



# Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi

<http://kutuphane.uludag.edu.tr/Univder/uufader.htm>

## Kimya Öğretmenlerinin Yetiştirilmesinde Önemli Husular: Laboratuvar Yeterliliklerinin İncelenmesi

Melis Arzu UYULGAN<sup>1</sup>, Mehmet KARTAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir, [melisarzucekci@gmail.com](mailto:melisarzucekci@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir, [mehmet.kartal@deu.edu.tr](mailto:mehmet.kartal@deu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, kimya öğretmenliği ve kimya bölümü son sınıfında öğrenim gören geleceğin kimya öğretmenlerinin laboratuvar yeterlilikleri bilimsel süreç becerileri açısından incelenmiştir. Araştırma tarama modellerinden tekil tarama modeline göre tasarlanmıştır. Çalışmaya eğitim fakültesi kimya öğretmenliği (N=67) ve fen fakültesi kimya bölümünde (N=96) okuyan toplam 163 son sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin temel kimya laboratuvar yeterliliklerine ilişkin veriler Laboratuvar Yeterlilikleri Testi kullanılarak belirlenmiştir. Verilerin analizi analitik kriter ölçeği yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarından öğrencilerin incelenen bilimsel süreç becerilerinden gözlem yapma, sınıflandırma, veri işleme ve model oluşturma, yorumlama ve sonuç çıkarma, verileri kaydetme ve hipotez kurma, değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme ve değiştirme, işlevsel tanımlama, deney tasarlama, deney araç-gereçlerini tanıma ve kullanma, deney düzeneği kurma becerilerinde yetersiz kaldıkları; ölçme, tahminde bulunma ve çıkarım yapma becerilerinde ise yeterli düzeyde cevaplar verebildikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırma sonuçlarından kimya öğretmenliği gruplarının testten aldıkları ortalama puanlarının 49,34 ve başarı oranının % 41, kimya bölümü gruplarının ise ortalama puanlarının 48,08 ve başarı oranının % 40 olduğu bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Bilimsel süreç becerisi, Kimya eğitimi, Laboratuvar, Öğretmen eğitimi.

## Crucial Aspects Concerning the Training of Chemistry Teachers: Investigation of Laboratory Proficiency

### ABSTRACT

In this study, laboratory proficiency of future chemistry teachers who are studying at departments of chemistry education and chemistry was investigated in terms of the scientific process skills. The study was designed according to single screening model from the survey models. Total of 163 senior was participated to the study who are studying at faculty of education, chemistry education (N=67) and faculty of science, department of chemistry (N=96). Data regarding students' basic chemistry laboratory proficiencies were determined using Laboratory Proficiency Test (LPT). The data analysis was carried out with the help of analytic scoring scale. Considering the results of the study it was found out that the students were insufficient at the scientific process skills of observing, classifying, processing data and formulating models, interpreting data and drawing conclusions, recording data and formulating hypothesis, identifying variables, controlling and changing variables, defining operationally, designing an experiment, conducting the tools materials and supplies of the experiment, establishing experimental setup; also they were sufficient at measuring, predicting and inferring. In addition, considering the results of the study the chemistry education student groups' average scores obtained from LPT test was found to be 49.34 and success rate was 41%, the chemistry department student groups' average scores obtained from LPT test was found to be 48.08 and the success rate was 40%.

**Key Words:** Scientific process skills, Chemistry education, Laboratory, Teacher training.

### GİRİŞ

Eğitim-öğretim faaliyetlerinde etkin olan öğretmenler ilköğretimden üniversiteye kadar tüm eğitim sisteminde yer alan en önemli öğedir. Bu sistemde başarının sağlanabilmesi için yapılan müfredat çalışmalarının yanında bu müfredatı uygulayacak olan öğretmenlerin de nitelikli bir şekilde yetiştirilmeleri gerekmektedir (Ayas, Çepni, Johnson ve Turgut, 1997). Çünkü öğretmenler alanlarına ilişkin bilgi, beceri ve tutumları bilim insanlarının kullandığı yöntemleri yorumlayarak ve uygulayarak öğrencilerine kazandırmayı sağlama görevindedir.

Fen bilimleri eğitiminde bilgiyi öğrenebilmek için öğretimin içinde uygulamanın da yer alması gerekmektedir. Fen bilimlerinin en önemli uygulama sahası ise laboratuvarlardır (Akdeniz, Azar ve Çepni, 1999; Hofstein ve Lunetta, 2004; Koray, Köksal, Özdemir ve Presley, 2007; Wenglinsky, 2000; Wenglinsky ve Silverstein, 2007). Laboratuvar eğitiminde öğrenciler bir bilim adamı gibi bilimsel düşünmeyi, yeni bilgiye ulaşma yollarını ve araştırma yapmayı öğrenirler (Çilenti, 1985; Duru, Demir, Önen ve Benzer, 2011; Lucas, 1971; Nakhleh, Polles ve Malina, 2002).

Kimya bilimi deneysel işlem gerektiren ve bu işlemlerin sonuçlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Deneyler yardımıyla öğrenilen kuramsal bilgiler soyuttan somuta dönüştürülebilir ve böylelikle daha anlaşılır hale getirilebilir (Hofstein ve Mamlok-Naaman, 2007). Fen eğitiminin önemli amaçlarından birisi de Amerikan Bilimi İlerletme Derneği (A.A.A.S., 1993) ve Ulusal Araştırma Konseyi (N.R.C., 1996)'ne göre öğrencileri problem çözme ve sorgulama aktivitelerine yönlendirmektir. Bu sebeple fen eğitiminde deneyler ve bu deneyleri yerine getirebilmek için yeterli düzeyde yetişmiş öğretmenlere ihtiyaç bulunmaktadır (Aydoğdu ve Kesercioğlu, 2005; Miles, 2010). Ayrıca fen eğitimcilerinin görevi sadece öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve kavramsal öğrenmelerini geliştirmek değil, aynı zamanda bilimsel deneylerin nasıl gerçekleştirildiği ve bilimsel sonuçlara nasıl ulaşılabildiği konusunda da kendilerini yetiştirmektir (NSTA, 2003). Kimya eğitiminde kavramların diğer fen bilimlerine göre soyut yapıda olması öğrenilmelerini güçleştirmektedir (Çalık ve Ayas, 2005; Zoller, 1990). Bu sebeple, kimyadaki kavram, olgu ve olayların laboratuvar ortamında yaparak yaşayarak oluşturulacak öğrenme ortamları ile öğretimi kimya derslerinin öğrenilmesini daha etkili hale getirecektir (Gallagher, 1987). Çünkü olayların denenerek sonuçların gözlenmesi laboratuvar eğitiminin temel felsefesidir. Laboratuvar eğitimi ile aynı zamanda bilimsel bilgiler kazandırabilme, bilimin özünü ve bilimsel yöntemleri anlayabilme, fen alanında olumlu tutum geliştirme gibi kazanımlar sağlanabilmektedir (Tamir, 1997). Myers (2004), araştırma laboratuvarı yaklaşımı ile yapılan öğretimin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve içerik bilgilerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Feyzioğlu (2009) kimya eğitiminde etkili laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini ifade etmiştir.

Laboratuvar ortamındaki önemli değişkenler ise; öğretmenlerin yeterliliği, tutum ve davranışları, laboratuvar etkinliklerinin içeriği, uygulanan öğretim yöntemleri ve öğrenme çevresidir (Hofstein ve Lunetta, 1982). Laboratuvar etkinliklerinin fen eğitimindeki öneminden dolayı etkili

bir fen eğitimi gerçekleştirilebilmesi için öğretmenlerin sınıf ortamında otoriter tutumdan uzaklaşıp; öğrencilerinde merak uyandıran, onları araştırmaya yönlendiren, öğrenme çıktılarını kendilerinin ulaşabilmesine yardımcı olan, birlikte araştıran ve öğrenen bir yaklaşımda olmaları gerekmektedir (Gürses, Yalçın ve Doğar, 2003). Deneysel araştırmaları planlayabilme ve laboratuvarında güvenli bir şekilde çalışabilme becerisi etkili bir fen öğretmenin sahip olması gereken becerilerden biri olarak tanımlanmıştır (Ayas ve ark., 1997). Oysaki yapılan bazı araştırmalarda öğretmenlerin laboratuvar uygulamalarında bu beceriler açısından yetersiz kaldıkları belirtilmiştir (Aydoğdu, Erkol ve Erten, 2014; Coştu, Ayas, Çalık, Ünal ve Karataş, 2005; Hacıeminoğlu, Özgelen ve Yılmaz-Tüzün, 2008; Howit, 2007; Palmer, 2006).

Laboratuvarında uygulanan öğretim yaklaşımlarından biri olan bilimsel süreç becerileri ise öğrencilere etkin uygulama becerisi kazandırmayı temel almaktadır (Tan ve Temiz, 2003). Öğrencilerin bilimsel bilgileri anlayabilmek için bu bilginin üretilmesindeki süreçlerle meşgul olmaları gerekmektedir. Derslerde anlatımın yanında gerçekleştirilecek deneysel uygulamalarla öğrencilerin bu becerileri geliştirilebilir. Öğrencilerde bu becerilerin gelişimi deneysel uygulamaların ders içeriğiyle bağdaştırılabilmesini ve kavramların öğrenilebilmesini sağlar. Bundan dolayı bilimsel bilgiyi özümseyebilmek için bilimsel süreç becerileri en uygun araçtır (Covill ve Pattie, 2002, akt.: Ferreira, 2004). Ayrıca bilimsel süreç becerilerinin öğretim programında etkin kullanımının kimya, fizik ve biyoloji alanlarında anlamlı öğrenmeyi sağladığı da belirtilmektedir. Bu süreç becerileri aracılığıyla öğrencilerin fen bilimlerine karşı olumsuz tutumları da azaltılabilmektedir (Dirks ve Cunningham, 2006; Harman, 2012).

Kimya ve diğer fen bilimleri eğitiminin temel amaçlarından birisi de bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasıdır (Germann, Aram ve Burke, 1996; Kujawinski, 1997; Laçın-Şimşek, 2010; Saat, 2004; Tifi, Natale ve Lombardi, 2006). Bu becerilerin gelişimi bilim okuryazarı olabilmeyi, bilimin doğasını kavrayabilmeyi ve yaşam boyu öğrenmede gerekli olan nitelikleri (sonuç çıkarma, yorumlama ve değerlendirme gibi) kazanabilmeyi de beraberinde getirmektedir (Harlen, 1999). Ewers (2001) fen eğitimine bilimsel süreç becerilerinin kazandırılması ile başlanması, daha sonra alana özgü bilgilerin verilmesi ve alan çalışması deneyimlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğini önermiştir. Bilimsel süreçte, gözlenen olayların açıklanması, olaylar arasındaki ilişkiler üzerine genellemeler yapılabilmesi nicel ve nitel gözlemlere ve deneylere dayalı olarak gerçekleştirilir (Arslan ve Tertemiz, 2004). Öğretmenler için özellikle fen derslerinde öğrencilere kavram, teori,

kanun öğretiminin yanında bilimi nasıl uygulayacaklarını öğretmek önemlidir (Tatar, 2006).

Alanyazın incelemesinde bilimsel süreç becerilerinin temel ve üst düzey beceriler (Saat, 2004; Yeany, Yap ve Padilla, 1984); temel, nedensel ve deneysel beceriler (Ayas ve ark., 1997; Karamustafaoğlu ve Yaman, 2006); temel ve bütünlük/birleştirilmiş beceriler (A.A.A.S., 1993; Bağcı-Kılıç, 2006; Rezba, Sprague, McDonnough ve Matkins, 2007) olarak farklı sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri temel, nedensel ve deneysel beceriler olarak incelenmiştir. Temel beceriler; gözlem yapma, ölçme, sınıflandırma, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkileri kurmayı, nedensel beceriler; tahmin etme, değişkenleri belirleme, verileri yorumlama, sonuç çıkarmayı, deneysel beceriler ise; hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, deney yapma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme becerilerini içermektedir (Akdeniz, 2005; Wilke ve Straits, 2005).

