



Improvement of Pre-Service Science Teachers' Awareness on the Effectiveness of Laboratory Method in Science Education: A Qualitative Study¹

Canay PEKBAY², Fitnat KAPTAN³

Received: 29 November 2013, Accepted: 25 April 2014

ABSTRACT

The purpose of the study was to improve pre-service science teachers' awareness on the effectiveness of laboratory method in science education. A study was designed as a case study of qualitative research methods. The study group was made up of 28 pre-service science teachers attending at Bulent Ecevit University academic year of 2012-2013. Semi-structured interviews and activities forms were prepared for data collection. To improve pre-service science teachers' awareness about the laboratory method, activities were applied to pre-service science teachers. In the process, semi-structured interviews were conducted with the six pre-service science teachers. All qualitative data were evaluated using content analysis. The research results demonstrated that pre-service science teachers' awareness about laboratory method in science education were improved. At the same time the end of study, pre-service science teachers' competencies related to types of experiments were also improved. According to the results obtained, various suggestions thought to be useful in pre-service teacher education were put forward.

Keywords: Science Education, Laboratory Method, Pre-service Teachers, Qualitative Study

EXTENDED ABSTRACT

Especially in recent years information has increased too much. Thus, the most important goal of education in schools is not to transfer information to individuals, to provide learning the ways of achieving information. For this purpose, one of the most important purpose of science education is to educate scientifically literate individuals. For the purposes of science education Ministry of Education has restructured elementary program and eliminated the traditional learning environments. Instead of traditional learning, Ministry of Education has adopted new methods and processes. In these methods, laboratory method is one of the most effective methods in science education (Hamurcu, 1998). Laboratory method is a teaching method that allows the concept of meaningful learning, permanent learning and students to work individually or in groups (Böyük, Demir ve Erol, 2010; Hofstein ve Lunetta, 2004; Sari, 2011). Although laboratory method is so important, In the literature, there is a limited studies on the effectiveness of laboratory methods (Aydoğdu ve Ergin, 2010; Baykara, 2011; Koray, Yaman ve Altunçekiç, 2004; Olympiou ve Zacharias, 2011). Therefore, the purpose of the study was to improve pre-service science teachers' awareness on the effectiveness of laboratory method in science education.

A study was designed as a case study of qualitative research methods. In selecting study group, appropriate sampling is used. The study group was made up of 28 pre-service science teachers attending at Bulent Ecevit University academic year of 2012-2013. . Semi-structured interviews, activities forms and interview form were prepared for data collection. The interview form was applied twice during the study. Questions in the interview form are: 1) What is the laboratory method in science teaching? 2) How many types of experiments? Please describe briefly the types of experiments and sample data? 3) What are the advantages of laboratory methods? 4) What are the limitations of laboratory methods? To improve pre-service science teachers' awareness about the laboratory method, activities were applied to pre-service science teachers. In the process, semi-structured interviews were conducted with the six pre-service science teachers. All qualitative data were evaluated using content analysis.

¹ This study was presented in "3. Müellim Hazırlama Siyaseti ve Problemleri Sempozyumu", 3-4 May 2013, Bakü-Azerbaijan

² Res. Assist., Bulent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, canayaltindag@gmail.com

³ Prof. Dr., Hacettepe University, Faculty of Education, fitnat@hacettepe.edu.tr

Before activities were applicated, preservice teachers explained laboratory method with learning method, scientific process skills and laboratory rules. After activities were applicated, preservice teachers explained laboratory method with learning method, scientific process skills and higher level thinking skills. At the end of the application, while preservice teachers were stated laboratory methods, they did not mention laboratory rules. Before activities implementation, although preservice teachers try to write some types of experiment, no one could not give an example. After activities implementation, all of the preservice teachers have stated ideas about the types of experiments and presented examples. Preservice teachers stated similar views regarding the advantages and limitations of laboratory methods to the pre and post application.

The research results demonstrated that pre-service science teachers' awareness on effectiveness of laboratory method in science education were improved. At the same time, at the end of the study, pre-service science teachers' competencies related to types of experiments were also improved. Preservice teachers consider that laboratory methods facilitate learning, learned information remains in the mind long ve course is more fun. Studies in the literature support these study results (Aktepe ve Aktepe, 2009; Gonstone ve Champagne, 1990). Uluçınar, Doğan ve Kaya (2008) stated that teachers do not agree this idea.

Participants are preservice science teachers in this study. Larger sample consisting of groups with preservice elementary teachers and teachers of similar studies is recommended. In the study, activities have been applied for four weeks. Similar studies can be done by extending the application period. A study was designed as a case study of qualitative research methods. An experimental study on the same subject can be made. It is recommended to put course which covers "Laboratory Method" in the first year of university.

Fen Eğitiminde Laboratuvar Yönteminin Etkililiği ile ilgili Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Farkındalıklarının Artırılması: Nitel Bir Çalışma¹

Canay PEKBAY², Fitnat KAPTAN³

Başvuru Tarihi: 29 Kasım 2013, **Kabul Tarihi:** 25 Nisan 2014

ÖZET

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının, fen eğitiminde kullanılan laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili farkındalıklarının artırılması amaçlanmıştır. Araştırma nitel bir çalışma olup, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak desenlenmiştir. Çalışma grubunu, 2012-2013 öğretim yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi 2.sınıfında öğrenim gören 28 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Verilerin toplanması amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formları ve etkinlik kâğıtları hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili farkındalıklarını artırmak için öğretmen adaylarına etkinlikler uygulanmıştır. Süreç içerisinde 6 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmen adaylarının açık uçlu soruya verdikleri yazılı açıklamaların, etkinlik kâğıtlarının ve görüşmelerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, öğretmen adaylarının fen eğitiminde laboratuvar yöntemi ile ilgili farkındalıklarının arttığını göstermektedir. Aynı zamanda çalışma sonunda, öğretmen adaylarının deney çeşitleri ile ilgili bilgilerinin de arttığı görülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda hizmet öncesi öğretmen eğitiminde yararlı olacağı düşünülen bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Laboratuvar Yöntemi, Öğretmen Adayları, Nitel Araştırma

