International Online Journal of Educational Sciences, 2015, 7 (3), 164 - 178

iojes
www.iojes.net

International Online Journal of Educational Sciences

ISSN: 1309-2707

The Effect of Open Inquiry-Based Laboratory Activities on Prospective Teachers' Misconceptions about Matter

Nimet Akben[1]

[1]*Ankara University, Faculty of Educational Sciences, Ankara, Turkey.*

ARTICLE INFO

Article History:
Received 05.11.2014
Received in revised form 08.06.2015
Accepted 28.06.2015
Available online 23.07.2015

ABSTRACT

This research that requires prospective classroom teachers to conduct experiments at open inquiry level investigates prospective classroom teachers' ability to conduct experiments at open inquiry level, and the effect of these experiments on their misconceptions. To this end, firstly a test on the relationship among "shape of matter, density of matter, and floating" was administered to prospective teachers, and the test results indicated that prospective teachers had misconceptions about this topic. Then prospective teachers were asked to conduct an observation related to this topic, to ask questions based on their observations, to design an experiment to answer their questions, and to conduct this experiment in the classroom. The participants of the research are composed of 28 prospective classroom teachers (20 female and 8 male) attending the Science and Technology Laboratory Practice I course in the academic year 2012-2013. The research results reveal that prospective teachers can design experiments based on their observations, and conduct their experiments successfully. In addition, the results of this quantitative research utilizing single group pretest-posttest design indicate that the practices within the scope of this research are effective in eliminating prospective teachers' misconceptions.

© 2015 IOJES. All rights reserved

Keywords:
Open inquiry, laboratory activities, prospective teachers' misconceptions

Extended Summary

Purpose

The importance of inquiry in science education is frequently emphasized in science curricula that are aimed at developing scientific literacy in learners. The purpose of inquiry, based on the research method used by scientists to understand the nature and containing descriptions based on scientific evidence, is to ensure that learners become aware of a problem as a result of observation, conduct research and observation to find solutions to that problem, test their hypothesis, and reach a result based on their experiments. Laboratory practice plays an important role in achieving this target.

The research related to inquiry-based laboratory activities at various levels indicates that these activities have a positive effect on science teaching and learning. It is known that especially inquiry-based experiments at open inquiry level are effective in formulating higher level questions and developing a positive attitude towards the course. However, the research demonstrates that teachers do not utilize these kinds of activities in their classes due to *lack of practice in teacher preparation programs*.

Against this background, this research requires prospective teachers to design and to conduct experiments at *open inquiry* level, and is aimed at answering the following questions investigating the effect of these experiments on prospective teachers' misconceptions:

[1]Corresponding author's address: Ankara University, Faculty of Educational Sciences, Department of Primary Education, Ankara, Turkey.
Telephone: 0 312 363 33 50 / 5218
e-mail: nakben@ankara.edu.tr
DOI: http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2015.03.003

© 2015International Online Journal of Educational Sciences (IOJES) is a publication of Educational Researches and Publications Association (ERPA)

1. Are prospective teachers successful in designing laboratory activities at open inquiry level?
2. Are laboratory activities at open inquiry level effective in eliminating prospective teachers' misconceptions about the relationship between shape and density of matter?
3. Are laboratory activities at open inquiry level effective in eliminating prospective teachers' misconceptions about the relationship between densities of matter and floating?

Method

Data collection instruments. A questionnaire composed of seven items was developed by the researcher in order to determine the appropriateness of the laboratory activities designed and conducted by prospective teachers for inquiry. This questionnaire was administered during classroom activities. In addition, all activities were videotaped and prospective teachers prepared written activity reports. As to the quantitative analysis that is aimed at investigating the effect of these activities on prospective teachers' misconceptions, a test composed of three open-ended questions about the relationship among "shape of matter, density of matter and floating" was developed and administered by the researcher.

Data collection process. In the research, firstly an open-ended test was administered to prospective teachers to investigate whether they had misconceptions about the relationship among "shape of matter, density of matter, and floating". The results of the test indicated that prospective teachers had misconceptions because of their statements such as "If the shape of a matter changes, its density changes too" and "The behaviour of an object in a liquid depends on its mass and volume, not its density." Therefore, this topic was chosen to determine the laboratory activities at open inquiry level and the effect of them on misconceptions.