Fen eğitiminde bu becerilere sahip olarak yetişecek öğrenciler ileride sorgulama ve araştırma yapabilen bireyler haline gelecektir. Bu sayede ülkenin fen alanında gelişmişlik düzeyi arttırılabilir. Ancak bu becerileri sınıf ortamında uygulamaya koyacak olan öğretmenlerin eğitiminde bazı boşluklar bulunmaktadır. Bu durumu inceleyen ve fen bilimleri alanlarındaki öğretmen ve öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerindeki yeterliliklerini ortaya koyan çalışmalara çok rastlanılamamıştır.

Yapılan araştırmalarda fen alanındaki öğretmenlerin uygulama yapmaya elverişli ortamlar bulamamaları sebebiyle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirecek etkinlikler gerçekleştiremedikleri belirtilmektedir (Böyük, Demir ve Erol, 2010). Oysaki öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi ve bu becerileri öğrencilerine nasıl kazandırmaları gerektiği üzerine odaklanılmalıdır. Öğretmen adaylarının bu becerileri üzerine yapılan çalışmalar, büyük ölçüde yetersiz olduklarını (Aydoğdu, 1999; Ewers, 2001; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 1999; Türkmen, 2006) ve bu beceriler hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermektedir (Burke, 1996; Downing ve Filer, 1999; Farsakoğlu, Şahin, Karşı, Akpınar ve Ültay, 2008; İnan, 2010; Lotter, Harwood ve Bonner, 2007; Karşı, Şahin ve Ayas, 2009). Aydoğdu ve arkadaşları (2014) çalışmalarında bilimsel süreç becerilerine yönelik bir test uygulayarak 158 ilköğretim öğretmenin bilimsel süreç becerilerini öğretebilecek kadar yeterli olmadıklarını ifade etmişlerdir. Celep ve Bacanak (2013) fen bilimlerinde yüksek lisans yapan fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerini genel olarak tanımlayabildiklerini, bu becerilerin

alt basamaklarını tam olarak bilemediklerini belirtmişlerdir. Karşılıklı arkadaşları da (2009) fen bilgisi öğretmenleri ile yaptıkları görüşmeler sonucunda öğretmenlerin bilimsel süreç becerilerini yeterince bilmediklerini ortaya çıkarmışlardır. Birinci Konur ve Yıldırım (2016) ise toplam 190 fen ve ilköğretim öğretmen adayları ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında bilimsel süreç becerileri açısından fen öğretmeni adaylarının ilköğretim öğretmeni adaylarına göre daha başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca her iki bölüm öğrencisinin de pek çok beceriyi kullanabildiğini de ifade etmişlerdir. Öğretmenlere bu becerilerin yeterli düzeyde kazandırılması, onlara öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirecek öğretim aktiviteleri ve ortamları tasarlamalarını sağlar (Ash, 1993; Birinci Konur ve Yıldırım, 2016; Harlen, 1999). Öğrencilerin bu becerileri kazanabilmeleri için öncelikle öğretmenlerin yeterli düzeyde yetişmiş olmaları ve etkin bir şekilde kullanabilmeleri gerekmektedir (Mutisya, Rotich ve Rotich, 2013; Myers, Washburn ve Dyer, 2004; Yıldırım, Atilla, Özmen ve Sözbilir, 2013). Bu sebeple fen bilimleri alanında yetişen öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarındaki yeterlilikleri açısından bilimsel süreç becerilerinin belirlenmesi önem taşımaktadır (Farsakoğlu ve ark., 2008; Feyzioğlu, 2009; Karşı ve Ayas, 2013; Laçın-Şimşek, 2010; Türkmen ve Kandemir, 2011).

Buradan hareketle bu araştırmadaki amaç, 2011-2012 öğretim yılında eğitim ve fen fakültelerinde öğrenim gören kimya öğretmeni adaylarının temel kimya laboratuvar yeterliliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir. Bu amaçla mevcut durumda yer alan geleceğin kimya öğretmenlerinin laboratuvar yeterlilikleri bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmada cevap aranan sorular şu şekildedir:

1. Kimya öğretmenliği ile kimya bölümü öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilen temel kimya laboratuvar yeterlilikleri ne durumdadır?
2. Kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilen temel kimya laboratuvar yeterlilikleri;
  - Gruplar içinde (Üniversitelere göre)
  - Gruplar arasında (Fakülterlere göre) farklılaşmakta mıdır?

## YÖNTEM

Bu araştırmada eğitim fakültesi kimya öğretmenliği ve fen fakültesi kimya bölümünde okuyan son sınıf öğrencilerinin (N=163) temel kimya laboratuvar yeterlilikleri bilimsel süreç becerileri (BSB) açısından incelenmiştir. Bu yönüyle araştırma tarama modellerinden tekil tarama modeline göre tasarlanmıştır. Tekil tarama modelinde izleme veya kesit alma yaklaşımı tercih edilebilir. Bu araştırmada kesit alma yaklaşımı uygulanmıştır (Karasar, 2005). Bu yaklaşıma göre lisans öğrenimlerinin son dönemindeki son sınıf kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencileri araştırmaya alınmıştır.

### Araştırmanın Örnekleme

Araştırmada Türkiye'deki kimya öğretmenliği programı olan eğitim fakülteleri son sınıf öğrencileri ile kimya bölümü olan fen fakülteleri son sınıf öğrencileri evreninden tabakalı örnekleme yöntemine göre örneklem seçimi yapılmıştır. Bu yöntemle Türkiye'de kimya öğretmeni yetiştiren 13 eğitim fakültesinin son sınıf öğrencileri 2007 yılı ÖSS Sayısal -1 üniversiteye giriş puanlarına göre üst, orta ve alt olacak şekilde üç gruba ayrılmıştır. Bu gruplandırmada 2007 yılı ÖSS Sayısal-1 puanlarının dikkate alınmasının sebebi öğrencilerin okudukları üniversiteye belirtilen yılda ve puan türünde yerleştirilmiş olmalarıdır. Oluşturulan tabakaların her birinden bir üniversite tesadüfi yolla seçilmiştir. Böylelikle seçilen üç üniversitenin eğitim fakültesi kimya öğretmenliği programı ve fen fakültesi kimya bölümü araştırma örnekleme alınmıştır. Kimya bölümü öğrencilerinin örneklem grubuna alınma sebebi mezun olduklarında formasyon eğitimi olarak eğitim fakültesi mezunu öğrenciler gibi kimya öğretmenliğine başvurabilmeleridir. Örneklem dahilindeki üniversitelerin yer aldığı coğrafi bölgeler sırasıyla Ege, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgesi şeklindedir. Araştırma örnekleminin üniversite ve fakülteye göre dağılımı Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Örneklemin Üniversite ve Fakülteye Göre Dağılımı

Üniversite	Grup	Kimya Öğretmenliği		Kimya Bölümü		Toplam	
		N	%	N	%	N	%
A Üniversitesi	Üst	24	14,7	30	18,4	54	33,1
B Üniversitesi	Orta	15	9,2	32	19,6	47	28,8
C Üniversitesi	Alt	28	17,2	34	20,9	62	38,0
<b>Toplam</b>		67	41,1	96	58,9	163	100,0

Araştırma örnekleme alınan üç üniversitenin eğitim ve fen fakültelerinin ilgili bölümlerinin lisans programları incelenerek örneklem dahilindeki öğrencilerin lisans öğrenimleri boyunca almış oldukları laboratuvar dersleri ve toplam ders saatleri Tablo 2’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Kimya Öğretmenliği ve Kimya Bölümü Programlarında Yer Alan Laboratuvar Dersleri ve Saatleri

	Dersin Adı	Ders saati		Sınıfı		Ders saati		Sınıfı
		En az	En fazla			En az	En fazla	
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMLARI	Genel kimya laboratuvarı	4	4	1.sınıf	KİMYA BÖLÜMÜ PROGRAMLARI	4	8	1.sınıf
	Analitik kimya laboratuvarı	6	8	2.sınıf		8	8	2.sınıf
	Anorganik kimya laboratuvarı	3	8	2.- 3. Sınıf		4	8	2.sınıf
	Organik kimya laboratuvarı	6	8	3.sınıf		8	8	2.- 3. sınıf
	Fizikokimya laboratuvarı	6	8	3.- 4. Sınıf		4	8	3. sınıf
	Biyokimya laboratuvarı	4	6	4.sınıf		4	10	3.- 4. sınıf

Tablo 2’de her iki programda da öğrencilerin aldıkları laboratuvar derslerine ait ders saatlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Buna göre her iki programda da okuyan öğrencilerin laboratuvar geçmişlerinin benzer olduğu söylenebilir.

### Veri toplama aracı

Araştırmada öğrencilerin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilen temel kimya laboratuvar yeterliliklerine ilişkin veriler Laboratuvar Yeterlilikleri Testi (LYT) kullanılarak belirlenmiştir. LYT testi toplam 10 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Açık uçlu soruların her biri farklı bir bilimsel süreç becerisini ölçmeye yöneliktir. Soruların tamamı bilimsel süreç becerileri ile ilgili alanyazın incelemesi sonucunda araştırmacı



tarafından hazırlanmış ve geliştirilmiştir. Testin kapsamına bilimsel süreç becerilerinden gözlem, sınıflandırma, ölçme, veri işleme ve model oluşturma, yorumlama ve sonuç çıkarma, tahminde bulunma, verileri kaydetme, hipotez kurma, değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme ve değiştirme, işlevsel tanımlama, deney tasarlama, deney malzemelerini araç ve gereçleri kullanma, deney düzeneği kurma, çıkarım yapma alınmıştır. Soruların cevapları yazılı açıklama gerektirmektedir. Kapsam geçerliliği için her bir soru ile ölçülmek istenen bilimsel süreç becerisine yönelik öğrenci kazanımları belirlenmiştir. Belirlenen kazanımlar ve bu kazanımlara yönelik hazırlanan sorular üç kimya alanı uzmanı görüşü alınarak yeniden düzenlenmiştir.

LYT testine ilişkin pilot çalışma Ege bölgesinde yer alan örneklem dışındaki bir üniversitenin eğitim ve fen fakülteleri kimya öğretmenliği ve kimya bölümünde okuyan son sınıf öğrencileri (N=64) ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama sonucunda öğrencilerden gelen dönütler ile testte yer alan soruların açık ve net olması sağlanmış, sorularda anlaşılmayan ifadelerin düzenlenmesi yapılmıştır.

**6.soru:** 10 öğrenci laboratuvarında aynı koşullarda çalışarak aspirinin çözünme hızını ölçmektedirler. Her bir öğrenci aspirinin çözünme sürelerini (saniye(sn)) aşağıdaki şekilde kaydetmiştir.

sn	2.21	2.31	2.24	2.19	2.26	4.21	2.25	2.18	2.22	2.30
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

a) Sonuçların farklı çıkmasının nedeni sizce ne olabilir?

b) Bu değerlerden herhangi biri atılabilir mi? Atılabilirse hangisi atılır?

**8.soru:** Bir öğrenci boyutları aynı olan 4 tüp alır ve her birine 5'er mL saf su koyar. Tüplerdeki su sıcaklıklarını 0 °C, 25 °C, 40 °C, 60 °C'ye ayarlar. Daha sonra her bir tüpteki çözelti doymuş hale gelinceye kadar KNO<sub>3</sub> çözer.

a. Bu deneyde sınanan hipotez nedir?

b. Deneydeki değişkenler nelerdir?