1. Giriş

Günümüzde ülkeler, hızla değişen bilim ve teknolojiye ayak uydurmak ve artan bilgi birikimine sahip olmak için eğitim sistemlerine her zamankinden daha fazla önem vermektedirler. Özellikle son yıllarda bilgi çok fazla artmıştır. Bu yüzden okullardaki eğitimin en önemli amacı; bilgileri bireylere aktarmak değil, bireylerin bu bilgilere ulaşma yollarını öğrenmelerini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda fen eğitimi problem çözme yeteneğine sahip, günlük hayatta karşılaştığı sorunlarla baş edebilen, bilimsel düşünebilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Fen bilimlerinin öğrencilere etkili ve verimli olarak öğretilmesi bu nedenle büyük önem taşır (Yaşar, Ayaz, Kaptan ve Gücüm, 1998).

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri bilimsel okur-yazar bireyler yetiştirmektir. Bilimsel okur-yazarlık ile ilgili çeşitli tanımlar yapılmıştır (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1990; National Research Council (NRC), 1996). Bilimsel okur-yazar olarak yetişen bireyler, günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere akılcı çözüm yolları önerebilir, bilgiye daha hızlı ulaşabilir, yeni bilgiler üretebilir, çağdaş teknolojileri etkili ve verimli bir şekilde kullanabilirler (Yaşar ve diğ., 1998). Fen eğitiminin amaçları doğrultusunda Milli Eğitim Bakanlığı, İlköğretim programını yeniden yapılandırma sürecine giderek geleneksel öğrenme ortamlarına izin verici ders plan ve programlarını ortadan kaldırmış bunun yerine öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenmelerini sağlayıcı yeni yöntem ve süreçleri ele almış bulunmaktadır. Bu yöntemler içerisinde fen eğitimi kapsamında en etkili olanlardan bir tanesi laboratuvar yöntemidir (Hamurcu, 1998).

Laboratuvar yöntemi, kavramların anlamlı öğrenilmesi, kalıcı öğrenme ve öğrencilerin bireysel ya da gruplar halinde çalışmalarına imkân sağlayan bir öğretim yöntemidir (Böyük, Demir ve Erol, 2010; Hofstein ve Lunetta, 2004; Sarı, 2011). Fen bilimleri konuları çoğunlukla soyut ve karmaşık olduğundan öğrencilere kavratılabilmesi için laboratuvarlarda somut deneyimler sağlanması, fen eğitiminde laboratuvar kullanımının temel amaçlarından birisidir (Morgil, Güngör ve Seçken, 2009).

¹ Bu çalışma "3. Müellim Hazırlama Siyaseti ve Problemleri Sempozyumu" 3-4 Mayıs 2013, Bakü-Azerbaycan'da bildiri olarak sunulmuştur.

² Arş. Gör., Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, canayaltindag@gmail.com

³ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, fitnat@hacettepe.edu.tr

19. yüzyılın ortalarından itibaren fen öğretiminin temel öğelerinden biri laboratuvarlar olarak kabul edilmiştir (Blosser, 1983). Türkiye’de ise 1965’li yıllarda uygulamaya konulmuştur. Laboratuvarlar öğrencilerin yalnızca öğrenmelerini değil aynı zamanda performanslarını göstermeleri için en uygun ortamlar olarak görülmektedir (Tamir, 1998). Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut (1997), öğrencilerin fen bilimlerinin özünü anlayabilmeleri için gerekli olan çalışma yöntemleri, problem çözme, inceleme yapabilme ve genelleme yapabilme becerileri açısından laboratuvar uygulamalarını fen eğitimi açısından önemli bulmaktadırlar. Farklı yöntemler içeren laboratuvara çalışmalarının temel amaçları, öğrencilerin soyut fen kavramlarını somutlaştırarak anlamalarına, bilimin özünü fark etmelerine, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.

