yazarlığının önemini gösterecek daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca, derslerde çevre sorunları anlatılırken, o çevre sorunuyla ilgili kimya bilgilerinden bahsedilmesi gereklidir. Örneğin, kimya bilgileriyle (tampon çözeltiler, asit-baz, nötrleşme gibi) desteklenmeden anlatılan asit yağmurları konusunun, öğrenciler tarafından anlamlı olarak öğrenilmesi beklenmemelidir.

#### KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Bozdoğan, A.E. (2011). A collection of studies conducted in education about “global warming” problem. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(3), 1618-1624.
- Brownlow, A. H. (1996). *Geochemistry*, 2nd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, New Jersey, 351-453.
- Çiğdemoğlu, C., & Geban, O. (2015). Improving students' chemical literacy levels on thermochemical and thermodynamics concepts through a context-based approach. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16, 302—317.

- Darçın E. S., & Darçın M. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin araç emisyonlarından kaynaklanan çevre problemleri hakkındaki bilgi seviyeleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(2), 485-51.
- Demirbaş, M., & Pektaş, H.M. (2009). İlköğretim öğrencilerinin çevre sorunu ile ilişkili temel kavramları gerçekleştirme düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 195-211.
- Demiröven, P. Ö. (1999). *Türkiye’de çevre eğitiminin durumu*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environmental Education Research*, 2(1), 89 – 100.
- Eisenhart, M., Finkel, E., & Marion, S. F. (1996). Creating the conditions for scientific literacy. *American Educational Research Journal*, 33(2), 261-295.
- Elkoca, E. (2003). Hava kirliliği ve bitkiler üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 34 (4), 367-374
- Erduran, S., & Pabuççu, A. (2015). *Promoting argumentation in the context of chemistry stories*, Book Chapter in Relevant Chemistry Education - From Theory to Practice, Ingo Eilks and Avi Hofstein (Ed.), ISBN Hardcover: 9789463001748, Sense Publishers, Rotterdam, p. 143-161.
- Goss, L.M. & Eddleton, J.E., (2003). A Demonstration of Acid Rain and Lake Acidification: Wet Deposition of Sulfur Dioxide. *Journal of Chemical Education*, 80 (1), 39-40.
- Khalid, T. (2001). Pre-Service teachers’ misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102-120.
- Khalid, T. (2003). Pre-service high school teachers’ perceptions of three environmental phenomena. *Environmental Education Research*, 9(1), 35 – 50.
- MEB. (2013). *Ortaöğretim Kimya Dersi 11. sınıf Öğretim Programı*, 26 Mart 2016 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=1&kno=218> adresinden alınmıştır.
- MEB. (2015). *Ortaokul Çevre Eğitimi Dersi Öğretim Programı*. 26 Mart 2016 tarihinde <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> adresinden alınmıştır.
- Meydan, A., Doğu, S., & Dinç, M. (2009). Öğretmen adaylarının çevre sorun- ları konusundaki farkındalık ve duyarlılıkları, S.Ü. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 153–168.
- Michail, S., Stamou, G. A., & Stamou, G. P (2007). Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: an exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education*, 91(2), 244-259.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*, Washington DC, National Academy Press.
- Orgil, M., & Sutherland, A. (2008). Undergraduate chemistry students’ perceptions of and misconceptions about buffers and buffer problems. *Chemistry Education Research Practice*, 9, 131-143.
- Pabuççu, A., & Erduran, S. (2016). Investigating students’ engagement in epistemic and narrative practices of chemistry in the context of a story on gas behavior. *Chemistry Education Research and Practice*, DOI: 10.1039/C6RP00011H.
- Papadimitriou V. (2004). Prospective primary teachers’ understanding of climate change, greenhouse effect and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299-307.