Bağımlı Değişken:

Bağımsız Değişken:

Kontrol Değişkeni:

c. Başka hangi değişkenlere bakılabilir?

**Şekil 1.** Laboratuvar Yeterlilikleri Testinde Yer Alan Soru Örnekleri

Ayrıca testin cevaplandırılması için gereken ortalama süre belirlenmiştir. Pilot çalışma sonucu yapılan değişiklikler ile teste son şekli verilmiştir. Şekil 1’de araştırmada kullanılan LYT’de yer alan iki soru örneği yer almaktadır.

### **Veri toplama süreci**

Araştırma 2011-2012 öğretim yılında yürütülmüştür. Araştırmada veriler ilgili üniversitenin eğitim ve fen fakültelerinde önceden belirlenen gün ve saatlerde iki ders saati süresinde yapılan uygulamalar sonucu toplanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilere araştırmanın amacı, çıkan sonuçların nerelerde kullanılacağı hakkında sözlü bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu bilgilendirmelerden sonra araştırmaya katılmak isteyen gönüllü öğrencilere uygulamalar yapılmıştır. Ayrıca araştırmanın etik olarak yürütülmesi açısından uygulanan veri toplama aracına öğrencilerin isimleri yazdırılmamıştır.

### **Verilerin analizi**

Açık uçlu sorulardan oluşan LYT’den elde edilen verilerin değerlendirilmesi için öncelikle araştırmacı tarafından bir cevap anahtarı hazırlanmıştır. Bu cevap anahtarının puanlandırılması için de “Laboratuvar Yeterlilikleri Analitik Kriter Ölçeği” kullanılmıştır. Analitik kriter ölçeği (Analitik rubrik) ile bir süreç ya da performansı oluşturan parçalar (bileşenler) bunlarla ilgili belirlenen kriterler doğrultusunda birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilir (Mertler, 2001). Bu tür rubrikler her bir özelliğin ya da değişik birkaç beceriye ilişkin kriterlerin öğrenci performansı ya da ortaya çıkan ürün hakkında inceleme yapılmasını da sağlar. Böylelikle öğrenci performansı hakkında daha ayrıntılı bilgi edinimi gerçekleştirilebilir (Nitko, 2001). Araştırmada kullanılan Analitik kriter ölçeği araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Hazırlanma sürecinde ilk olarak her bir soruya ilişkin BSB’ye karşılık gelen cevapların tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre öğrencilerin soruya verebilecekleri cevaplar ve bu cevapların hangi kriterlere uygun olarak puanlandırılacağı belirlenmiştir. Öğrenci cevapları soruya verilen yanıtların doğruluk düzeylerine göre kategorilendirilmiş ve puanlandırılmıştır. Analitik kriter ölçeğinde dikkate alınan puanlandırma kategorileri ve tanımları Tablo 3’te yer almaktadır (Coştu ve ark., 2005; Marek, 1986).

Tablo 3’te gösterilen puanlandırmaya göre testten alınabilecek maksimum puan 120, minimum puan ise 0’dır. Bu şekilde yapılan bir puanlandırmada tüm soruları KD yanıtlayan bir öğrenci testten en fazla %50

başarı sağlayabilir. Öğrencinin %50'nin üzerinde bir başarı sağlayabilmesi için en az bir soruda TD cevap verebilmiş olması gerekmektedir.

**Tablo 3.** Analitik Kriter Ölçeğinde Dikkate Alınan Puanlandırma Kategorileri ve Tanımları

Kategori	Kod	Puan	Açıklama
Tam doğru	TD	8	Soru ile ilgili bilimsel fikirlerin bir kısmını veya hepsini içeren cevaplar
Kısmen doğru	KD	4	Soru ile ilgili olarak kabul edilebilir düzeyde olan ancak; soruya tam olarak cevap teşkil etmeyen öğrenci ifadelerini içeren cevaplar
Yanlış	Y	2	İlişkisiz, mantıksız ya da yanlış bilgi içeren cevaplar
Boş (Cevapsız)	B	0	Soruyu tamamıyla boş bırakanlar, bilmiyorum, anlamadım ya da soruyu aynen tekrar eden cevaplar

Sonuç olarak bu puanlandırma ile TD yanıt veren öğrencilerin yer aldığı %50'lik geniş bir dilim oluşturulmuş ve daha iyi bir başarı değerlendirmesi sağlanmıştır. Şekil 2'de araştırmada kullanılan analitik kriter ölçeğinden 6. sorunun puanlandırma derecelerini içeren örnek bir kesit yer almaktadır.

Kategoriler		Puanlama Kriterleri		
SN	BSB	Tam Doğru (TD); Kısmen Doğru (KD); Yanlış (Y); Boş (B)	P	
6. soru	Tahminde bulunma	TD	Tüm soruların cevaplarının doğru tahminde bulunduğu cevaplar	8
		KD	Bazı soruların cevaplarının doğru bazılarının hatalı tahminde bulunduğu cevaplar	4
		Y	Tüm soruların cevaplarının yanlış olarak tahminde bulunduğu cevaplar	2
		B	Boş bırakılan ya da anlamadım, bilmiyorum, fikrim yok şeklinde verilen cevaplar	0

**Not:** SN: Soru Numarası; BSB: Bilimsel Süreç Becerisi; P: Puan

**Şekil 2.** Araştırmada Kullanılan Analitik Kriter Ölçeğinden 6. Sorunun Puanlandırma Derecelerini İçeren Örnek Bir Kesit

LYT'deki açık uçlu sorulara verilen cevapların güvenilirliği için kodlama güvenilirliğine bakılmıştır. Nitel verilerin analizinde kullanılan içerik analizinin güvenilirliği kodlama işlemi ile belirlenmektedir. Analizlerde

belirlenen kategorilerin yorumunun araştırmacılar arasında ya da iki farklı zaman aralığında değişmemesi gerekmektedir (Tavşancıl ve Aslan, 2001). Bu araştırmada kodlayıcı içi güvenilirlik (zaman açısından güvenilirlik) yani kodlayıcının kendi iç tutarlılığının belirlenmesi tercih edilmiştir. Bu güvenilirlik analizi için araştırmacı (kodlayıcı) sorulardan elde edilen verileri analitik kriter ölçüğünde yer alan dereceli puanlandırma anahtarına göre iki hafta arayla kodlamıştır ve bu kodlamalardan araştırmacının kendi içindeki tutarlılığına bakılmıştır. Kodlama güvenilirliği uyuşum yüzdesi indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Uyuşum yüzdesi, aynı kodlamanın yapıldığı durumların, mevcut tüm durumlara (üzerinde uzlaşmaya varılan ve varılmayan kodlama durumları) oranı hesaplanarak bulunan bir indekstir. Kodlamanın güvenilirlik formülü  $P = (Na / Na + Nd) \times 100$  (P: Uyuşum Yüzdesi, Na: Uyum Miktarı, Nd: Uyuşmazlık Miktarı) şeklindedir. Kodlayıcılar arası ve kodlayıcı içi güvenilirliği belirlemek için uyuşum yüzdesinin %70'den daha yüksek olması beklenir (Tavşancıl ve Aslan, 2001: 81). Yapılan kodlamalara bağlı olarak araştırmada hesaplanan kodlayıcı içi uyuşum yüzdesi %87 bulunmuştur. Bu sonuçtan kodlama güvenilirliğinin yüksek derecede kabul edilebilir olduğu söylenebilir.

## BULGULAR

Araştırmanın birinci sorusunda “Kimya öğretmenliği ile kimya bölümü öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilen temel kimya laboratuvar yeterlilikleri ne durumdadır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Buna göre LYT'den elde edilen veriler hem nicel hem de nitel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler her bir soruda ölçülmek istenilen BSB'ye göre ayrı ayrı yorumlanmıştır.

Uygulanan açık uçlu sorulardan ilk soruda öğrencilerden deney tüplerinde bulunan kimyasal bir maddenin ( $CuNO_3$  çözeltisi) üzerine farklı kimyasal maddeler (ilk olarak NaOH, daha sonra HCl) sırayla eklendiği zaman nasıl bir değişim gözleyebileceklerini ve bu tüplerde gerçekleşecek reaksiyonları belirlemeleri istenmiştir. Soruda BSB'den gözlem yapma becerisi ölçülmüştür. Bu soruda bir kalitatif analiz deneyi sonucuna ilişkin bir gözlem sorulmuştur. Öğrenciler bu kalitatif analiz deneylerini daha önce aldıkları Genel kimya ve Analitik kimya laboratuvarlarında deneyimlemişlerdir. Ayrıca soruda öğrencilerin kimyasal bir reaksiyonu yazabilme becerileri de incelenmiştir. Tablo 4'te öğrencilerin soruyla ilgili verdikleri yanıtların kategorik yüzde dağılımı görülmektedir.

**Tablo 4.** LYT'deki 1.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
1.soru	Gözlem	1,5	<b>23,9</b>	13,4	61,2	0	<b>27,1</b>	20,8	52,1
	Reaksiyon yazma	0	<b>23,9</b>	19,4	56,7	0	<b>32,3</b>	15,6	52,1

Tablo 3'e göre her iki fakültede de öğrencilerin verdikleri yanıtlarda tam doğru ifadelerle rastlanılamamıştır. Öğrenciler bu soruya daha çok kısmen doğru cevaplar verebilmişlerdir. Soruyla ilgili cevaplar incelendiğinde öğrencilerin yanlış cevaplarının çoğunlukta olduğu da görülmektedir. Bu yanlış cevaplarda gözlem basamağında kimya bölümü öğrencilerinin (%20,8), reaksiyon yazma basamağında ise kimya öğretmenliği öğrencilerinin (%19,4) daha fazla yanlışları bulunduğu görülmüştür. Bu hatalı cevaplardan bazı örnekler Tablo 5'te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** LYT'deki 1.Soruyla İlgili Yanlış Cevap Örnekleri

Soru	Kimya öğretmenliği öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri
1	NaNO <sub>3</sub> çökeltisi oluşur.
Gözlem basamağı	Ortamın asitliği ile ilgili ifadeler; - Önce asidikleşir, sonra bazikleşir - Önce nötrlenir, sonra asidikleşir
Reaksiyon yazma basamağı	Maddelerin halleri (k, s, g, suda) reaksiyon üzerinde belirtilmemiş Nötrleşme tepkimesi gösterilmiş (NaOH + HCl → NaCl + H <sub>2</sub> O) Bileşik formülleri hatalı yazılmış (örn. Na <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> , Cu(NO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , CuCl, H <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> , Cu <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> , CuOH) Reaksiyonda denkleştirme yapılmamış Bakır elementinin simgesi "Ba" olarak yazılmış Yarı soy metal olduğundan ancak H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> gibi güçlü asitlerle tepkimeye girer. (Bakır elementi için bu ifade kullanılmış)
Soru	Kimya bölümü öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri
1	Ortamın asitliği ile ilgili ifadeler; - Bazik çözelti oluşur, asidik çözelti oluşur - Nötr ortam oluşur - pH artar, pH azalır
Gözlem basamağı	NaNO <sub>3</sub> çöker
Reaksiyon yazma basamağı	Bileşik formülleri hatalı yazılmış (örn. NaNO <sub>2</sub> , CuCl, Na <sub>2</sub> NO <sub>3</sub> , CuNO <sub>3</sub> , CuOH) Reaksiyonda denkleştirme yapılmamış Maddelerin halleri (k, s, g, suda) reaksiyon üzerinde belirtilmemiş Tepkime gerçekleşmez NaCl oluşur

Açık uçlu sorulardan ikinci soruda öğrencilere laboratuvarda kullanılan bazı araç-gereçlerin resimleri verilmiş ve öğrencilerden bu araç-gereçleri isimlendirmeleri ve sınıflandırmaları beklenmiştir. Bu soruda BSB'den sınıflandırma becerisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Soruya verilen cevapların kategorik yüzde dağılımı Tablo 6'da gösterilmektedir.