Çepni ve diğerleri (1997) başlıca laboratuvar yöntemlerini a) doğrulama, b) açık uçlu ve c) araştırma esasına dayalı olarak ifade etmişlerdir. Laboratuvar ortamında doğrulama deneyleri öğrencilerin kendilerine verilen bir yönerge ile sonucu önceden bilinen ve yapılışı yönergeler ile sunulmuş deneyleri etkili bir şekilde sonlandırmaları ve var olan bilimsel sonuçları doğrulamaları şeklinde gerçekleştirilir. Öğrencilerin teknik becerilerini geliştirmek için etkin bir yol olan doğrulama laboratuvar çalışmalarının sınırlılığı ise, bilimsel sürecin teknik boyutunu ön planda tutması ve öğrencilere bilgi ve beceri kazandırmaktan çok bir teknisyen gibi davranmalarına neden olması şeklinde ifade edilmiştir (McComas ve Colburn, 1995). Tümevarım yaklaşımı olarak da ifade edilen açık uçlu laboratuvar çalışmalarında ise, öğrenciler laboratuvar uygulamalarında bir prensibi veya kuramı, kendi tecrübeleri yolu ile öğrenirler. Doğrulamaya yöntemin aksine, öğrenci kendisine sunulan bir problem durumu için laboratuvar uygulamasının desenlenmesi, uygulanması, verilerin toplanması, analizi, değerlendirilmesi ve raporlaştırılması aşamalarını kapsayacak şekilde kendisi yönetir. Bilimsel sürecin ve bilimin özünün anlaşılması açısından güçlü olan bu yöntem için yapılan başlıca eleştiriler laboratuvar uygulamalarında öğretmenlerin koydukları hedeflerin öğrenciler için belirsiz olmasının (Hart ve arkadaşları, 2000) yanı sıra uygulamadaki yetersizlikler nedeniyle verimsiz ve öğrencilerin bilgileri karıştırmalarına neden olması (Hofstein, 2008; Hofstein ve Lunetta, 2004) şeklinde ifade edilmiştir. Diğer bir laboratuvar uygulama yöntemi olan araştırma esasına dayalı uygulamalar ise, kapalı ve açık uçlu deneylerin aksine, çalışma konularının öğretmenler tarafından değil öğrenciler tarafından belirlenmesidir. Ancak, öğrencilerin üst düzey bilişsel ve zihinsel gelişmelerine bağlı olarak yürüttükleri bu çalışmaların gerçekleştirilmesinin yapısal ve pedagojik açıdan uzun süreli ve maliyetli olması, bu uygulamalar için yapılan başlıca eleştiridir (Çepni ve diğ., 1997).

Literatür incelendiğinde, fen eğitiminde laboratuvar yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalar büyük ölçüde laboratuvarda karşılaşılan zorlukları, laboratuvara karşı tutumları ve laboratuvar yönteminde kullanılan farklı teknikleri içermektedir (Akgün, 2010; Çakmak, 2008; Lowe, Newcombe ve Stumpers, 2012; Olympiou ve Zacharias, 2011). Çakmak (2008) yapmış olduğu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumları ile fen bilgisine yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye amaçlamıştır. Çalışma sonucunda 2.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar tutumlarının 4.sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarına göre biraz daha geliştiği ortaya çıkmıştır. Laboratuvar yönteminin bu kadar önemli olduğu söylenmesine rağmen, literatürde laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili sınırlı sayıda çalışmanın (Aydoğdu ve Ergin, 2010; Baykara, 2011; Koray, Yaman ve Altunçekiç, 2004; Olympiou ve Zacharias, 2011) olmasından dolayı, laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili bu tür çalışmaların yapılmasının literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca fen eğitiminde bu kadar önemli bir yere sahip olan laboratuvar yönteminin, ileride fen bilgisi öğretmeni olacak fen bilgisi öğretmen adayları tarafından anlaşılması ve öğretmen adaylarının bu konuda farkındalıklarının artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının, fen eğitiminde kullanılan laboratuvar yönteminin etkililiği ile ilgili farkındalıklarının artırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda, çalışmanın araştırma problemi şu şekilde ifade edilebilir:

Fen bilgisi öğretmen adaylarının, fen eğitiminde kullanılan laboratuvar yöntemi ile ilgili görüşleri etkinlikler uygulanmadan önce ve sonra nasıldır?

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Deseni

Araştırma nitel bir çalışma olup, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak desenlenmiştir. Durum çalışması, güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan bir araştırma yöntemidir (Yin, 1994).

2.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubunun seçilmesinde, araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması açısından uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmaya, 2012-2013 öğretim yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı 2. sınıfında öğrenim gören 28 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının gerçek isimleri kullanılmamıştır. Gerçek isimleri yerine öğretmen adaylarından "Katılımcı" olarak bahsedilmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları ve ölçülen özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Veri Toplama Araçları ve Ölçülen Özellikler

Veri toplama araçları	Ölçülen özellikler
Görüşme formu	Öğretmen adaylarının etkinliklerden önce ve sonra, laboratuvar yöntemi ile ilgili görüşleri
Etkinlik kağıtları	Süreç değerlendirmesi
Yarı-yapılandırılmış görüşmeler	Öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili farkındalıkları

2.3.1. Görüşme Formu

Öğretmen adaylarına çalışma boyunca iki kez uygulanmıştır. Etkinliklere başlamadan önce öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla; etkinlikler sonrasında ise çalışmanın amacı doğrultusunda öğretmen adaylarının farkındalıklarının artırılıp arttırılmadığını görmek amacıyla uygulanmıştır. Görüşme formu, alanında uzman iki öğretim elemanı tarafından oluşturulmuştur. Bu form, dört açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Görüşme formunda yer alan sorular:

1. Fen öğretiminde laboratuvar yöntemi nedir, kısaca anlatınız.
2. Laboratuvara dayalı fen öğretiminin özünü oluşturan deneyler kaç çeşittir? Deney çeşitlerini kısaca tanımlayınız ve örnek veriniz?
3. Laboratuvar yönteminin avantajları nelerdir?
4. Laboratuvar yönteminin sınırlılıkları nelerdir? İlk iki soru laboratuvar yöntemi ve deney çeşitleri ile ilgili öğretmen adaylarının yeterlikleri, diğer iki soru ise laboratuvar yönteminin avantajları ve sınırlılıkları ile ilgilidir.