- Roman, D. & Busch, K.C., (2015). Textbooks of doubt: using systemic functional analysis to explore the framing of climate change in middle-school science textbooks, *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2015.1091878
- Sail, A. B. C. (1999). *The status of environmental education in elementary and middle public schools of East Tennessee: A teacher perspective*. Dissertation abstract. (UMI No. 9962303).
- Selvi, M. (2007). *Biyoloji Öğretmeni Adaylarının Çevre Kavramları İle İlgili Algılamalarının Değerlendirilmesi*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Skamp, KR, Boyes, E & Stanisstreet, M. (2004). Students' ideas and attitudes about air quality. *Research in Science Education*, 34(3), 312–342.
- Soyibo, K. (1995). Using concept maps to analyze textbook presentation of respiration, *The American Biology Teacher*, 57(6), 344–351.
- Tollefson, C. (2000). *Clean air: A citizen's action guide*. Victoria, BC: Environmental Law Centre.
- Ünlü, İ., Sever, R., & Akpınar, E. (2011). Türkiye’de çevre eğitimi alanında yapılmış küresel ısınma ve sera etkisi konulu akademik araştırmaların sonuçlarının incelenmesi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 39-54.
- Ürey, M., Şahin, B. & Şahin, N.F., (2011). Öğretmen adaylarının temel ekoloji kavramları ve çevre sorunları konusundaki yanılgıları, *Ege Eğitim Dergisi*, 12(1), 22-51.
- Yıldırım, N., & Birinci-Konur, K. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya kavramlarını günlük hayatla ilişkilendirebilmelerine yönelik gelişimsel bir araştırma. *JASSS*, 30, 305-323.
- Yıldırım, N., & Maşeroğlu, P. (2016). Kimyayı günlük hayatla ilişkilendirmede tahmin-gözlem-açıklamaya dayalı etkinlikler ve öğrenci görüşleri, *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 7(1), 117-145.
- Yılmaz, O., Boone, W. J., & Andersen, H. O. (2004). Views of elementary and middle school Turkish students toward environmental issues. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1527-1546.
- Yılmaz-Tüzün, O., Teksöz-Tuncer, G. & Aydemir, M. (2008). An investigation on the elementary teachers' knowledge about air pollution issues. *H. U. Journal of Education*, 35, 374-385.

## EXTENDED ABSTRACT

### 1. Introduction

Scientifically literate students can make informed decisions within a science/technology context by drawing upon their rich scientific knowledge, including an understanding of the concepts, principles, theories, and processes of science (Abd-El-Khalick, Bell, and Lederman, 1998). Thus, the achievement of scientific literacy for individuals is viewed as the educational solution to the many economical, social, and environmental challenges of the 21st century (Eisenhart et al. 1996). In Turkey, the goal of chemistry education is to increase students' scientific and chemical literacy skills (MoNE, 2013). Chemical literacy could be defined as being able to use knowledge of chemistry in order to understand information associated with everyday problems, human health, industry and environmental problems (MoNE, 2013).

The environmental problems become an area of great concern all over the world (Yılmaz-Tüzün, Teksöz-Tuncer and Aydemir, 2008). In Turkey, in 1993 environmental education was included in science curriculum by the Ministry of National Education (Demiröven, 1999). Lately, science curriculum gave more emphasis to environment concepts (Ünlü, Sever and Akpınar, 2011). Despite the importance of these concepts, researchers have found that teachers and students at almost every level have misconceptions about various environmental issues (Michail, Stamou and Stamou, 2007; Papadimitriou, 2004; Yılmaz, Boone, and Andersen, 2004; Yılmaz-Tüzün, et al., 2008). For instance, Khalid conducted two studies in 2001 and 2003. He realized that both the teachers and the pre-service teachers had a lot of misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone and acid rain. He believed that one of the reasons for these misconceptions could be teachers' inadequate knowledge about these subjects (Bozdoğan, 2011). If the students did not had the proper knowledge and understanding of causes and effects of these environmental issues, it would be very hard for them to make correct decisions in the future to reduce and control these problems (Khalid, 2003). The key to effectively incorporate environmental dimension in education and achieve effective environmental education is the classroom teacher. If teachers do not have the knowledge and skills, it is unlikely that environmentally literate students will be produced (Khalid, 2003). Thus, in this study, the opinion of pre-service teachers about the acid rain was investigated.