**Tablo 6.** LYT'deki 2.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
2.soru	İsimlendirme	9,0	<b>85,1</b>	0	6,0	3,1	<b>94,8</b>	1,0	1,0
	Sınıflandırma	1,5	<b>20,9</b>	3,0	<b>74,6</b>	0	<b>26,0</b>	0	<b>74,0</b>

Tablo 6'ya bakıldığında bu soruda da öğrencilerin tam doğru cevaplarının düşük olduğu görülmektedir. İsimlendirme basamağında her iki fakültede de öğrencilerin kısmen doğru yanıtlarının çoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçtan öğrencilerin laboratuvarda bulunan araç-gereçleri tanıma konusunda zorluk yaşamadıkları söylenebilir. Sınıflandırma basamağında ise her iki fakültede de öğrencilerin benzer şekilde bu malzemelerle doğru bir sınıflandırma yapamadıkları ve çoğunlukla bu basamağı boş bıraktıkları görülmüştür.

İkinci soruyla ilgili yapılan Tablo 7'deki hatalara bakıldığında öğrencilerin laboratuvar araç-gereçlerini birbirleri ile karıştırdıkları (örn. balonjoje-balon; huni-ayırma hunisi) ve bilimsel olarak doğru isimlendirme yapamadıkları (örn. kroze-tencere) görülmektedir. Ayrıca öğrenciler verilen araç-gereçlerin volumetrik sınıflandırmasını düşünememişlerdir. Yaptıkları sınıflandırmalarda daha çok ısıya dayanıklı-dayanaksız, cam-plastik gibi ifadeler kullanmışlardır.

**Tablo 7.** LYT’deki 2.Soruyla İlgili Yanlış Cevap Örnekleri

<b>Soru</b>	<b>Kimya öğretmenliği öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri</b>
<b>2</b>	
İsimlendirme basamağı	Kroze ve kapsül birbiriyle karıştırılmış Pipete; büret, termometre denilmiş Kapsüle; havan, süzgeç, kap, kase denilmiş Krozeye; tencere denilmiş Bek alevine; ısıtıcı, ocak denilmiş Balonjojeje; balon denilmiş Huniye; ayırma hunisi denilmiş Porselen kapsül ismi çoğunlukla boş bırakılmış Spatül; kaşık denilmiş
Sınıflandırma basamağı	Volumetrik sınıflandırma yapılmamış Volumetrik sınıflandırmada mezür yazılmış
<b>Soru</b>	<b>Kimya bölümü öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri</b>
<b>2</b>	
İsimlendirme basamağı	Porselen kapsül bilinmiyor, kroze ile karıştırılmış Pipete; termometre, derece, damlalık, büret denilmiş Bek alevine; ısıtıcı, ocak denilmiş Kapsüle; kap, kase denilmiş Krozeye; desikatör denilmiş Huniye; ayırma hunisi denilmiş Balonjojeje; balon denilmiş Spatüle;kaşık, baget denilmiş
Sınıflandırma basamağı	Volumetrik sınıflandırma yapılmamış Volumetrik sınıflandırmada mezür yazılmış

Açık uçlu soruların üçüncü sorusunda öğrencilere volumetrik bir cam malzemede yer alan belirli bir miktarda sıvı verilmiş, öğrencilerden bu sıvının doldurduğu hacmi okumaları ve ayrıca boş bir volumetrik cam malzemede belirli bir sıvı miktarının yerini göstermeleri istenmiştir. Bu soruda BSB’den ölçme becerisinin ölçülmesi hedeflenmiştir.

**Tablo 8.** LYT'deki 3.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
3.soru	Okuma basamağı	40,3	<b>58,2</b>	0	1,5	<b>59,4</b>	38,5	1,0	1,0
	Gösterme basamağı	20,9	<b>71,6</b>	6,0	1,5	24,0	<b>66,7</b>	7,3	2,1

Tablo 8'e bakıldığında bu soruda öğrencilerin TD ve KD yanıtlarının çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre her iki fakültede de öğrencilerin BSB'den ölçme becerisinde başarılı oldukları söylenebilir. Hacim okuma işleminde kimya bölümü öğrencilerinin (%59,4) kimya öğretmenliği öğrencilerine (%40,3) göre TD cevaplama yüzdeleri fazladır. Gösterme basamağında ise KD yanıtlar çoğunlukta olup kimya öğretmenliği öğrencilerinin (%71,6) KD yanıtlarının daha fazla olduğu bulunmuştur. Soruyla ilgili verilen hatalı cevaplarda ise her iki fakülte öğrencilerinin benzer şekilde ölçme birimini yazamadıkları veya hatalı gösterimler yaptıkları görülmüştür. Bu hatalı gösterimlerde öğrencilerin hacim birimini (mL) belirtmedikleri, okuma değerini yanlış gösterdikleri ve sıvının kılcal boruda duruşunda hatalı gösterimler yaptıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kimyada özellikle ölçme işlemlerinde oldukça önemli olan ölçüm birimini belirtmede hem kimya öğretmenliği hem de kimya bölümü öğrencilerinin yetersiz kaldıkları söylenebilir.

Dördüncü soruda öğrencilere bir su numunesindeki Florür (F<sup>-</sup>)'ün konsantrasyon miktarları verilmiş ve bu numunelerdeki değerlere bağlı olarak öğrencilerden kalibrasyon grafiği oluşturmaları istenmiştir. Ayrıca öğrencilere kullanabilecekleri bir milimetrik kağıt kesiti de ek olarak soru üzerinde verilmiştir. Bu soru BSB'den veri işleme ve model oluşturma becerisine yöneliktir. Sorunun ikinci basamağında öğrenciler çizdikleri kalibrasyon grafiğini kullanarak musluk suyundaki potansiyel (mV) değerine göre Florür (F<sup>-</sup>) miktarını tayin etmeye çalışmışlardır. Bu sorudan elde edilen verilerin kategorik yüzde dağılımı Tablo 9'da gösterilmektedir.



**Tablo 9.** LYT'deki 4.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
4.soru	Veri işleme - model oluşturma	4,5	13,4	<b>35,8</b>	46,3	8,3	<b>22,9</b>	15,6	53,1

Tablo 9'a bakıldığında kimya öğretmenliği öğrencilerinde daha çok yanlış (%35,8) cevaplara rastlanılırken kimya bölümü öğrencilerinde daha çok kısmen doğru (%22,9) cevapların bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre öğrencilerin verilen değerleri kullanarak nasıl bir grafik oluşturacaklarını tahmin edemedikleri söylenebilir. Ayrıca bulgulardan kimya öğretmenliği öğrencilerinin kimya bölümü öğrencilerine göre bu BSB'de daha yetersiz kaldıkları sonucu çıkarılabilir. Her iki fakültede de öğrencilerin soruda yaptıkları hatalar incelendiğinde ise; grafikteki eksenleri (x-y) doğru olarak gösteremedikleri, yani hangi verinin bağımlı, hangi verinin bağımsız değişken olduğunu belirleyemedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda hatalarda öğrencilerin milimetrik kağıtta yaptıkları çizimlerdeki değerleri doğru olarak okuyamadıkları yani milimetrik kağıt kullanmayı bilemedikleri de ortaya çıkmıştır.

Açık uçlu sorularda yer alan beşinci soruda öğrencilere farklı maddelerin (potasyum nitrat, kurşun nitrat ve sodyum sülfat) sudaki çözünürlüklerinin sıcaklıkla değişimini gösteren bir çözünürlük-sıcaklık grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre öğrencilere beş alt soru yöneltilmiştir. Öğrenciler grafikteki verileri yorumlayarak soruları cevaplandırmışlardır. Soruda BSB'den yorumlama ve sonuç çıkarma becerisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu soruya ilişkin elde edilen cevapların kategorik yüzde dağılımı Tablo 10'da gösterilmektedir.

**Tablo 10.** LYT'deki 5.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
5.soru	Yorumlama ve sonuç çıkarma	9,0	<b>82,1</b>	0	9,0	10,4	<b>64,6</b>	2,1	22,9

Tablo 10’da öğrencilerin bu soruda yer alan tüm soruları TD olarak yanıtlama değeri KD cevaplara göre daha düşük olarak görülmektedir. Fakültelere göre bakıldığında ise her iki fakültede de TD yüzde dağılımı birbirine oldukça yakınken, kimya öğretmenliğindeki (%82,1) öğrencilerin kimya bölümündeki (%64,6) öğrencilere göre KD yanıtları daha fazla olarak bulunmuştur. Buna göre kimya bölümü öğrencilerinin kimya öğretmenliği öğrencilerine göre bu BSB’de çok yeterli olmadıkları söylenebilir.

**Tablo 11.** LYT’deki 5.Soruya İlişkin Hatalı Cevaplar

Soru	Kimya öğretmenliği öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri
5	Bulunan sonuçlara birim yazılmamış (g, °C) Çözünürlüğü arttırmak için; Yorumlama ve sonuç çıkarma - Su ilavesi - Diğer maddelerin derişimini azaltma - Sıcaklık artırılması (ekzotermik çözünmesine rağmen) - Basınç artırılması önerilmiş
Soru	Kimya bölümü öğrencilerinin bazı hatalı ifadeleri
5	Bulunan sonuçlara birim yazılmamış (g, °C) Çözünürlüğü arttırmak için; Yorumlama ve sonuç çıkarma - Su ilavesi - Çözünürlüğü arttıran madde ilavesi - Ortak iyon ilavesi, - Mekanik etki, - Basınç artırılması - Sıcaklık artırılması (ekzotermik çözünmesine rağmen) önerilmiş

Tablo 11’de gösterilen beşinci sorudaki hatalı cevaplar incelendiğinde her iki fakülte için de öğrencilerin buldukları sonuçlara birim yazmadıkları belirlenmiştir. Ayrıca maddelerin sudaki çözünürlüğünü arttırabilmek için öğrencilerin bilimsel olarak yanlış ifadelerde buldukları da ortaya çıkarılmıştır. Bunlardan bazılarında; kimya bölümü öğrencileri suya ortak iyon eklenmesinin çözünürlüğü arttırabileceğini ve hem kimya öğretmenliği hem de kimya bölümü öğrencileri ekzotermik çözünen bir maddenin çözünürlüğünü arttırmak için sıcaklığın artırılmasını önermişlerdir. Bu tür yanlışlar her iki fakültede de öğrencilerin yorumlama ve sonuç çıkarma becerisinde yetersiz kaldığını ve alan bilgisi açısından da bazı yanlış bilgilere sahip olduğunu göstermektedir.

Açık uçlu soruların altıncı sorusunda öğrencilere bir deney esnasında belirlenen aspirinin çözünme hızına bağlı olarak 10 farklı süre verilmiştir ve öğrencilerden bu süreler göre tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Bu soruda BSB'den tahminde bulunma becerisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Soruya verilen cevapların kategorik yüzde dağılımı Tablo 12'de gösterilmektedir.