2.3.2. Etkinlik Kağıtları

Öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili farkındalıklarını artırmak için öğretmen adaylarına çalışma boyunca fen eğitiminde laboratuvar yöntemi ile ilgili olarak toplam dört etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinliklerde öğretmen adayları deney teknikleri ile ilgili olarak çalışmalar yapmışlardır. İlk etkinlikte, öğretmen adaylarına deney çeşitleri ile ilgili bir açık uçlu soru verildikten sonra, öğretmen adaylarından kapalı uçlu deney tekniğine göre hazırlanmış bir deneyi açık uçlu ve hipotez test etme deneyine göre tasarlamaları istenmiştir. İkinci etkinlikte, ilkökul ve ortaokul ders kitaplarından veya çalışma kitaplarından üç deney tekniğine göre etkinlikler bulmaları istenmiştir. Üçüncü etkinlikte kendilerinin seçtikleri bir konu ile ilgili bir deneyi kapalı uçlu, açık uçlu ve hipotez test etme deneyi olarak tasarlamaları istenmiştir. Son etkinlikte ise üç farklı deney çeşidine göre farklı konularda etkinlikler planlamaları istenmiştir.

2.3.3. Yarı yapılandırılmış Görüşmeler

Etkinlikler tamamlandıktan sonra altı öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme için öğretmen adayı seçiminde öğretmen adaylarının etkinlik kağıtları incelenmiş ve laboratuvar yöntemi ile ilgili "iyi, orta ve zayıf" düşüncelere sahip olduğu düşünülen altı öğretmen adayı seçilmiştir. Görüşmeler 20-25 dakika sürmüş ve görüşme sırasında ses kayıt cihazı kullanılmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Çalışmada nitel verilerin analizinde, verilerin ilişkisi ve tutarlılığına bakmak için veri toplama sürecinde ve veri toplama süreci sonunda olmak üzere iki aşamalı bir analiz yöntemi belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının görüşme formuna verdikleri yazılı açıklamaların, etkinlik kâğıtlarının ve görüşmelerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İlk olarak bütün veriler özenle okunmuş ve gerekli durumlarda veri kaynağının yanına notlar alınmıştır. Birbirine benzeyen veriler belirli temalar çerçevesinde bir araya getirilmiştir. Verilerin analizi sonucunda kodlar yardımıyla temalar ve alt temalar oluşturulmuştur. Yapılan bu kodlama işleminin güvenilirliğini artırmak için veriler başka bir araştırmacı tarafından da incelenmiştir. İki puanlayıcı arasındaki karşılaştırmalı uyuşmanın yüzdesi, Miles ve Huberman (1994)'in uyuşum yüzdesi formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası uyuşum yüzdesinin %70'in üzerinde çıkması ilgili literatürde genel olarak kabul edilebilir sınır olarak görülmektedir. Bu çalışma kapsamında hesaplanan %91'lik değer kodlayıcılar arasında yüksek bir uyum olduğunu ifade etmektedir.

3. Bulgular

Araştırmanın bulgular kısmı, hem etkinliklerden önce hem de etkinliklerden sonra olmak üzere üç bölüm halinde sunulacaktır. Birinci bölümde; öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili düşünceleri ile ilgili bulgular paylaşılacaktır. İkinci bölümde; öğretmen adaylarının deney çeşitleri ile ilgili düşünceleri ile ilgili bulgular paylaşılacaktır. Üçüncü bölümde ise; laboratuvar yönteminin avantajları ve sınırlılıkları ile ilgili bulgular paylaşılacaktır.

3.1. Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Yönteminin Etkililiği İle İlgili İlk Düşünceleri

Etkinlikler uygulanmadan önce öğretmen adayları laboratuvar yöntemini genel olarak; öğrenme yöntemi, bilimsel süreç becerileri ve laboratuvar kurallarıyla açıklamaya çalışmışlardır.

3.1.1. Öğrenme Yöntemi

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminden bahsederken kalıcılık, kolay öğrenme, günlük hayat, eğlenceli ve etkili ders kavramlarını sıklıkla kullanmışlardır. Bu konu ile ilgili öğrenci alıntılarında bakıldığında;

"Bu yöntemde öğrenme daha kolay ve kalıcıdır. Ayrıca bu yöntem öğrenmeyi eğlenceli hale getirir." (Katılımcı 3)

"Deney ve gözlem yöntemiyle bilgilerin öğrenilmesi daha kolay ve kalıcıdır. Fen öğretiminde de birçok konu deneyle yapıldığından anlaşılması daha kolay olacağı için laboratuvar yöntemi önemlidir." (Katılımcı 9)

"Hayatın içinden yaşadığımız hatta yaşamamızı sağlayan düzene kadar her şey fen kapsamına giriyor. Laboratuvarda öğrendiğimiz bilgileri günlük hayatımızda kullanabiliriz." (Katılımcı 1)

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminin öğrenmeyi kolaylaştırdığını, laboratuvar sayesinde öğrenilen bilgilerin uzun süre akılda kaldığını ve derslerin sınıfta yapılan derslerden daha eğlenceli olduğunu düşünmektedirler.

3.1.2. Bilimsel Süreç Becerileri

Öğretmen adayları laboratuvar yöntemi ile bazı bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini düşünmektedirler.

“Laboratuvar yöntemi merak uyandırarak ilgi çeker bu da araştırmaya sevk eder. Pratik yaptıkça gelişir ve doğru sonuçlar elde edilir.” (Katılımcı 28)

“Laboratuvar yöntemi öğrencinin öğrendiği bilgiyi deneyler yaparak tamamen anlaması ve algılamasıdır. Öğrendiği bilgiyi gözleyerek ve yorum yaparak kesin sonuçlara varmasını sağlar.” (Katılımcı 18)

Laboratuvar yöntemi sayesinde öğretmen adayları en çok deney yapma, gözlem yapma, araştırma-inceleme yapmanın geliştiğini söylemektedirler. Ayrıca öğretmen adayları laboratuvar yönteminin merak uyandırdığını ve öğrencinin bu süreçte aktif rol aldığını düşünmektedirler. Bir diğer önemli bulgu ise öğretmen adaylarının, laboratuvar yöntemi sayesinde kesin bilgilere ulaşıldığının düşünülmesidir.