Several studies conducted on acid rain revealed that teachers and students held several misconceptions about the acid rain (Dove, 1996; Khalid, 2001, 2003). Students struggle with understanding the acid rain because it is complex and also abstract in nature (Khalid, 2003). In the present study, we aim to add unique and important contribution to the literature by exploring the effects of chemistry background on the views of pre-service science teachers.

### 2. Method

The research was conducted at the second semester in the academic year of 2013/2014. Thirty-two freshman pre-service science teachers who took General Chemistry II course participated in the study. The data were collected through four open-ended questions and the answers of these questions were used as data sources. The questions were as follows; (1) what is acid rain?, (2) which activities contributed to acid rain?, (3) what are the environmental problems caused by acid rain?, and (4) how does acid rain affect the lakes

with limestone and lakes with sandy beds? For analysis, the pre-service science teachers were firstly numerated as S1, S2, S3....., and S32. Two researchers iteratively read pre-service teachers' answers and then the codes were formed based on the answers. Each researcher coded the data independently and then they compared their codes. The inter-rater reliability for the coding was 98% (Cohen's kappa = 0.89) and the remaining 2% of variance between the researchers was resolved through discussion. The pre-service teachers' views were presented in tables with relevant frequency and percentage values.

### 3. Findings, Discussion and Results

Through this research, it was aimed to determine (a) pre-service science teachers' opinions about the acid rain and (b) how their chemistry background is important when they answer the questions about the acid rain. First of all, results revealed that pre-service science teachers had superficial knowledge about the acid rain. For example, most of them had considerably low level of knowledge about the gases that contributes to the formation of acid rain. For instance, one of them incorrectly thought that carbon monoxide and carbon dioxide caused acid rain. Only %21,88 of them knew that sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) and nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) contribute to the formation of acid rain. However, none of them could correctly explained how these gases react with oxygen and water vapour at the atmosphere and produce nitric and sulphuric acids. Moreover, they did not have the proper knowledge and understanding of causes and effects of the acid rain. For instance, all of the pre-service teachers believed that acid rain exclusively results from human activities. Also, none of the students was aware of that acid rain indirectly causes health problems, particularly lung issues. Moreover, the pre-service teachers had many misconceptions about the acid rain in their explanations. For instance, 12,5% of the pre-service science teachers wrongly thought that sulphur gases reacts with water vapour or oxygen to form sulphuric acid. Indeed, the reaction between sulphur and oxygen should not produce H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. As it is seen here, it is observed that most of these misconceptions result from pre-service science teachers' inadequate chemistry knowledge. For instance, 12,5% of the pre-service science teachers incorrectly believed that nitrogen reacts with water vapour to form acid rain. However, atmospheric nitrogen is relatively inert, and it does not easily react with other chemicals to form new compounds. This misconception could be result from the inadequate understanding of Nitrogen Cycle. In the nitrogen cycle, small amount of nitrates are produced by lightning storms. However, atmospheric nitrogen only reacts with O<sub>2</sub> at the high temperature of a lightning strike. Another misconception that pre-service science teachers hold that acid dissolves the limestone. This is not a correct explanation because acids react with limestone chemically and form new compounds. Dissolving, on the other hand, is a physical change that does not affect the chemical composition of the matter (Khalid, 2003). Similarly, many of the pre-service teachers could not explain why lakes with limestone or calcium carbonate experience less adverse effects from acid rain than lakes with sandy beds because they had limited understanding of buffer solutions. In short, because the pre-service teachers did not meaningfully learn some chemistry concepts (buffer solutions, acid-base etc.), they could not comprehend the information about the acid rain.