**Tablo 12.** LYT'deki 6.Soruya İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
6.soru	Tahminde bulunma	53,7	25,4	0	20,9	38,5	39,6	2,1	19,8

Tablo 12'ye bakıldığında; öğrencilerin soruya ilişkin tahminlerinde TD ve KD cevaplarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu soruda da kimya öğretmenliği (%53,7) öğrencilerinin TD yanıtlarının kimya bölümü (%38,5) öğrencilerine göre fazla olduğu bulunmuştur. Buna göre öğrenciler bu bilimsel süreç becerisinde başarılı olmuşlardır. Bu soruda ayrıca öğrencilerden sonuçların farklı çıkmasının neden kaynaklanabileceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Bununla ilgili kısmen doğru cevaplarda öğrencilerin deneysel işlemlerde kullanılan rastgele ve sistematik hata ifadelerini kullanmadıkları görülmüştür. Öğrencilerin daha çok deneydeki süre farklılıklarının dikkatsizlik ve tecrübesizlik gibi nedenlerden kaynaklanabileceğini belirttikleri bulunmuştur.

Açık uçlu sorularda yer alan yedinci soru BSB'den verileri kaydetme ve hipotez kurma ile ilgilidir. Bu soruda öğrencilerden derişimi bilinen bir asit (HCl) çözeltisinden seyreltme işlemi yapılarak yeni oluşturulan çözeltilerin pH'larını hesaplamaları ve bu şekilde gerçekleştirdikleri deneye ilişkin bir hipotez kurmaları beklenmiştir. Soruyla ilgili elde edilen cevapların kategorik yüzde dağılımı Tablo 13'te gösterilmektedir.

Tablo 13'e bakıldığında kimya öğretmenliği öğrencilerinde daha çok KD yanıtlar (%31,3), kimya bölümü öğrencilerinde ise daha çok yanlış cevaplar (%20,8) elde edilmiştir. Soruyla ilgili bulgular incelendiğinde öğrencilerin seyreltme işlemine bağlı olarak pH hesaplaması yapmadığı ya da yanlış sonuçlar çıkardıkları görülmüştür.

**Tablo 13.** LYT'deki 7.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
7.soru	Verileri kaydetme ve hipotez kurma	17,9	<b>31,3</b>	14,9	35,8	2,1	19,8	<b>20,8</b>	57,3

Ayrıca öğrencilerin deneyle ilgili kurdukları hipotez cümlelerinde kavram yanılgısı içeren ifadelere rastlanılmıştır. Bunlardan bazıları; “pH sürekli artmakta bazik bir çözelti olmaktadır” (kimya öğretmenliği öğrencisi); “pH devamlı azalır” (kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencileri); “kuvvetli asit iken zayıf aside doğru gidiyor”(kimya bölümü öğrencisi) şeklindedir.

Açık uçlu sorulardan sekizinci soruda öğrencilere eşit miktarda su içeren deney tüplerinde farklı sıcaklıklarda potasyum nitrat ( $KNO_3$ ) katısı çözünmesi ile ilgili bir deney verilmiştir. Soruda öğrencilerden deneye ilişkin hipotezi ve değişkenleri belirlemeleri istenmiştir. Bu soruda BSB'den değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme ve değiştirme, işlevsel tanımlama becerilerinin ölçülmesi hedeflenmiştir.

**Tablo 14.** LYT'deki 8.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
8.soru	Değişkenleri belirleme Değişkenleri kontrol etme ve değiştirme İşlevsel tanımlama	3,0	<b>70,1</b>	1,5	25,4	0	<b>50,0</b>	14,6	35,4

Tablo 14 incelendiğinde; öğrencilerin bu BSB ile ilgili soruya verdikleri cevaplarda TD ifadelerin düşük olduğu görülmektedir. Soruya verilen KD yanıtlarda kimya öğretmenliği öğrencilerinin (%70,1) kimya bölümü öğrencilerine (%50,0) göre daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Her iki fakültede de öğrencilerin soruyla ilgili yaptıkları hatalar incelendiğinde ise bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbirleri ile karıştırıldığı, kontrol değişkeninin belirlenemediği bulunmuştur. Öğrenciler kontrol değişkeni olarak “sıcaklık,  $KNO_3$  katısının çözünürlüğü, çözünme miktarı” gibi değişkenleri belirtmişlerdir. Deneyde gerçekleşen çözünme

sürecinde öğrencilerin neyin etkilenen neyin etkileyen olduğunu belirleyememesi bu BSB açısından yetersiz olduklarını göstermektedir.

Açık uçlu soruların dokuzuncu sorusunda öğrencilerden birbiriyle homojen olarak karışan iki sıvıyı ayırmak için bir deney tasarımları istenmiştir. Ayrıca sorunun alt kısmında kullanılacak araç-gereçlerin, hipotezin, işlem basamaklarının, değişkenlerin (bağımlı, bağımsız, kontrol), gerçekleşen olayların, deney düzeneğinin ve deneyden elde edilebilecek sonuç ve hesaplamaların neler olabileceğinin belirtilmesi gerekmektedir. Bu soruda BSB'den deney tasarlama, deney araç-gereçlerini tanıma ve kullanma, deney düzeneği kurma becerileri incelenmiştir.

**Tablo 15.** LYT'deki 9.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
		TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
9.soru	Deney tasarlama								
	Deney araç-gereçlerini tanıma ve kullanma	3,0	<b>50,7</b>	3,0	43,3	0	<b>37,5</b>	8,3	54,2
	Deney düzeneği kurma								

Tablo 15'te soruya verilen cevapların kategorik yüzde dağılımı incelendiğinde her iki fakültede de öğrencilerin KD cevaplarının çoğunlukta olduğu görülmektedir. TD cevaplar ise oldukça düşüktür. Bu soruda öğrencilerden bir destilasyon deneyi tasarımları beklenmiştir. Fakat elde edilen bazı yanıtlarda öğrencilere homojen bir karışım verilmesine rağmen, ekstraksiyon deneyi ile ayırma yapılabileceği ifade edilmiştir. Buna bağlı olarak deney araç-gereçlerinde ayırma hunisi kullanılması önerilmiştir. Bazı öğrenciler ise destilasyon düzeneğinde bir destilasyon balonu kullanmak yerine balonjoje kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca deneyle ilgili değişkenleri belirleme kısmında sekizinci soruda elde edilen hatalara benzer hatalar yapıldığı görülmüştür. Genellikle deneysel işlemlerde sıcaklık değişimi sırasında termometrenin kontrol edilerek, bu değişimlerin kaydedilmesi öğrencileri sıcaklığın bir kontrol değişkeni olabileceği düşüncesine yönlendirmektedir. Bu deneyde de benzer şekilde sıcaklık bağımsız bir değişken olmasına rağmen, kontrol değişkeni olarak önerilmiştir. Deneyle ilgili kurulan hipotez cümleleri ise, bir cümle oluşturmayan “kaynama sıcaklığı farkından yararlanarak ayırma” gibi eksik

ve amaç ifade eden cümleler şeklinde kurulmuştur. Öğrenciler hipotez cümlesi oluşturma konusunda da sıkıntı yaşamışlardır.

Açık uçlu soruların son sorusu olan onuncu soruda BSB'den çıkarım yapma becerisi incelenmiştir. Bu amaçla öğrencilere üç farklı deneysel işlemi (aktarma, titrasyon, süzme) anlatan resimler verilmiştir. Bu resimlere göre öğrencilerden her bir basamakta nasıl bir işlem yapıldığını açığa çıkarmaları istenmiştir. Ayrıca öğrencilerden bu işlemin amacının ne olduğunu belirtmeleri beklenmiştir.

**Tablo 16.** LYT'deki 10.Soruyla İlgili Verilen Yanıtların Kategorik Yüzde Dağılımı

Soru no	BSB	Deneysel işlem	Kimya Öğretmenliği				Kimya Bölümü			
			TD	KD	Y	B	TD	KD	Y	B
10.soru	Çıkarım yapma	Madde aktarımı	17,9	<b>52,2</b>	6,0	23,9	19,8	<b>56,3</b>	3,1	20,8
		Titrasyon	26,9	<b>49,3</b>	4,5	19,4	28,1	<b>45,8</b>	2,1	24,0
		Süzme	<b>40,3</b>	29,9	3,0	26,9	<b>56,3</b>	24,0	2,1	17,7

Tablo 16'da gösterilen soruyla ilgili kategorik yüzde dağılım incelendiğinde en fazla TD yanıtlar süzme işleminde bulunmaktadır. Diğer işlemlerde de aktarma işleminin çözelti hazırlama işlemi ile karıştırıldığı ya da bazı malzemelerin isimlendirilmesinde (örn. Pipet-damlalık olarak isimlendirilmiş) ikinci sorudakilere benzer hatalar yapıldığı ortaya çıkarılmıştır. Fakat her iki fakültede de öğrenciler bu soruda işlemlerin resimlerle gösterilmiş olmasından dolayı, resimleri açıklamada çok zorluk yaşamamışlardır. Bu sonuçlardan her iki fakülte için de öğrencilerin çıkarım yapma BSB'sinde başarılı olduğu söylenebilir.

Araştırmanın ikinci sorusunda “Kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilen temel kimya laboratuvar yeterlilikleri;

- Gruplar içinde (Üniversitelere göre)
- Gruplar arasında (Fakültele göre) farklılaşmakta mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 17'de Kimya öğretmenliği ve kimya bölümü öğrencilerinin LYT puanlarının okudukları üniversitelere göre ortalama puanları ve betimsel istatistik değerleri verilmiştir.

**Tablo 17.** Kimya Öğretmenliği ve Kimya Bölümü Öğrencilerinin LYT Puanlarının Öğrencilerin Okudukları Üniversitelere Göre Ortalama Puanları ve Betimsel İstatistik Değerleri

Üniversiteler	Grup	Kimya Öğretmenliği			Kimya Bölümü		
		N	$\bar{X}$	SS	N	$\bar{X}$	SS
A	Üst	24	54,17	17,90	30	47,00	16,04
B	Orta	15	46,13	15,55	32	49,06	17,23
C	Alt	28	47,71	14,90	34	48,17	18,10

Tablo 17’de LYT puanlarının gruplar arasında çok değişmediği, ancak grupların bazılarında (B ve C üniversiteleri) kimya bölümü ortalamalarının, bazılarında ise kimya öğretmenliği ortalamalarının (A üniversitesi) yüksek olduğu görülmektedir. Kimya öğretmenliği grupları arasında en iyi ortalamaya üst grupta ( $\bar{X} = 54,17$ ) yer alan üniversite sahipken kimya bölümü grupları arasında en iyi ortalamanın orta gruptaki ( $\bar{X} = 49,06$ ) üniversiteye ait olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre kimya öğretmenliği gruplarının LYT ortalama puanları 49,34 ve başarı oranı % 41, kimya bölümü gruplarının LYT ortalama puanları 48,08 ve başarı oranı % 40 olarak bulunmuştur. Belirtilen başarı oranları testten alınabilecek maksimum puana (120 puan) göre hesaplanmıştır.