3.1.3. Laboratuvar Kuralları

Öğretmen adaylarının bir kısmı ise laboratuvar yöntemini, laboratuvar kurallarının uyulduğu bir süreç olarak tanımlamışlardır.

“Laboratuvar yöntemi; laboratuvarda yapılacak olan deneylerin önceden föy halinde hazırlanıp eğer öğrencilere önceden verilmesi gerekiyorsa önceden verilmesi ya da dersten sonra verilmesi, bu deneylerle ilgili bilgilerin toplanması, analiz edilmesi, deneyleri yaparken uyulması gereken kurallara azami dikkat göstererek gerekli önemin verilmesidir.” (Katılımcı 21)

3.2. Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Yönteminin Etkililiği İle İlgili Son Düşünceleri

Etkinlikler uygulandıktan sonra ise öğretmen adayları laboratuvar yöntemini genel olarak; öğrenme yöntemi, bilimsel süreç becerileri ve üst düzey düşünme becerileriyle açıklamaya çalışmışlardır. Uygulama sonunda öğretmen adayları laboratuvar yöntemini ifade ederken laboratuvar kurallarından bahsetmemişlerdir.

3.2.1. Öğrenme Yöntemi

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminden bahsederken ilk uygulamada kullandıkları kalıcılık, kolay öğrenme, günlük hayat, eğlenceli ve etkili ders kavramlarının yanı sıra; yaparak-yaşayarak, uygulama ve somutlaştırmak kavramlarını sıklıkla kullanmışlardır.

“Fen bilgisi konularını laboratuvarda bireysel ya da küçük gruplar halinde yaparak-yaşayarak öğrenmelerde izlenildiği yoldur.” (Katılımcı 6)

“Konuları somut hale getirmek amacıyla deney ve gözlem yöntemi kullanılarak yapılan bir yöntemdir. (Katılımcı 10)

“Fen bilimleri dersi doğayı incelleme, araştırmaya dayalı bir derstir. Öğrenilen bilgilerin uygulanması anlamayı kolaylaştırdığından faydalıdır. Günlük hayatla ilişki kurup somut düşünmeyi kolaylaştırır.” (Katılımcı 14)

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminde öğrencilerin görerek-yaparak öğretim gördüklerini, feni günlük hayatla bağdaştırdıklarını ve laboratuvarın amacının fenedeki soyut kavramları uygulamalı olarak somutlaştırmak olduğunu düşünmektedirler.

3.2.2. Bilimsel Süreç ve Üst Düzey Düşünme Becerileri

Öğretmen adayları laboratuvar yöntemi ile bazı bilimsel süreç becerilerinin geliştiğini ilk uygulamada belirtmişlerdir. Son uygulamada ise bilimsel süreç becerilerine ilave olarak üst düzey düşünme becerilerinin de geliştiğini söylemişlerdir.

“Fenle ilgili bilgileri, laboratuvar ortamında öğrenciler deney yaparak, kendileri gözlemleyerek öğrenirler. Yaratıcı düşünmeyi sağlar. Grup çalışmasına katkı sağlar.” (Katılımcı 8)

“Fen kavramlarının daha iyi öğrenilmesi, bilimsel süreç becerilerini kullanarak bilgilerin daha da hafızada kalıcı olması için yapılan yöntemdir.” (Katılımcı 24)

“Fen öğretiminde laboratuvar yöntemi, psikomotor öğrenmeyi sağlar, problem çözme becerilerini ve yaratıcılığı geliştirir.” (Katılımcı 7)

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini özellikle söylemişlerdir.

Görüşme yapılan öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili düşünceleri de benzerlik göstermektedir.

“Fenle ilgili bilgileri ve deneyleri laboratuvar ortamında kendi kendilerine yaparak öğrenmeye çalışırlar. Bu yöntemde kullanılan araçlar, modeller sayesinde deneyleri rahat bir şekilde yapma imkanı elde edilmiş olur.” (Katılımcı 7)

“Doğada karşılaştıkları, gördükleri, merak ettikleri, nasıl oluyor dedikleri sorulara laboratuvar ortamında deneylerle cevap veriliyor. Hem anlamlı öğrenmeyi gerçekleştiriyor, hem de eğlenceli, dikkatli bir ders süreci yaşıyor.” (Katılımcı 13)

3.3. Öğretmen Adaylarının Deney Çeşitleri İle İlgili Düşünceleri

Etkinlikler uygulanmadan önce 28 öğretmen adayından 10 tanesinin deney çeşitleri ile ilgili soruyu boş bıraktığı görülmüştür. Sorulara cevap veren öğretmen adaylarının ise deney çeşitlerine verdikleri örnekler genel olarak; kapalı uçlu, açık uçlu, yarı açık uçlu, yoruma dayalı, işleme dayalı, gösteri deneyleri, gösterip-yaptırma, özgün deneyler. Fakat öğretmen adayları deney çeşitlerini yazmalarına rağmen, hiç birine örnek verememişlerdir.