The research utilized the phases of inquiry-based experiment that are used by Kipnis and Hofstein (2008). The first phase was "*pre-inquiry*" where prospective teachers were provided with aluminium samples, and asked to observe their behaviours in the liquid. The second phase was "*inquiry-based experiment*" where prospective teachers were asked for the next class to write three questions based on their observations, to choose one of these questions and base their hypothesis on this question, to design an experiment to test their hypothesis, and to conduct their experiment in the classroom. In the next class, prospective teachers conducted their experiments and discussed the results with their peers. In the last phase, the test about the relationship among "shape of matter, density of matter and floating" was administered one more time as the post-test.

In order to answer the first research question, the questionnaires that were developed by the researcher and administered during classroom implementations, video recordings, and prospective teachers' written reports were evaluated. In order to answer the second and third research questions, frequencies and percentages of prospective teachers' responses to open-ended questions in the pre-test/post-test were calculated, and SPSS 13.0 was utilized to conduct a dependent t-test to compare prospective teachers' test scores.

Results

The appropriateness of the experiments that were designed by prospective teachers for the phases of inquiry-based experiments was investigated through the categories of "appropriate", "somewhat appropriate" and "not appropriate". Table 1 presents the frequencies and percentages of these categories.

The research results indicated that most of prospective teachers could formulate appropriate questions based on their observations that could eliminate their misconceptions. In addition, most of prospective teachers could build a hypothesis, design an appropriate experiment and conduct that experiment.

Table 1. Frequencies and percentages related to the appropriateness of experiments designed by the prospective teaches for inquiry-based laboratory activities

	Appropriate		Somewhat Appropriate		Not Appropriate	
	f	%	*f*	%	*f*	%
1.Formulating questions based on observations conducted in the pre-inquiry phase	23	82,1	2	7,1	3	10,7
2.Conducting sufficient research related to the chosen question	18	64,3	5	17,8	5	17,8
3.Building a hypothesis	20	71,4	-	-	8	28,6
4.Designing an experiment that can answer the chosen question	20	71,4	2	7,1	6	21,4
5.Collecting sufficient and accurate data during the experiment	19	67,8	4	14,3	5	17,8
6.Recoding sufficient and accurate data at the end of the experiment	18	64,3	4	14,3	6	21,4
7. Explaining hypothesis accepted or reject	24	85,7			4	14,3

The t-test analysis of the mean ranks of the first open-ended question in the pre-test/post-test indicated that there was a significant decrease in prospective teachers' misconception of "If the shape of a matter changes, its density changes too". The t-test results of the second open-ended question indicated that prospective teachers' misconceptions about the "*relationship between density of matter and floating*" were eliminated. The t-test results of the third question showed that prospective teachers overcome their misconception that "*Matters float depending on their mass and volume*" and become aware that they should base floating on *density*.

Conclusion and Discussion

As a result of the research it is determined that prospective teachers can design and conduct experiments at open inquiry level successfully. Prospective teachers can formulate questions based on their observations, conduct their experiments and record the results appropriately and accurately. Considering the fact this is the first time prospective teachers conduct experiments at open inquiry level, it is believed that if more opportunities are provided for such experiments, they can be more successful in formulating questions and designing experiments (Morrison, 2008), and they can become aware of the feasibility of such experiments in their classes and use them in their professional practices (Haefner & Zembal-Saul, 2004).

The main reason for the use of inquiry-based experiment in science education is to teach scientific concepts. In this respect, this research focuses on the density-floating relation, and investigates prospective teachers' outcomes about these concepts. The results of the pre-test that was administered to determine prospective teacher's knowledge about density and the density-floating relation indicate that most of prospective teachers have misconceptions thinking that:

- Density of a matter changes if its shape changes.
- Floating/sinking of a matter depends on only its mass and volume.
- Shape of matter, not type of matter, is important for floating/sinking.

The post-test results demonstrate that inquiry-based experiments are effective in eliminating prospective teachers' misconceptions about shape of matter, density of matter and floating.

Considering the fact that this was the first time that most of prospective teachers participated in laboratory activities and that they had no experience about inquiry-based learning, the inquiry method this research utilized and the research results are highly important. In this context, it can be suggested that inquiry-based experiments are used not only for prospective classroom teachers but also all prospective teachers studying science education so that this method and scientific concept can be taught more effectively.