Üniversiteler arasındaki grup farklılıkları ayrı tutularak kimya öğretmenliği ve kimya bölümü grupları ile ilgili LYT puan ortalamaları iki yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

**Tablo 18.** Gruplardaki Üniversite ve Fakülte Etkileşimine İlişkin LYT Puanlarının İki Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Üniversiteler (Ü)	264,712	2	132,356	.470	.626
Fakülteler (F)	54,409	1	54,409	.193	.661
Ü x F Etkileşimi	698,565	2	349,283	1.240	.292
Hata	44234,421	157	281,748		
Toplam	433112,000	163			

Tablo 18'deki varyans analizi sonuçları LYT puanlarında üniversite-fakülte etkileşiminin anlamlı olmadığını göstermektedir ( $F_{(2-163)} = 1.240$ ;  $p > .05$ ). Bu sonuca göre üniversiteler arasında ya da fakülteler arasında LYT sonuçlarına ilişkin bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçla eğitim fakültesinde yetişen kimya öğretmen adayları ile fen fakültesinde yetişen kimya öğretmen adaylarının aldıkları laboratuvar eğitimleri arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı ve laboratuvar bilgilerinin birbirlerine denk olduğu söylenebilir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada lisans öğrenimlerinin son döneminde olan ve gelecekte birer kimya öğretmen adayı olabilecekleri varsayılan kimya öğretmenliği ve kimya bölümü son sınıf öğrencilerinin laboratuvar yeterliliklerinin ne düzeyde olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu laboratuvar yeterlilikleri ise bilimsel süreç becerileri açısından incelenmiştir. Araştırma sonuçlarından öğrencilerin incelenen BSB'lerden gözlem yapma, sınıflandırma, veri işleme ve model oluşturma, yorumlama ve sonuç çıkarma, verileri kaydetme ve hipotez kurma, değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme ve değiştirme, işlevsel tanımlama, deney tasarlama, deney araç-gereçlerini tanıma ve kullanma, deney düzeneği kurma becerilerinde yetersiz kaldıkları; ölçme, tahminde bulunma ve çıkarım yapma becerilerinde ise yeterli düzeyde cevaplar verebildikleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlarla uyum gösteren Chabalengula, Mumba ve Mbewe (2012)'nin fen eğitiminde okuyan 91 öğretmen adayı ile yaptıkları çalışmalarında hipotez kurma, deney yapma, değişkenleri belirleme, grafik oluşturma, veri işleme ve model oluşturma BSB'lerinde öğretmen adaylarının sıkıntı yaşadıklarını belirlemiştir.

Araştırmada elde edilen bulgulara bakıldığında her iki bölümde de öğrencilerin gözlem yapma basamağında tam doğru ifadeler veremedikleri ortaya çıkarılmıştır. Öğrenciler verilen kimyasal bir madde ile başka bir kimyasal maddenin reaksiyonu sonucu ne gözlemlenebileceği konusunda yeterli ifadelerde bulunamamışlardır. Soruda elde edilen sonuçlarda KD yanıtları da %50'nin altında bulunmuştur. Kimya bölümü (%27,1) öğrencilerinde bu yanıtlar kimya öğretmenliği (%23,9) öğrencilerine göre çok az daha yüksektir. Tüm bu sonuçlardan öğrencilerin bir deney sırasında gerçekleşecek reaksiyonu belirleyebilme ve ortaya çıkabilecek durumları ön görebilme konusunda eksikliklerinin bulunduğu da söylenebilir. Yapılan incelemelerde her iki fakülte öğrencisinin de benzer hatalarda bulunduğu görülmüştür. Öğrencilerin bu hatalı cevaplarında bileşiklerin molekül



formüllerini belirleyemedikleri, reaksiyon üzerinde maddenin hallerini gösteremedikleri, bazı elementlerin sembollerini yanlış bildikleri gibi sonuçlar ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğrenciler gözlem basamağında gaz çıkışı, renk değişimi ya da hacim artışı/azalışı gibi gözlenebilir ifadeler kullanmak yerine, ortamın asitliğinin değişeceğine yönelik ifadeler tercih etmişlerdir. Bu sonuçlardan da her iki fakültede de öğrencilerin gözlem BSB'si hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları söylenebilir.

BSB'den sınıflandırma basamağında öğrencilere laboratuvar ortamında kullandıkları araç-gereçler hakkında sorulan soruda öğrencilerin hem doğru isimlendirme hem de doğru sınıflandırmayı birlikte yapamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular öğrencilerin laboratuvar ortamındaki araç gereçleri doğru tanıyabildiklerini göstermektedir. Sınıflandırma becerisinde ise yine kimya bölümü (%26) ve kimya öğretmenliği (%20,9) öğrencilerinin verdikleri KD yanıtların oldukça yakın olduğu bulunmuştur. Fakat bu sonuçlarda oldukça düşük olduğu için öğrencilerin doğru bir sınıflandırma yapamadıkları söz konusudur. Bu nedenle her iki fakültede de öğrencilerin kategorik bir sınıflandırma yapma konusunda yetersiz oldukları düşünülebilir. Kimya öğretmen adaylarının laboratuvar malzemelerini doğru tanımlayabilmeleri onların laboratuvar deneylerinde aktif ve güvenli bir şekilde çalışabilmelerini sağlayabilir. Yapılan çalışmalar yetersiz bilgi ve beceriye sahip öğretmenlerin laboratuvar ortamında çalışmaktan kaçındıklarını göstermektedir (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993; Aydoğdu, 1999; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 1999). Oysaki kimya bilimi deneysel bir bilim dalı olduğu için öğretimin hem ders hem de laboratuvar ortamında birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

Araştırma sonuçları öğrencilerin ölçme BSB'sinde başarılı olduklarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlarda kimya bölümü (%59,4) öğrencilerinin hacim değerini okumada kimya öğretmenliği (%40,3) öğrencilerine göre daha başarılı oldukları bulunmuştur. Öğrenciler laboratuvar ortamında yapılan deneylerde sıklıkla karşılaşılan bir hacim belirleme işleminde doğru yanıtlar verebilmişlerdir. Fakat her iki fakültede de öğrenciler ölçme işlemlerinde birim değerini gösterememişlerdir. Bu durumda özellikle ölçme işlemlerinin ve kimyasal hesaplamaların doğru yapılabilmesi için gerekli olan birim göstermede her iki fakülte içinde öğrencilerin yetersiz oldukları söylenebilir. Bu sonuca benzer olarak Gültepe (2016) 63 kimya öğretmen adayı ile gerçekleştirdiği fenomenolojik araştırmasında öğretmen adaylarının "g, mL" birimlerini doğru yorumlayamadıklarını belirtmiştir. Rollnick, Lubben, Lotz ve Dlamini (2002) ise çalışmalarında benzer şekilde fen öğretmenlerinin deneylerdeki hesaplama ve ölçme işlemlerinde zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Veri işleme ve model oluşturma becerisinin yer aldığı soruda öğrencilerden deneysel verileri grafiğe dönüştürmeleri ve bu grafiği kullanarak bir sonuç belirlemeleri istenmiştir. Bu soruda kimya öğretmenliği öğrencileri %35,8 oranında yanlış cevaplar verirken kimya bölümü öğrencilerinde bu oran %15,6'da kalmıştır. Bu durumda kimya bölümü öğrencileri kimya öğretmenliği öğrencilerine göre daha başarılı sayılabilir. Fakat her iki fakültede de TD cevapların oldukça düşük olması öğrencilerin bu BSB'de de yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Öğrenciler belirtilen verileri grafiğe dönüştürmede ve grafiğin türünü belirlemede (doğrusal, parabolik vs.) sıkıntı yaşamışlardır. Bu sonuçla uyum gösteren Roth, McGinn ve Bowen (1998)'nin öğretmen adayları ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının yeterli grafik çizme bilgi ve tecrübesine sahip olmadıkları için bu beceride yetersiz kaldıkları sonucu ortaya çıkarılmıştır. Bazı öğrencilerin ise soruda doğru bir grafik çizimi yapsalar dahi grafik üzerinde istenilen veriyi okuyamadıkları belirlenmiştir. Grafik okuma, yazma ve çizme becerileri matematiksel işlem becerisi de gerektiren becerilerdir. Bu nedenle öğrencilerin grafik oluşturmadan önce doğru işlemler yapmaları ve bağımlı, bağımsız değişkenleri de doğru belirleyebilmeleri gerekmektedir. Bu açıdan soruda ölçülmesi beklenen BSB, değişkenleri belirleyebilme BSB ile de doğrudan ilişkilidir. Bu sonuçlara benzer sonuçlar elde edilen çalışmalarda öğrencilerin deneylerdeki değişkenleri belirleyemedikleri, verileri kullanma ve model oluşturma becerilerinde yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir (Ateş ve Bahar, 2002; Laçın-Şimşek, 2010).

Yorumlama ve sonuç çıkarma becerisinde ise soruya verilen yanıtlardaki TD oranının düşük olması her iki fakültede de öğrencilerin bu BSB açısından verdikleri cevaplarda yeterli olmadıklarını göstermektedir. Ancak kimya öğretmenliği (%82,1) öğrencilerininin KD yanıtları kimya bölümü (%64,6) öğrencilerinininkilere göre daha yüksek bulunmuştur. Öğrenciler belirli bir grafikteki verileri kullanarak bu grafikte ilgili yorum sorularına daha çok kısmen doğru cevaplar verebilmişlerdir. Bu BSB ile ilgili soruda da ölçme becerisi ile ilgili sorudaki gibi öğrencilerin sonuçlarında birim gösteremedikleri ortaya çıkarılmıştır. Bu beceri ile ilgili yapılan bir çalışmada Bowen ve Roth (2005) öğretmen adaylarının deneysel verileri yorumlamada yetersiz kaldıklarını belirtmişlerdir.

Verileri kaydetme ve hipotez kurma becerisinde öğrencilerinden kimya laboratuvarlarında sıklıkla gerçekleştirilen bir seyreltme işlemi sırasında elde edilecek değerleri kaydetmeleri ve bu işleme ilişkin bir hipotez cümlesi oluşturmaları beklenmiştir. Elde edilen sonuçlardan kimya bölümü (%20,8) öğrencilerinin yanlış cevap verme yüzdesinin kimya

öğretmenliği (%14,9) öğrencilerine göre fazla olması sebebiyle bu BSB'de daha yetersiz kaldıkları söylenebilir. Fakat her iki fakültede de öğrenciler seyreltme işlemi sonuçlarını doğru olarak kaydedememişlerdir. Ayrıca işleme ilişkin kurdukları hipotez cümlelerinde bazı kavram yanlışları tespit edilmiştir. Kimya öğretmenliğindeki bazı öğrenciler kuvvetli bir asit çözeltilisine sadece su eklenmesiyle bazik bir çözelti oluşabileceğini ve benzer şekilde kimya bölümündeki bazı öğrenciler bu asidin kuvvetlilik özelliğini kaybedip zayıf bir özellik kazanacağını düşünmüşlerdir. Bu durum aynı zamanda her iki fakültede de öğrencilerin bu konudaki alan bilgilerinin de yetersiz olduğunu göstermektedir. Bilimsel süreç becerileri ve konu hakkındaki alan bilgisi birbirlerini tamamlayan özelliklerdir. Bu nedenle bir problemi çözebilmek için yeterli düzeyde alan bilgisi ve bilimsel süreç becerisi gerekmektedir (Aydoğdu, 2012). Bu sonuçlara benzer olarak yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının hipotez kurma ve deneydeki değişkenleri belirleme becerilerinde düşük düzeyde başarı gösterdikleri belirtilmiştir (Aydoğdu, Yıldız, Akpınar ve Ergin, 2007; Bağcı-Kılıç, Yardımcı ve Metin, 2009; Birinci Konur ve Yıldırım, 2016). Duru ve arkadaşları (2011) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar yaklaşımı sürecinde problem kurma, hipotez belirleme, değişkenleri belirleyerek kontrollü deney tasarlama becerilerinin önemli ölçüde geliştiğini belirtmişlerdir.