“Kapalı uçlu deneyler, açık uçlu deneyler, daha önceden ispatlanmış ama öğrencilerin eğitiminde kullanılacak deneyler ve araştırma laboratuvarında yapılan deneyler.” (Katılımcı 21)

Etkinlikler uygulandıktan sonra ise, bütün öğretmen adayları deney çeşitleri ile ilgili fikirlerini belirtmişler ve örnekler sunmuşlardır. Uygulama sonrasında öğretmen adayları deney çeşitlerini “yapılış şekline göre, yapılış amacına göre ve yapılış zamanına göre” gruplandırabilmişlerdir. Etkinlikler sırasında başlangıçta açık uçlu, kapalı uçlu ve hipotez test etme deneylerine örnekler vermede zorlansalar da, sonlara doğru kendileri deney çeşitlerine göre etkinlikler oluşturabilmişlerdir. Görüşmelerin analizi de bulguları destekler niteliktedir.

“Kapalı uçlu deneyler: Deneyin sonucunda ne olacağı bellidir. Örneğin; ısınan maddeler genişir. Açık uçlu deneyler: Deneyin sonucu belli değildir. Öğrenci deneyi kendi yapar. Örneğin; ışığın ve cisimlerin ortam değiştirdiğinde kırılması. Hipotez test etme deneyleri: Öğrenci yaşamdan bir konuyu, olayı kendi deney yaparak gözlemler. Örneğin; ışık şiddetinin fotosentez hızına etkisi.” (Katılımcı 13)

3.4. Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Yönteminin Avantajları ve Sınırlılıkları İle İlgili Düşünceleri

Öğretmen adayları laboratuvar yönteminin avantajları ve sınırlılıkları ile ilgili olarak ön ve son uygulamada benzer görüşler belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının laboratuvar yönteminin avantajları ile ilgili söyledikleri örneklere aşağıda yer verilmiştir:

“Bir deneyi sözle anlatırken akılda pek kalmaz ama görsel olarak laboratuvar ortamında yapılan deneyler daha akılda kalır ve öğretmen adayları için gelecekte yardımcı olabilecek avantajdır.” (Katılımcı 4)

“Soyut bilginin somut bilgiye aktarılmasını sağlar. Merak duygusunu geliştirir. Öğrencinin kendine güvenini ve cesaretini artırır. Derste öğrendiklerini laboratuvarında görerek ve yaparak da öğrenebilir.” (Katılımcı 16)

Etkinlikler uygulanmadan önce öğretmen adayları laboratuvar yönteminin avantajlarını, laboratuvar yöntemini tanımlarken kullandıkları kavramlara benzer kavramlarla ifade etmişlerdir.

Etkinlikler uygulandıktan sonra ise öğretmen adayları laboratuvar yönteminin avantajları ile ilgili aynı ifadelerin yanında farklı olarak daha çok üstünde durdukları bilimsel süreç becerileri, iş birlikli öğrenme, günlük hayat ve öğrenci merkezlilik olmuştur. Öğretmen adaylarının hem açık uçlu görüşme formuna verdikleri cevaplara hem de görüşmelerden alıntılara bakıldığında;

“Psikomotor öğrenmeyi sağlar, problem çözme becerileri gelişir, somut materyallerle deneyim sağlanır ve ilgi çeker.” (Katılımcı 5)

“Problem çözme becerilerini kazandırır, fen bilimlerine karşı olumlu tutumlar geliştirir, bilimsel süreç becerilerini geliştirir, yaratıcı düşünme becerilerini geliştirir.” (Katılımcı 6)

“Bilimsel süreç becerilerini geliştirebilir, deney-yorum şeklinde öğrenme yaklaşımını geliştirir, günlük hayat ve fen ilişkisi kurulmasında yardımcı olur, kişiyi öğrenmeye güdüler, özgüven geliştirir, öğrenci merakı giderilir, yaratıcı düşünmeyi sağlar.” (Katılımcı 16)

Laboratuvar yönteminin sınırlılığını, öğretmen adayları etkinlikler uygulanmadan önce ve sonra genel olarak; öğretmenden kaynaklı, öğrenciden kaynaklı, malzemeden kaynaklı ve laboratuvardan kaynaklı sınırlılıklar şeklinde açıklamaya çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının hem uygulamadan önce hem de uygulamadan sonra laboratuvar yönteminin sınırlılığı ile ilgili düşünceleri;

“Öğrenci sayısının fazla olması laboratuvar uygulamalarında zorluk sağlayabilir. Bazı okullarda laboratuvar veya deney araç-gereç yeterli olmayabilir. Deney hakkında bilgi sahibi olmayabilir (öğretmen).” (Katılımcı 5)

“Zaman alıcıdır, ekonomik değildir. Becerisi az olan veya çekingen olan öğrencilerin uygulamalara katılımı sağlanamayabilir.” (Katılımcı 6)

“Ekonomik olarak laboratuvar kurulması zordur. Küçük çocuklarla deney yapmak tehlikeli olabilir. Kimyasal kullanımında bilgili olmak gerekir.” (Katılımcı 11)