Açık Sorgulama Temelli Laboratuvar Etkinliklerinin Öğretmen Adaylarının Madde Konusundaki Kavram Yanılgılarına Etkisi

Nimet Akben[1]

[1]*Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Ankara, Türkiye.*

MAKALEBİLGİ

Makale Tarihçesi:
Alındı05.11.2014
Düzeltilmiş hali alındı08.06.2015
Kabul edildi28.06.2015
Çevrimiçi yayınlandı23.07.2015

ÖZ

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarından, açık sorgulama düzeyinde deney geliştirmeleri istenerek, adayların bu düzeye uygun deney geliştirebilme becerileri ve bu deneylerin madde konusundaki kavram yanılgılarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak "maddede şekli, yoğunluk ve yüzme" ilişkisine ait soruları içeren bir test uygulanmış ve adayların bu konuda kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Daha sonra bu konuyla ilgili bir gözlem yapmaları sağlanarak adaylardan, bu gözleme dayalı araştırma soruları geliştirmeleri, bu sorulara cevap oluşturabilecek deney tasarlamaları ve bunu sınıf ortamında uygulamaları istenmiştir. 2012-2013 öğretim yılında Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları I dersini alan 20'si kız ve 8'i erkek toplam 28 sınıf öğretmeni adayı ile yürütülen bu çalışma sonunda adayların yaptıkları gözleme uygun deney geliştirerek bunu uygulamada başarılı oldukları belirlenmiştir. Tek grup ön-test, son-test deneysel desenin kullanıldığı nicel araştırma sonunda da yapılan uygulamaların adayların kavram yanılgılarını gidermede etkili olduğu tespit edilmiştir.

© 2015 IOJES. Tüm hakları saklıdır

Anahtar Kelimeler:
Açık sorgulama, Laboratuvar etkinlikleri, Öğretmen adaylarının kavram yanılgıları

Giriş

Dünyanın pek çok ülkesinde ve Türkiye'de yeni geliştirilen fen dersi programları incelendiğinde pek çoğunun vizyon ve felsefesinde ortak noktalar olduğu ve bireysel farklılıkların gözetilmeksizin herkesin fen okur yazarı olarak yetiştirilmesinin programların temelini oluşturduğu görülmektedir (National Science Education Standarts [NSES] 2000; Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB] 2005). Fen okuryazarı bir bireyin sorgulama, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme ve karar verme becerisine sahip olması ve fene karşı tutum ve becerilerini geliştirmiş olması beklenmektedir. Bu niteliklerin kazandırılmasında fen eğitiminde sorgulama (inquiry) yönteminin önemi ve gereği sıklıkla vurgulanmaktadır (American Association for the Advancement of Science [AAAS] 1990, National Research Council [NRC] 1996; NRC, 2000; TTKB, 2005).

Hem öğrenim hem de öğretim yöntemi olarak fen programlarında yer alan sorgulama, bilim insanlarının doğal dünyayı araştırma yöntemine dayanmakta ve bu çalışmalarda elde edilen kanıtlara dayalı açıklamaları içermektedir. Bu bağlamda fen derslerinde öğrencilerin, yaptıkları gözleme dayalı olarak araştırılması gereken bir problemin farkına varması, probleme çözüm bulabilmek için araştırma, gözlem yapması, hipotezleri test etmesi, yaptığı deneylerden elde ettiği verilerle sonuca ulaşması ve sonuçları paylaşarak bilimsel sorgulama sürecini gerçekleştirmeleri hedeflenmektedir. Bu süreci gerçekleştiren öğrencinin soyut kavramları somutlaştırarak kavramsal anlamayı gerçekleştireceği, problem çözme becerilerini ve yaratıcı düşüncelerini geliştireceği ve bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlayacağı kabul edilmekte ve bunun için de laboratuvarın ideal bir öğrenme ortamı sağlayacağı kabul edilmektedir (Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002; Ottander and Grelsson, 2006). Bu nedenle bu anlayış ve becerilerin kazandırılmasında uygulanacak laboratuvar etkinliklerinin sorgulamaya dayalı olmasının ve öğrencilerin aktif olarak bu etkinliklere katılmasının önemi sıklıkla vurgulanmaktadır (Duru, Demir, Önen, ve Benzer, 2011; Hofstein and Lunetta, 2004; Hofstein and Mamlok-Naaman 2007).