Araştırma sonuçlarında öğrencilerin değişkenleri belirleme, değişkenleri kontrol etme ve değiştirme ve işlevsel tanımlama becerilerinde yeterli düzeyde olmadıkları ortaya çıkarılmıştır. Bu soruda da soruya verilen TD cevaplar oldukça düşüktür, KD cevaplarda ise kimya öğretmenliği (%70,1) öğrencilerinin kimya bölümü (%50,0) öğrencilerine göre daha yeterli olduğu söylenebilir. Ancak her iki fakültede de öğrenciler çoğunlukla deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini belirleyememişlerdir. Bu sonuçlardan öğrencilerin değişkenlerin tanımı ile ilgili bilgilerinin yetersiz olduğu ve bu kavramları bilemedikleri söylenebilir. Ayrıca çoğunlukla deneysel işlemler sırasında ihmal edilen ya da üzerinde durulmayan kontrol değişkenini de tanımlayamadıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin bunun gibi bazı bilimsel süreç becerilerinde yetersiz kalmalarının sebebi bu becerilerin ne anlama geldiğini bilmemeleri olabilir. Alanyazında yapılan araştırma sonuçları elde edilen bu sonuçlarla uyum göstermektedir (Emereole, 2009; Farsakoğlu ve ark., 2008). Yıldırım ve arkadaşları (2013) çalışmalarında bu sonuçlara benzer şekilde fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri hakkında belirli bir farkındalık sahibi olduğunu, fakat bu becerileri doğru olarak tanımlayamadıklarını belirtmişlerdir. Birinci Konur ve Yıldırım (2016) ise

bu sonuçlardan farklı olarak fen ve ilköğretim öğretmen adaylarının değişkenleri kontrol etme ve değiştirme becerisinde başarılı olduklarını belirtmişlerdir.

Araştırmanın dokuzuncu sorusunda başka bir deneyle ilgili tekrar öğrencilerden değişkenleri belirlemeleri istendiğinde bu soruda da yetersiz kaldıkları ve benzer hatalar yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu soruda ayrıca öğrencilerin deney tasarlama, deneyle ilgili araç-gereçleri tanıma ve deney düzeneği kurma becerileri incelenmiştir. Soruyla ilgili elde edilen cevaplarda KD cevapların çoğunlukta ve her iki fakültede de birbirine yakın değerlerde olması öğrencilerin basit bir destilasyon deneyi düzeneğini tasarlama ve kurma gibi bir işlemde çok yeterli olmadıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin alan bilgisi yetersizliği yine bu beceride de yanlış cevaplar vermelerine sebep olmuştur. Meral Kandemir ve Yılmaz (2012) sınıf öğretmenleri ile yaptıkları çalışmalarında öğretmenlerin deney yapma, hipotez kurma, veri analizi ve grafik çizme BSB'lerinde %70'e yakın bir başarı gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Tahminde bulunma ve çıkarım yapma BSB'lerine yönelik elde edilen sonuçlar öğrencilerin bu becerilerde yeterli olduğunu göstermektedir. Tahminde bulunma becerisinde kimya öğretmenliği öğrencileri %53,7 oranında TD cevaplar verirken kimya bölümü öğrencileri %38,5 oranında TD cevaplar verebilmişlerdir. Bu sonuçlardan öğrencilerin deneysel işlemlerle ilgili doğru tahminler öne sürebildikleri söylenebilir. Aynı zamanda bir deneysel işlemin yapılaş amacı ve bu işlemin nasıl gerçekleştiği konusunda doğru çıkarımlarda bulunabilmişlerdir.

Üniversitelere ve fakültele göre LYT'den elde edilen başarı sonuçları değerlendirildiğinde LYT puanlarının fakülteler arasında çok değişmediği görülmüştür. Kimya öğretmenliği öğrencilerinde bu başarı %41, kimya bölümü öğrencilerinde ise %40 olarak bulunmuştur. Bu başarı oranlarının %50'ye yakın olmasından dolayı, öğrencilerin laboratuvar yeterliliklerinde orta düzeye yakın bir başarı gösterdikleri söylenebilir. Üniversite ve fakülte etkileşimine ilişkin varyans analizde LYT puanlarının üniversiteler ya da fakülteler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği ortaya çıkarılmıştır. Bu durum öğrencilerin lisans öğrenimleri boyunca aldıkları laboratuvar eğitimlerinin benzer düzeyde olmasından kaynaklanabilir (bkz. Tablo 2). Eğitim ve fen fakültelerinden yetişen kimya öğretmen adaylarının laboratuvar yeterliliklerini birlikte değerlendiren çalışmalara rastlanılmamıştır. Araştırmadaki sonuçlara benzer olarak Sinan ve Uşak (2011) lisans düzeyindeki öğrencilerle biyokimya laboratuvarı dersinde yaptıkları çalışmalarında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde

ortalamanın üzerinde bir başarı gösterdiklerini ortaya koymuşlardır. Bilimsel süreç becerileri hakkında yeterli bilgi ve beceride yetişecek olan öğretmen adayları ileride kendi yeterliliklerini öğrencilerine aktarabileceklerdir (Ango, 2002). Jeanpierre, Oberhauser ve Freeman (2005) 20 öğretmeni inceledikleri durum çalışmasında öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğretim aktiviteleri kullanarak kendilerinin ve öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirebildiklerini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda ayrıca argümantasyon odaklı ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı kullanımının öğretmen adaylarının bilimsel düşünme ve süreç becerilerini geliştireceği belirtilmektedir (Celep Havuz ve Karamustafaoğlu, 2016; Tümay ve Köseoğlu, 2011; Kaya ve Yılmaz, 2016). Bu nedenle özellikle fen öğretiminde laboratuvar uygulamalarına ve bilimsel süreç becerilerinin öğretimine önem verilmesi gerekmektedir.

## **ÖNERİLER**

Eğitim fakülteleri ve formasyon eğitimi programlarında yer alan fen (fizik, kimya, biyoloji) eğitimi derslerinde daha çok sorgulama, araştırma yapma, proje hazırlama, laboratuvar çalışmaları, gezi ve gözlem yapma gibi etkinliklere yer verilerek bilimsel süreç becerilerine daha fazla önem verilmesi sağlanabilir. Yapılacak araştırmalarda öğretmen adaylarına daha çok laboratuvar çalışması yapabilme olanağı tanınarak, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri hakkında daha fazla bilgi sahibi olması sağlanabilir. Fen alanında yetişen öğretmen adaylarının edindikleri bilimsel süreç becerileri bu becerileri ölçmeye yönelik araçlar kullanılarak lisans öğrenimleri boyunca düzenli olarak kontrol edilebilir. Böylelikle eksik bir kazanım görüldüğünde bu becerilere ağırlık veren etkinlik sayısı artırılabilir. Eğitim fakültelerinin fen bilimleri öğretmenlikleri lisans ve formasyon programlarında yer alan Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme ve Özel öğretim yöntemleri I-II derslerinin içeriği bilimsel süreç becerilerine yönelik etkinlik üretme ve bu etkinlikleri uygulamaya dönük şekilde geliştirilebilir. Laboratuvar derslerinde uygulanan deneyler BSB'lerin sistematik (temel, nedensel ve deneysel) olarak öğrencilere kazandırılabilmesi için düzenlenebilir. Ayrıca bu deneylerde öğrencilere yaptıkları deneyle ilgili edinecekleri BSB'ler hakkında bilgilendirme yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- Akdeniz, A. R., Azar, A. ve Çepni, S., 1999. Öğretmen adaylarının laboratuvar kullanma becerilerini geliştirmek için bir yaklaşım. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mili Eğitim Bakanlığı Yayınevi.
- Akdeniz, A. R., 2005. *Problem çözme, bilimsel süreç becerileri ve proje yönteminin fen eğitiminde kullanımı*. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde (s. 94–114), Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- American Association for the Advancement of Science (A.A.A.S), 1993. *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ango, M. L., 2002. Mastery of science process skills and their effective use in the teaching of science: An educology of science education in the Nigerian context. *International Journal of Educology*, 16(1), 11-30.
- Arslan, A. G. ve Tertemiz, N., 2004. İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 479-492.
- Ash, D., 1993. *The Process Skills of Inquiry*. Foundations, 2, 51-62.
- Ateş, S. ve Bahar, M., 2002. Araştırmacı fen öğretimi yaklaşımıyla sınıf öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin bilimsel yöntem yeteneklerinin geliştirilmesi. V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara: ODTÜ Eğitim Fakültesi.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A. R., 1993. Development of the Turkish secondary science curriculum. *Science Education*, 77(4), 433-440.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F., 1997. *Kimya öğretimi*. YÖK/Dünya Bankası MEGP Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi yayınları. Bilkent, Ankara.
- Aydoğdu, C., 1999. Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35.
- Aydoğdu, B., 2012. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hipotez kurma ile değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerilerinin incelenmesi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde.
- Aydoğdu, B., Erkol, M. ve Erten, N., 2014. The investigation of science process skills of elementary school teachers in terms of some variables: Perspectives from Turkey. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(1), 1-28.
- Aydoğdu, M. ve Kesercioğlu, T., 2005. *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi*, Ankara: Anı Yayıncılık, 56–66.

- Aydoğdu, B., Yıldız, E., Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2007. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini etkileyen etmenlerin incelenmesi. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 32(346), 21–27.
- Bağcı-Kılıç, G., 2006. *Yeni yaklaşımlar ışığında ilköğretim bilim öğretimi*. Morpa yayıncılık, Yayılcık Matbaası, İstanbul.
- Bağcı-Kılıç, G., Yardımcı, E. ve Metin, D., 2009. Fen öğretiminde değişkenler nasıl adlandırılabilir? *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 9(2), 13-26.
- Birinci Konur, K. ve Yıldırım, N. 2016. Pre-service science and primary school teachers' identification of scientific process skills. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1273-1281.
- Bowen, G. M., and Roth, W. M., 2005. Data and graph interpretation practices amongst pre-service science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1063-1088.
- Böyük, U., Demir, S. ve Erol, M., 2010. Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterli görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *TUBAV Bilim Dergisi*, 3(4), 342-349.
- Burke, S. A., 1996. Teacher preferences for teaching problem solving and science process skills. M.S. dissertation, Texas Woman's University, United States.
- Celep, A. ve Bacanak, A., 2013. Yüksek lisans yapan öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri ve kazandırılması hakkındaki görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 10(1), 56-78.
- Celep Havuz, A. ve Karamustafaoğlu, S., 2016. Fen bilgisi öğretmen adaylarının araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme algılarının incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 233-247.
- Chabalengula, V. M., Mumba, F., and Mbewe, S., 2012. How pre-service teachers' understand and perform science process skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(3), 167-176.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F. Ö., 2005. Determining preservice science teachers' competencies in preparing solution an in use of laboratory tools. *Hacettepe University Journal of Education*, 28, 65-72.
- Çalık, M. ve Ayas, A., 2005. A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638–667.
- Çilenti, K., 1985. *Fen Eğitimi Teknolojisi*. Ankara: Kadiođlu Matbaası.
- Dirks C., and Cunningham M., 2006. Enhancing diversity in science: Is teaching science process skills the answer? *CBE Life Sciences Education*, 5(3), 218-226.