Öğretmen adayları zaman ve maliyetin de laboratuvarın bir sınırlılığı olduğunu söylemişlerdir.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonuçları öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemi ile ilgili düşüncelerinin son uygulamada ön uygulamaya göre olumlu yönde değiştiğini göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, etkinlikler uygulanmadan önce öğretmen adaylarının laboratuvar yöntemini genel olarak; öğrenme yöntemi, bilimsel süreç becerileri ve laboratuvar kurallarıyla açıklamaya çalıştıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının laboratuvar yönteminden bahsederken kalıcılık, kolay öğrenme, eğlenceli ve etkili ders kavramlarını sıklıkla kullandıkları ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları laboratuvar yönteminin öğrenmeyi kolaylaştırdığını, laboratuvar sayesinde öğrenilen bilgilerin uzun süre akılda kaldığını ve derslerin sınıfta yapılan derslerden daha eğlenceli olduğunu düşünmektedirler. Literatürde de çalışmanın bu sonucunu destekleyen çalışmalar yer almaktadır (Aktepe ve Aktepe, 2009; Gonstone ve Champagne, 1990). Uluçınar, Doğan ve Kaya (2008) ise yaptıkları bir çalışmada öğretmenlerin tam tersi düşüncelere sahip olduklarını belirtmişleridir. Uluçınar ve arkadaşları (2008)'na göre; öğretmenler, öğrencilerinin laboratuvar derslerinde öğrendiklerini çabuk unuttuklarını düşünmektedir. Laboratuvar yöntemi sayesinde öğretmen adayları en çok deney yapma, gözlem yapma, araştırma-inceleme yapmanın geliştiğini söylemişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları laboratuvar yönteminin merak uyandırdığını ve öğrencinin bu süreçte aktif rol aldığını düşünmektedirler. Bir diğer önemli sonuç ise öğretmen adaylarının, laboratuvar yöntemi sayesinde kesin bilgilere ulaşıldığının düşünülmesidir. Böyle bir sonucun çıkması, öğretmen adaylarının bu döneme kadar sadece fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarlarını almış olup, bu laboratuvarlarda “kesin bilgiye ulaşma” gibi bir kavram yanılığına sahip olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının bir kısmının ise laboratuvar yöntemini, laboratuvar kurallarının uyulduğu bir süreç olarak tanımladığı ortaya çıkmıştır.

Etkinlikler uygulandıktan sonra ise öğretmen adaylarının laboratuvar yönteminden bahsederken ilk uygulamada kullandıkları kalıcılık, kolay öğrenme, eğlenceli ve etkili ders kavramlarının yanı sıra; yaparak-yaşayarak, günlük hayat, uygulama ve somutlaştırmak kavramlarını sıklıkla kullandıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları laboratuvar yönteminde öğrencilerin görerek-yaparak öğretim gördüklerini, feni günlük hayatla bağdaştırdıklarını ve laboratuvarın amacının fendeki soyut kavramları uygulamalı olarak somutlaştırmak olduğunu düşünmektedirler. Son uygulamada öğretmen adaylarının

bilimsel süreç becerilerine ilave olarak üst düzey düşünme becerilerinden de bahsettikleri görülmüştür. Akgün (2010), öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik görüşlerini araştırmış ve çalışma sonuçlarının mevcut çalışma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adayları bu çalışmayla benzer olarak laboratuvar ile ilgili olarak; kalıcılığı arttırdığını, yaparak-yaşayarak öğrenmenin sağlandığını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir (Akgün, 2010). Etkinlikler sırasında öğretmen adaylarının kendilerinin üst düzey düşünme becerilerini kullanmalarının bu sonuç üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca son uygulamada öğretmen adayları laboratuvar yöntemini ifade ederken laboratuvar kurallarından bahsetmemişlerdir.

Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç, öğretmen adaylarının deney çeşitleri ile ilgili ne düşündükleri ile ilgilidir. Etkinlikler uygulanmadan önce öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun deney çeşitleri ile ilgili herhangi bir fikir belirtmedikleri ortaya çıkmıştır. Az sayıda öğretmen adayının düşüncelerini söylemelerine rağmen, öğretmen adaylarının, sadece deney çeşitlerinin isimlerini yazdıkları, örnekler vermedikleri görülmüştür. Bu durumun, öğretmen adaylarının öğrenim hayatlarında bununla ilgili herhangi bir ders almamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Etkinlikler uygulandıktan sonra ise, bütün öğretmen adaylarının deney çeşitleri ile ilgili fikirlerini belirttikleri ve örnekler sundukları ortaya çıkmıştır. Uygulama sonrasında öğretmen adayları deney çeşitlerini “yapılış şekline göre, yapılış amacına göre ve yapılış zamanına göre” gruplandırabilmişlerdir. Öğretmen adayları eğitim hayatları boyunca sadece kapalı uçlu deney yaptıklarını söylemişlerdir. Yapılan etkinlikler sonucu öğretmen adaylarının deney çeşitleri ile ilgili de farkındalıklarının arttığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın bir diğer sonucu, öğretmen adaylarının laboratuvar yönteminin avantajları ve sınırlılıkları ile ilgili ön ve son uygulamada benzer açıklamalar yaptıklarını göstermektedir. Öğretmen adayları laboratuvar yönteminin avantajı olarak; bilgilerin çabuk öğrenilmesi, unutulmaması, soyut bilginin somutlaştırılması, merakı geliştirmesini söylemişlerdir. Ayrıca laboratuvar yönteminin günlük hayatla feni ilişkilendirmesi, öğrenci merkezli olması ve işbirliğini sağlaması da avantajlar arasında olduğu görülmektedir. Laboratuvar yönteminin sınırlılığını, öğretmen adaylarının etkinlikler uygulanmadan önce ve sonra genel olarak; öğretmenden kaynaklı, öğrenciden kaynaklı, malzemedan kaynaklı ve laboratuvardan kaynaklı sınırlılıklar şeklinde açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca zaman ve maliyetin de laboratuvarın bir sınırlılığı olduğunu belirtmişlerdir. Literatürde çalışmanın bu sonucunu destekleyen birçok çalışma mevcuttur (Aydoğdu, 1998; Kim ve Tan, 2010; Uluçınar ve diğ., 2008; Yıldırım ve Kete, 2002). Yeşilyurt (2005), öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarında karşılaştıkları muhtemel sıkıntılarını araştırdığı çalışmada malzeme sıkıntısının başta geldiğini belirtmiştir. Kim ve Tan (2010), ilköğretim öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında; zaman, malzeme ve programdan kaynaklanan problemlerin yanında öğretmen adaylarının alan bilgisi konusunda da sıkıntılarla karşılaştıklarını ve bu nedenle de özgüven eksikliklerinin olduğunu bu çalışmaya benzer biçimde ortaya koymuşlardır.