Kavramların anlamlandırılabilmesi ve öğrenmelerin kalıcının sağlanabilmesi için sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinde, öğrencilerin fiziksel katılımlarından çok zihinsel katılımları önemsenmelidir (Lord and Orkwıszewski, 2006). Öğrencilerin etkinliklere katılımı dikkate alındığında bu etkinlikler *öğretmen merkezlilikten - öğrenci merkezliliğe* doğru dört farklı düzeyde sınıflandırılmaktadır. Öğrenilen kavramların ispatlamasına dayalı *doğrulama tipindeki* etkinliklerde tüm süreci öğretmen yönlendirirken; araştırma sorusunun ve izlenecek yöntemin öğretmen tarafından verildiği *planlı sorgulama* düzeyinde sonuca öğrenci

[2] Sorumlu yazarın adresi: Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Ankara, Türkiye.
Telefon: 0 312 363 33 50 /5218
e-posta:nakben@gmail.com

ulaşmaktadır. *Rehberli sorgulama* düzeyinde ise araştırma problemi öğretmen tarafından verilirken, araştırma süreci ve sonuca ulaşma öğrenci tarafından gerçekleştirilir. Problemin belirlenmesinden sonuca ulaşılmasına kadar tüm süreçten öğrencinin sorumlu olduğu *açık sorgulama* düzeyi; öğrenenin zihinsel olarak en aktif olduğu sorgulama düzeyidir (Colburn, 2000).

Farklı düzeylerde gerçekleştirilen sorgulama temelli laboratuvar etkinlikleri ile yapılan çalışmalar incelendiğinde bu etkinliklerin fen öğretimi ve öğrenimine olumlu katkılar sağladığı görülmektedir. Kipnis ve Hofstein (2007), yaptıkları çalışmada açık sorgulama düzeyindeki sorgulama temelli deneyleri gerçekleştiren öğrencilerin daha üst düzey sorular sorduklarını ve kimya laboratuvarına karşı ilgilerinin artarak, olumlu tutum geliştirdikleri göstermişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada (Günay, 2003), planlı sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinlikleri ile rehberli sorgulama düzeyindeki etkinliklerin uygulandığı ilköğretim öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişim konusundaki kavramsallaştırma düzeylerinde anlamlı fark bulunamamasına karşın, planlı sorgulama düzeyindeki laboratuvar çalışmasına katılan öğrencilerin yanlış ya da yanlış kavramsallaştırma içeren cevap sayısının rehberli sorgulama düzeyindeki laboratuvar çalışmasına katılan öğrencilerinkinden daha fazla olduğu ve daha az sayıdaki soruya tam doğru cevap verdikleri bulunmuştur. Bunun gibi pek çok çalışma öğrencilerin zihinsel olarak aktif oldukları öğrenme ortamlarında kavramları daha doğru öğrendiklerini, düşünme becerilerinin geliştiğini ve fene karşı olumlu tutum geliştirdiklerini göstermektedir.

Yapılan araştırmalar, tüm olumlu etkilerine karşın sorgulama yönteminin ve bu yönteme uygun olarak geliştirilmiş laboratuvar etkinliklerinin okullarda uygulanmadığını göstermektedir. Genellikle araç-gereç ve zaman yetersizliği gibi nedenlerden dolayı pek çok okulda hiç deney yapılmazken, deneylerin uygulandığı okullarda ise sadece doğrulama türü deneylerin yapıldığı ve bunların çoğunlukla gösteri deneyleri olduğu bilinmektedir. Öğretmenler fiziki koşulların yetersizliği ve *uygulamaya yönelik yeterli eğitim almamaları* (Nakiboğlu ve İşbilir 2001; Uluçınar, Cansaran ve Karaca 2004) nedeniyle derslerde laboratuvar etkinliklerine yeterince yer vermemekte, sınıflarında fenin doğasına uygun, araştırma ve incelemeye dayalı öğretim yöntemlerini yeterince kullanmamakta, fen kavramlarını ezber yoluyla öğretmektedirler (Çepni, Küçük ve Ayvacı 2003). Buna neden olarak da "*laboratuvarı kullanmak için yeterli bilgi ve beceriye sahip olmamalarını"* belirtmişlerdir. Tüm bu olumsuzlukların giderilmesi amacıyla öğretmenlerin lisans eğitimleri sırasında sorgulama yöntemine uygun laboratuvar etkinlikleri geliştirerek bunları sınıflarında uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Bu uygulamalar sayesinde öğretmen adayları sorgulama yöntemini ve yöntemin fen eğitimindeki önemini kavrayarak, bu yöntemi meslek yaşamlarına yansıtacak özgüveni kazanabileceklerdir.