- Downing J. E., and Filer J. D., 1999. Science process skills and attitudes of preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 11(2), 57-64.
- Duru, M. K., Demir, S., Önen, F. ve Benzer, E., 2011. Sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının laboratuvar algısına tutumuna ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 33, 25-44.
- Emereole, H. U., 2009. Learners' and teachers' conceptual understanding of science processes: The case of Botswana. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 1033-1056.
- Ewers, T. G., 2001. *Teacher-directed versus learning cycles methods: Effects on science process skills mastery and teachers efficacy among elementary education students*. Doctoral Dissertation. The University of Idaho, United States.
- Farsakoğlu, O. F., Şahin, Ç., Karşlı, F., Akpınar, M. ve Ültay, N., 2008. A study on awareness levels of prospective science teachers on science process skills in science education. *World Applied Sciences Journal*, 4(2), 174-182.
- Ferreira, L. B. M., 2004. *The role of a science story, activities, and dialogue modeled on philosophy for children in teaching basic science process skills to fifth graders*. Doctoral Dissertation, University of Montclair State University, Upper Montclair, N. J. <http://search.proquest.com/docview/305058783>.
- Feyzioğlu, B., 2009. An investigation of the relationship between science process skills with efficient laboratory use and science achievement in chemistry education. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 6(3), 114-132.
- Gallagher, J. J., 1987. A summary of research in science education. *Science Education*, 71, 277-284.
- Germann, P. J., Aram, R., and Burke, G., 1996. Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79-99.
- Gültepe, N., 2016. What do data mean for pre-service chemistry teachers?. *Journal of Education and Training Studies*, 4(7), 100-110.
- Gürses, A., Yalçın, M. ve Doğar, Ç., 2003. Fen sınıflarında öğretmenin yeri. *Milli Eğitim Dergisi*, 2(157), 1-3.
- Hacıeminoğlu, E., Özgelen, S. ve Yılmaz-Tüzün, O., 2008. Pre-service teachers' perceptions and motivation toward a science laboratory course. Proceeding of XIII. IOSTE Symposium, (s. 494-501), The Use of Science and



Technology Education for Peace and Sustainable Development, Kuşadası, Turkey.

- Harman, G., 2012. Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji öğretiminde kullanılan laboratuvar araç gereçleri ile ilgili bilgilerinin incelenmesi. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(1), 122-127.
- Harlen, W., 1999. Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129-140.
- Hofstein, A., and Lunetta, N. V., 1982. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A., and Lunetta, N. V., 2004. The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein, A., and Mamlok-Naaman, R., 2007. The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8(2), 105-107.
- Howit, C., 2007. Pre-service elementary teachers' perceptions of factors in a holistic methods course influencing their confidence in teaching science. *Research in Science Education*, 37(1), 41-58.
- İnan, H. Z., 2010. Examining pre-school education teacher candidates' content knowledge and pedagogical content knowledge. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10(4), 2275-2323.
- Jeanpierre B., Oberhauser, K., and Freeman, C., 2005. Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 668-690.
- Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S., 2006. *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karasar, N., 2005. *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karslı, F. ve Ayas, A., 2013. Fen ve teknoloji dersi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesine ilişkin bir test geliştirme çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUFED)*, 10(2), 66-84.
- Karslı, F., Şahin, Ç. ve Ayas, A., 2009. Determining science teachers' ideas about the science process skills: A case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 890-895.
- Kaya, G. ve Yılmaz, S., 2016. Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 300-318.

- Koray, Ö., Köksal, M. S., Özdemir, M. ve Presley, A. İ., 2007. Yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvarı uygulamalarının akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *İlköğretim Online*, 6(3), 377-389.
- Kujawinski, D. B., 1997. *Assessment and evaluation of science process skills in secondary school biology laboratories*. Doctoral Dissertation, Faculty of the Graduate School of State University of New York, Buffalo. <http://search.proquest.com/docview/304386738>.
- Laçın-Şimşek, C., 2010. Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji ders kitaplarındaki deneyleri bilimsel süreç becerileri açısından analiz edebilme yeterlilikleri. *İlköğretim Online*, 9(2), 433-445.
- Lotter, C., Harwood, W. S., and Bonner, J. J., 2007. The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1318-134.
- Lucas, A. M., 1971. Creativity, discovery and inquiry in science education. *The Australian Journal of Education*, 15(2), 185-196.
- Marek, E. A., 1986. They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53(9), 32-35.
- Meral Kandemir, E. ve Yılmaz H., 2012. Öğretmenlerin üst düzey bilimsel süreç becerilerini anlama düzeylerinin belirlenmesi. *Western Anatolia Journal of Educational Science*, 3(5), 1-28.
- Mertler, C. A., 2001. Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(25). <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>.
- Miles, E., 2010. *In-service elementary teachers' familiarity, interest, conceptual knowledge, and performance on science process skills*. Unpublished Master Thesis, Southern Illinois University Carbondale, USA. (UMI No. 1482656).
- Mutisya, S. M., Rotich, S., and Rotich, P. K., 2013. Conceptual understanding of science process skills and gender stereotyping: a critical component for inquiry teaching of science in Kenya's primary schools. *Asian Journal of Social Sciences & Humanities*, 2(3), 359-369.
- Myers, B. E., 2004. *Effects of investigative laboratory integration on student content knowledge and science process skill achievement across learning styles*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Florida, Florida.
- Myers, B. E., Washburn S. G., and Dyer J. E., 2004. Assessing agriculture teachers' capacity for teaching science integrated process skills. *Journal of Southern Agricultural Education Research*, 54(1), 74-85.
- Nakhleh, M. B., Polles, J., and Malina, E., 2002. *Learning chemistry in a laboratory environment*. In: Gilbert J.K., De Jong O., Justi R., Treagust D.F., Van

Driel J.H. (eds) Chemical education: towards research-based practice (pp 69–94). Kluwer, Dordrecht.

- Nakiboğlu, C. ve Sarıkaya, S., 1999. Ortaöğretim kurumlarında kimya derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvarından yararlanma durumunun değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi (Özel Sayı)*, 11, 395-405.
- National Research Council (N.R.C.), 1996. *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association (N.S.T.A.), 2003. Standards for science teacher preparation. Faculty Publications: Department of Teaching, Learning and Teacher Education. Paper 86.  
<http://digitalcommons.unl.edu/teachlearnfacpub/86>.
- Nitko, A. J., 2001. *Educational assessment of students* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Palmer, D., 2006. Sources of self-efficacy in a science methods course for primary teacher education students. *Research in Science Education*, 36(4), 337-353.
- Rezba, R. J., Sprague, C., McDonnough J. T., and Matkins, J. J., 2007. *Learning and assessing science process skills*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Rollnick, M., Lubben, F., Lotz, S., and Dlamini, B., 2002. What do underprepared students learn about measurement from introductory laboratory work? *Research in Science Education*, 32(1), 1-18.
- Roth, W. M., McGinn, M. K., and Bowen, G. M., 1998. How prepared are pre-service teachers to teach scientific inquiry? Levels of performance in scientific representation practices. *Journal of Science Teacher Education*, 9(1), 25-48.
- Saat, R. M., 2004. The acquisition of integrated science process skills in a web-based learning environment. *Research in Science and Technological Education*, 22(1), 23-40.
- Sinan, O. ve Uşak, M., 2011. Biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 333-348.
- Tamir, P., 1997. How are laboratories used?. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 311-316.
- Tan, M. ve Temiz, B. K., 2003. Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.

- Tatar, N., 2006. *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E., 2001. *İçerik analizi ve uygulama örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.
- Tifi, A., Natale, N., and Lombardi, A., 2006. Scientists at play: Teaching science process skills. *Science in School*, 1(Spring), 37-40.
- Tümay, H. ve Köseoğlu, F., 2011. Kimya öğretmen adaylarının argümantasyon odaklı öğretim konusunda anlayışlarının geliştirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 8(3), 105-119.
- Türkmen, L., 2006. *Bilimsel bilginin özellikleri ve fen ve teknoloji okuryazarlığı*. M. Bahar (Ed.). Fen ve Teknoloji Öğretimi içinde (s. 33-58), Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Türkmen, H. ve Kandemir, E. M., 2011. Öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri öğrenme alanı algıları üzerine bir durum çalışması. *Journal of European Education*, 1(1),15-24.
- Wenglinsky, H., 2000. *How teaching matters: Bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Wenglinsky, H., and Silverstein, S. C., 2007. The science training teachers need. *Educational Leadership*, 64(4), 24–29.
- Wilke, R. R., and Straits W. J., 2005. Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological sciences. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540.
- Yeany, R. H., Yap, K. C., and Padilla, M. J., 1984. Analyzing hierarchical relationship among modes of cognitive reasoning and integrated science process skills. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, LA.
- Yıldırım, M., Atila, M. E., Özmen, H. ve Sözbilir, M., 2013. Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi hakkındaki görüşleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 27-40.
- Zoller, U., 1990. Students' misunderstanding and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053–1065.

## **EXTENDED ABSTRACT**

Besides the curriculum studies in the education system, to ensure the success of teachers, who will implement the curriculum should be grown in a qualified way. Applications should also take place in science education in order to gain knowledge. The most important application fields are the science laboratories. Other important variables in the laboratory are proficiency of teachers, their attitudes and behaviors, content of the laboratory activities, applied teaching methods and learning environments. Planning experimental research and ability to work safely in the laboratory have been identified as the skills of an effective science teacher. However, in some studies, it has been stated that the teachers are inadequate in terms of these skills in laboratory applications.

One of the basic objectives of chemistry education and other science education fields is the education of the scientific process skills. Development of these skills brings to be literate in science, the ability to understand the nature of science, the ability to improve the quality of life in everyday life. In science education, to teach students how to apply the science is important, especially for science teachers, besides the teaching of concepts, theories and laws. The skills that are necessary in the process of reaching the scientific knowledge through this application are the scientific process skills. For this reason, to be sufficiently advanced scientific process skills of science teacher is an expected feature.

In this study, laboratory proficiency of future chemistry teachers who are studying at departments of chemistry teacher training and chemistry was investigated in terms of the scientific process skills. The study was designed according to single screening model from the survey models. Senior students were selected based on stratified sampling from the sample universe including the chemistry teacher training programs of the education faculties and the chemistry departments of the science faculties in Turkey. According to the sampling, education faculties which train chemistry teachers in Turkey were divided into three groups as the upper, middle and lower. A university has been selected from each of these groups by random way. Thus, the three selected universities' chemistry teacher training program of the education faculty and the chemistry department of the science faculty were included to the research sample. Total of 163 senior was participated to the study who are studying at faculty of education, chemistry teacher training (N=67) and faculty of science, department of chemistry (N=96).

Data regarding students' basic chemistry laboratory proficiencies were determined using Laboratory Proficiency Test (LPT). The content of the test consisted of the scientific process skills, which were observing, classifying, measuring, processing data and formulating models, interpreting data and drawing conclusions, predicting, recording data, formulating hypothesis, identifying variables, controlling and changing variables, defining operationally, designing an experiment, conducting the tools materials and supplies of the experiment, establishing experimental setup, inferring. In the LPT, a total of 10 open-ended

questions were prepared by the researchers for these skills. Each question in the test is for different scientific process skills and requires a written response.

The data analysis was carried out with the help of analytic scoring scale. The scoring of participants' responses to the LPT was conducted by sorting out each response to one of the following categories: Correct response, partly correct response, wrong response, and no response or unrelated response.

Considering the results of the study it was found out that the students were insufficient at the scientific process skills of observing, classifying, processing data and formulating models, interpreting data and drawing conclusions, recording data and formulating hypothesis, identifying variables, controlling and changing variables, defining operationally, designing an experiment, conducting the tools materials and supplies of the experiment, establishing experimental setup; also they were sufficient at measuring, predicting and inferring. According to the results, incorrect student responses signified that the students could not determine the molecular formulas of compounds; they could not show the states of matter on the reaction; they do not know the symbols of some of the elements. Other than they know the equipment in the laboratory. But they could not classify them in the correct category. In addition, although they were successful in measuring, they could not specify the unit values of the measurement. Also, they had difficulties in converting the given data to the graphic and determining the type of graphics (linear, parabolic, etc.). The results indicated that, especially in formulating hypothesis, the students had misconceptions and lack of knowledge about the subjects. In addition, considering the results of the study the chemistry education student groups' average scores obtained from LPT test was found to be 49.34 and success rate was 41%, the chemistry department student groups' average scores obtained from LPT test was found to be 48.08 and the success rate was 40%.

Başvuru: 01.05.2016

Yayına Kabul: 21.09.2016