Çalışmada katılımcılar fen bilgisi öğretmen adaylarıdır. Daha büyük örneklem gruplarından oluşan sınıf öğretmen adayları ve öğretmenler ile de benzer çalışmaların yapılması önerilir. Çalışmada öğretmen adaylarına 4 hafta boyunca etkinlikler uygulanmıştır. Etkinlik uygulama süresi uzatılarak benzer çalışmalar yapılabilir. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak desenlenmiştir. Aynı konu üzerinde deneysel bir çalışma yapılarak, etkinliklerin etkisine bakılabilir. Üniversitelerde “Laboratuvar Yöntemi”ni kapsayan bir lisans dersinin ilk yıllara konulması önerilir.

Kaynaklar

- AAAS. (1990). American Association for the Advancement of Science, Science for All Americans, New York: Oxford University Press.
- Akgün, Ö. (2010). Öğretmen Adaylarının Fen ve Teknoloji Laboratuvarına İlişkin Görüşleri ve Bilim Okur-Yazarlığı. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Aktepe, V. & Aktepe, L. (2009). Fen ve teknoloji öğretiminde kullanılan öğretim yöntemlerine ilişkin öğrenci görüşleri. Ahi Evran Üniversitesi KırşehirEğit Fakültesi Dergisi, 10 (1), 69-80.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15, 30-35.
- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö. (2008). Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkileri. Ege Eğitim Dergisi, 9 (2), 15-36.

- Baykara, H. (2011). Araştırmaya dayalı fen laboratuvarlarının etkinliğinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Denizli.
- Blosser, P. E. (1983). What research says the role of the laboratory in science teaching. *School Science and Mathematics*, 83 (2), 165-169.
- Böyük, U., Demir, S. & Erol, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlik görüşlerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi. *Türk Bilim Araştırma Vakfı Bilim Dergisi*, 3 (4), 342-349.
- Çakmak, M. (2008). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Laboratuvar Tutumları ile Fen Bilgisine Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, F. (1997). Fizik öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Gunstone, R. F., & Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E.Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum* (pp. 159-182). London: Routledge.
- Hamurcu, H. (1998). Fen derslerinde güvenlik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 29-32.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment?: Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (7), 655-675.
- Hofstein, A. (2008). The laboratory in science education: From theory to practice. Fifth International Conference on Science, Mathematics and Technology Education, 16-19 January, Udon Thani, Thailand.
- Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88 (1), 28-54.
- Kim, M., & Tan, A. L. (2010). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: Stories form elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33, 1-22.
- Koray, Ö., Yaman, S. ve Altunçekiç, A. (2004). Yaratıcı ve eleştirel düşünmeye dayalı laboratuvar yönteminin öğretmen adaylarının akademik başarı, problem çözme ve laboratuvar tutum düzeylerine etkisi. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayında sunulan bildiri, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Lowe, D., Newcombe, P. & Stumpers, B. (2012). Evaluation of the use of remote laboratories for secondary school science education. *Research Science Education*.
- McComas, W.F., & Colburn, A.I. (1995). Laboratory learning: Addressing a neglected dimension of science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 6 (2), 120-124.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *An Expanded Sourcebook: Qualitative Data Analysis*, Sage Publications Ltd. London: United Kingdom.
- Morgil, İ. Güngör, S. & Seçken, N. (2009). Proje destekli kimya laboratuvarı uygulamalarının bazı bilişsel ve duyuşsal alan bileşenlerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6 (1), 89-107.
- NRC. (1996). *National Research Council, National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academic Press.
- Olympiou, G. & Zacharias, Z.C. (2011). Blending physical and virtual manipulatives: an effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96 (1), 21-47.
- Sarı, M. (2011). İlköğretim Fen ve Teknoloji Derslerinin Öğretiminde Laboratuvarın Yeri ve Basit Araç Gereçlerle Yapılan Fen Deneyleri Konusunda Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin Değerlendirilmesi. 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications (www.iconte.org), Antalya.
- Tamir, P. (1998). Assessment and evaluation in science education: Opportunities to learn and outcomes. In Fraser, B.J. ve Tobin K.G. (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 761-789). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Uluçınar, Ş., Doğan, A. & Kaya, O. N. (2008). Sınıf öğretmenlerinin fen öğretimi ve laboratuvar uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (2), 485-494.
- Yaşar, Ş., Ayaz, A., Kaptan, F. & Gücüm, B. (1998). Fen Bilgisi Öğretimi. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1061, Açık Öğretim Fakültesi Yayınları No: 585.
- Yeşilyurt, S. (2005). Biyoloji eğitimi öğrencilerinin biyoloji laboratuvarında karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Çukurova Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 88-96.
- Yıldırım, A., & Kete, R. (2002). Biyoloji derslerinde verimlilik ve teknoloji kullanımı. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresi Bildiriler Kitabı. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Yin, R. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publishing.