Bu amaçla bu çalışmada öncelikle adayların, kavram yanılgısına sahip oldukları "maddede şekil, yoğunluk ve yüzme ilişkisi" konusunda *açık sorgulama* düzeyinde bilimsel sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlikleri geliştirerek bu etkinlikleri ilk elden deneyimlerle kavramaları hedeflenmiştir. Daha sonra adaylarca geliştirilerek sınıf ortamında uygulanan bu etkinliklerin, adayların kavram yanılgısına etkisi belirlenmeye çalışılmış ve aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının açık sorgulama düzeyinde laboratuvar etkinlikleri geliştirme düzeyleri nedir?
2. Açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarının "maddenin şekli ile yoğunluğu" ilişkisindeki kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili midir?
3. Açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarının "maddenin yoğunluğu ile yüzme" ilişkisindeki kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili midir?

Yöntem

Bu çalışmanın amacı öğretmen adaylarının açık sorgulama düzeyinde laboratuvar etkinlikleri geliştirebilmeleri ve geliştirdikleri etkinlikleri sınıf ortamında uygulamaları sağlanarak bu uygulamaların adayların "maddede şekil, yoğunluk ve yüzme ilişkisi" konusundaki kavram yanılgılarına etkisini belirlemektir. Nicel veri kaynaklarının kullanıldığı bu çalışmada öncelikle adaylarca geliştirilen deneylerin açık sorgulama düzeyini uygunluğunu belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından bir anket geliştirilmiştir. Yapılan uygulamaların adayların kavram yanılgılarına etkisini belirlemek için de de tek grup ön-test, son-test modelinden yararlanılmıştır.

Araştırma Grubu

Araştırma, 2012-2013 öğretim yılında Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi İlköğretim Bölümü Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim gören ve Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları I dersini

alan 2. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 20'si kız ve 8'i erkek olmak üzere toplam 28 öğretmen adayı katılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada; adaylar tarafından geliştirilen etkinliklerin açık sorgulama yöntemine uygunluğunu belirlemek amacıyla, Kipnis ve Hofstein (2008) tarafından düzenlenen sorgulama temelli deney aşamalarına dayalı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen yedi maddelik bir anket kullanılmıştır. Anketin pilot uygulaması 2011-2012 öğretim yılında Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları II dersini alan 35 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş ve güvenirliğinin sağlanabilmesi için anket hem araştırmacı hem de fizik eğitimi alanında uzman bir kişi tarafından puanlanmıştır. Ayrıca güvenirliğin arttırılması için uygulamaların tamamı videoya kaydedilmiş ve adayların etkinlikleri yazılı rapor olarak alınmıştır. Derslerdeki uygulamalar sırasında puanlanan anketler daha sonra video kayıtlarının izlenmesi ve yazılı raporların incelenmesi ile bir kez daha gözden geçirilmiştir. Anketin kapsam geçerliliği için pilot uygulamadan önce ve sonra kimya ve fen eğitimi alanındaki uzman kişilerin görüşlerine başvurulmuş ve uzmanlar tarafından alınan onay sonunda anket araştırmada kullanılmıştır.

Uygulanan yöntemin, adayların kavram yanılgılarına etkisini belirlemek amacıyla yapılacak olan nicel analizde ise, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen maddenin şekli, yoğunluğu ve yüzme ilişkisini içeren üç açık uçlu soru, ön-test, son-test olarak uygulanmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmada öncelikle, öğretmen adaylarının meslek yaşamlarında öğrencilere kazandıracakları kavramlar arasında yer alan "maddede şekil, yoğunluk ve yüzme ilişkisi" konusunda kavram yanılgısına sahip olup olmadıklarını belirlenmek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan bir test uygulanmıştır.

Testte adayların çoğu; maddenin şekli değişince yoğunluğunun da değişeceğini ve bir cismin sıvı içindeki davranışının yoğunluğuna değil kütle ya da hacmine bağlı olduğunu ifade ederek bu konuda kavram yanılgısına sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Bu bulgulara dayalı olarak bu çalışmada açık sorgulama düzeyindeki sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin, adayların kavram yanılgılarına etkisini incelemede "maddede şekil, yoğunluk ve yüzme" konusu ele alınmış ve Kipnis ve Hofstein (2008) tarafından uygulanan ve Tablo 1'de verilen sorgulama temelli deney aşamaları uygulanmıştır.

Tablo 1. Sorgulama temelli deneylerin aşamaları

Aşamalar	**Yetenek ve Beceriler**
1. Aşama: Ön Sorgulama	Bir deneyin yürütülmesi, gözlem yapma ve gözlemlerin kaydedilmesi
2. Aşama: Sorgulama Temelli Deney	
1. Hipotez Kurma	
• İlişkili soruların sorulması	Soru ve hipotez oluşturma
• Sorulardan bir tanesinin araştırma için seçilmesi	
• Seçilen soruya ilişkin bir hipotez kurulması	
2. Deneyin Planlanması	Deney planlama
• Soruyu araştırmak üzere bir deney planlanması	
• Deneyin yürütecek bir plan oluşturma	
• Deneyi yürütmek için gerekli araç gereci sağlama	
1. Deneyin yürütülmesi	Planlanan deneyin yürütülmesi
2. Gözlem yapma ve gözlemleri not etme	
• Hipotezin desteklendiği ya da çürütüldüğü fikrinin Tartışılması derinleştirici soruların sorulması ve sonuçların bilimsel yolla açıklanması	Sonuçların analiz edilmesi,

Tablo 1'de verilen sorgulama temelli deneylerin aşamaları, araştırma sırasında aşağıda belirtilen şekilde uygulanmıştır:

1. Aşama Ön sorgulama. Öğretmen adaylarında belirlenen "maddenin şekli, yoğunluğu ve yüzme" konusundaki kavram yanılgısının giderilmesi amacıyla bu aşamada adayların farklı şekillerdeki alüminyum örneklerinin suda davranışlarını gözlemlemeleri planlanmıştır. Bu nedenle öğretmen adaylarından ikişer kişilik gruplar oluşturmaları istenmiş ve her gruba su dolu bir cam kap, birer tane çubuk ve dikdörtgen şeklinde katlanmış alüminyum folyo, bir tane de katlanmamış düz alüminyum folyo örnekleri verilmiştir. Bu örneklerin suyun içerisine atılması durumunda konumlarının ne olacağını tahmin etmeleri ve örnekleri suya atarak gözlemlerini kaydetmeleri istenmiştir. Etkinlik sonunda tahminleri ile gözlemleri arasındaki farklılıklar tartışılmıştır.

2.Aşama Sorgulama temelli deney. Öğretmen adaylarının, açık sorgulama düzeyinde deneyler uygulamaları amacıyla, bu aşamada adaylardan bireysel olarak bir sonraki ders için, yaptıkları gözlemlere dayalı olarak 3'er tane soru yazmaları, bunlardan bir tanesini seçerek hipotezlerini kurmaları ve hipotezlerini sınamaları için deney tasarlayarak, uygulamaları istenmiştir. Bir sonraki derste adayların tasarladıkları deneyleri sınıf ortamında uygulamaları ve sonuçları arkadaşları ile tartışmışları sağlanmıştır. Her uygulamanın sonunda ulaşılan sonuçların kurdukları hipotezi doğrulayıp doğrulamadığı ve daha ileri düzeyde hangi araştırmaların yapılabileceği de tartışılmıştır. Uygulamalar tamamlandıktan sonra öğretmen adayları ile;

- Oluşturdukları *problem* cümlelerinin dayanakları,
- Yaptıkları *araştırmala*r,
- Kurdukları *hipotezler*,
- *Deneylerini* nasıl tasarladıkları,
- Deneyde hangi *verileri* topladıkları,
- *Sonuçlarını* nasıl kaydettikleri,

gözden geçirilerek "sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinde yer alan basamaklar" vurgulanmıştır. Bu etkinliklerde problemin oluşturulmasından, sonuca ulaşılmasına kadar olan sürecin tamamını kendilerinin sürdürmesi nedeniyle de bu sorgulama düzeyinin "açık sorgulama düzeyi" olduğu belirtilmiştir. Araştırmanın sonunda açık uçlu sorulardan oluşan kavram testi son-test olarak uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmanın birinci sorusuna cevap bulabilmek için, öğretmen adaylarından geliştirerek uygulamaları istenilen açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinliklerinin, yöntemin basamaklarına ve konu içeriğine uygunluğu belirlenmeye çalışılmış ve dersteki uygulamalar sırasında araştırmacı tarafından geliştirilen anket formu doldurulmuştur. Uygulamaların tamamlanmasından sonra kaydedilen video görüntüleri izlenerek ve adaylardan alınan yazılı raporlar incelenerek doldurulan anket formları yeniden gözden geçirilmiş ve sorgulama yönteminde bulunması gereken her bir basamak için frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır.

İkinci ve üçüncü araştırma sorusunu cevaplandırmak için adayların ön-testte ve son-testte açık uçlu sorulara verdikleri cevapların frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca her bir soru;

- Doğru cevap - doğru neden:3
- Doğru cevap - yanlış neden:2
- Yanlış cevap - doğru neden:1
- Yanlış cevap - yanlış neden:0

şeklinde puanlandırılarak adayların sorulardaki ön-test ve son-test puanları belirlenmiştir. Testlerden elde edilen puanların karşılaştırılması amacıyla SPSS 13.0 paket programı kullanılarak ilişkili örneklemler t-testi sonuçları elde edilmiştir.

Bulgular

Öğretmen adaylarına, açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinliklerini kendi geliştirdikleri deneylerle öğrenme fırsatının verildiği bu araştırmada adayların geliştirdikleri etkinlikler, yöntemin kavranması ve kavram yanılgılarının giderilmesinde kilit role sahiptir. Bu nedenle adayların geliştirdikleri

deneylerde; ön sorgulama aşamasında yapılan gözleme uygun soruların oluşturulması, kurulan hipotezlerin sınanması için uygun deneylerin tasarlanması, verilerin doğru kaydedilmesi ve sonucun hipotezi destekleyip desteklemediğinin irdelenmesi beklenmektedir. Bu amaçla bu bölümde ilk olarak öğretmen adaylarının geliştirerek uyguladıkları deney örneklerine yer verilmiştir.

Örnek 1.

Sorular: - Maddelerin yüzmelerinde suya atılış şekilleri önemli midir?

- Maddelerin yoğunlukları ile yüzmeleri arasında bir ilişki var mıdır?
- Maddenin yoğunluğu şekline ve kütlesine bağlı mıdır?

***Seçilen araştırma sorusu*:** Maddelerin yoğunlukları ile yüzmeleri arasında bir ilişki var mıdır?

***Hipotez**:* Maddelerin yüzmeleri yoğunlukları ile ilişkilidir.

Değişkenler **-** Bağımsız değişken: Farklı kütle ve hacimde maddeler

-Bağımlı değişken: Yüzme-batma

-Kontrol edilen değişken: Suyun hacmi

Araç-Gereçler: 4 Adet beher, büyük ve küçük tahta parçaları, farklı büyüklüklerde metal para, büyük ve küçük silgi parçası, kağıt, su

Süreç: - 4 behere eşit miktarlarda su konulur.

- Birinci behere büyük ve küçük tahta parçaları atılır.
- İkinci behere metal paralar (farklı büyüklükte-farklı hacme sahip) atılır.
- Üçüncü behere büyük ve küçük silgi parçaları atılır.
- Son olarak dördüncü behere biri katlanmış diğeri düz kağıt parçaları atılır.

Gözlemler: - Büyük ve küçük tahta parçaları yüzer.

- Farklı hacimdeki metal paralar batar.
- Her iki silgi parçası da batar.
- Kağıt parçaları yüzer.

Sonuç: Sadece hacim ya da kütle maddelerin yüzme konumlarını belirleyemez. Yüzme maddenin yoğunluğu ile ilişkilidir. Yoğunluğu sudan az olan tüm maddeler suda yüzer. Bu deneyin sonunda hipotez kabul edilmiştir.

Örnek 2

***Sorular*:** - Maddelerin hacimleri değiştikçe yüzme batma durumları değişir mi?

- Maddelerin kütlesi değiştikçe yoğunluğu değişir mi?
- Yüzey genişliği ile yoğunluk arasında bir ilişki var mıdır?

***Seçilen araştırma sorusu*:** Maddelerin hacimleri değiştikçe yüzme batma durumları değişir mi?

***Hipotez*:** Hacmi fazla olan madde suyun dibine batarken, az olan madde su yüzeyinde kalır.

Değişkenler: **-**Bağımsız değişken: Farklı hacimlerde salatalık parçaları

-Bağımlı Değişken: Salatalık parçalarının yüzme - batması

-Sabit Değişken: Su miktarı

Araç-Gereçler: Cam kap, 1 tane salatalık, su

Süreç- Bir dilim, yarım dilim salatalık ve bir parça salatalık kabuğu su dolu kabın içine atılır.

Gözlemler: - Suyun içerisine bırakılan tüm salatalık parçalarının suyun yüzeyinde kaldığı hiçbir parçanın batmadığı gözlemlendi.

Sonuç: Hipotezim doğrulanmadı. Maddelerin hacimlerinin farklı olması ile yoğunlukları arasında bir ilişki yokmuş. Çünkü attığım salatalık parçalarının hepsinin hacmi farklı olduğu halde hepsi su yüzüne çıktı.

Örnek 3

Sorular: - Maddenin şekline göre yoğunluğu değişir mi?

- Maddenin kütlesi suda batmasında etkili midir?
- Farklı cins maddeleri bir kaba koyduğumuzda yoğunluğu hakkında ne söyleyebiliriz?

Seçilen araştırma sorusu: Eşit kütlede farklı cins maddeleri bir kaba koyduğumuzda yoğunluğu hakkında ne söyleyebiliriz?

***Hipotez*:** Yoğunlukları farklı olan ve birbiri ile karışmayan maddeler bir kaba konulduğunda yoğunluğu en fazla olan madde en altta en az olan madde en üstte kalır.

Değişkenler: -Bağımsız değişken: Cam kaba konulan maddeler

-Bağımlı Değişken: Maddelerin cam kapta bulundukları yerler.

-Sabit Değişken: Maddelerin kütleleri

Araç-Gereçler: 20 g. su, 20 g. sıvıyağ, 20 g. ispirto, 20 g. çakıl taşı, 20 g. talaş parçası, cam bir kap (beher olabilir.)

Süreç: - Cam kabın içerisine önce ispirto, sonra sıvı yağ ve daha sonra su konulur.

- Bu sıvıların üzerine çakıl parçaları atılır.
- Kabı içerisine en son olarak talaş parçaları bırakılır.

Gözlemler -İspirtonun üzerine sıvı yağ eklenince yağ altta kaldı, ispirto yağın üzerine yükseldi.

-Yağ ve ispirto olan kaba su eklenince su en altta, yağ ortada ispirto ise en üstte kaldı.

-Kaptaki sıvılara çakıl taşı ve talaş parçaları eklenince taş parçaları en alta gitti, talaş parçaları ise ispirtonun dibinde yağın üzerinde kaldı.

Sonuç: Yoğunluğu en fazla olan taş en altta yoğunluğu en az olan ispirto ise en üstte kaldı ve hipotezim doğrulanmış oldu. (Ben talaş parçalarının en üstte yani ispirtonun da üzerinde olacağını sanmıştım. İspirtonun yoğunluğunun talaş parçasının yoğunluğundan fazla olduğunu düşünmüştüm ama öyle olmadı. Bu bilgimin yanlış olduğunu öğrendim.)

Örnek 4

***Sorular*:** - Cisimlerin yüzey alanları yüzme batma durumuna etki eder mi?

- Maddelerin yoğunlukları şekillerine göre değişir mi?
- Sıvının yoğunluğu cisimlerin yüzme batma durumuna etki eder mi?

***Seçilen araştırma sorusu*:** Cisimlerin yüzey alanları yüzme batma durumuna etki eder mi?

***Hipotez*:** Cismin yüzey alanı azaldıkça suda daha çok batar.

***Değişkenler:* -**Bağımsız değişken: Yağlı kâğıt (fırın kâğıdı) ve mum

-Bağımlı Değişken: Cisimlerin yüzme batma durumu

-Sabit Değişken: Su miktarı

Araç-Gereçler: 12 x 12 boyutlarında 3 tane yağlı kâğıt parçası, 2 tane mum, geniş ağızlı bir kap, su

Süreç: - Cam kap su ile doldurulur.

- Yağlı kağıdın bir tanesi ikiye, bir tanesi dörde katlanır ve bir tanesi de katlanmadan bırakılır.

- Mumum bir tanesinden enine yuvarlak bir parça kesilir. (1 cm. kadar eninde). Diğer mum boylamasına ikiye bölünerek ince uzun bir mum parçası elde edilir.

-Hem kağıt parçaları hem de mumlar suya atılarak gözlemlenir.

Gözlemler: - Yüzeyi küçük olsun, büyük olsun tüm cisimler suda yüzdü.

Sonuç: Cisimlerin suda yüzmelerinde yüzeylerinin geniş ya da dar olmasının bir etkisi yoktur. Bu durumda hipotez doğrulanamadı.

Öğretmen adaylarınca geliştirilen deneyler sorgulama basamaklarına uygun mu?

Araştırmanın birinci sorusunu cevaplandırmak üzere; öğretmen adaylarının geliştirdikleri deneylerin "sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinde bulunması gereken basamaklara" uygunluğu açısından "yeterli", "kısmen" ve "yetersiz" kategorilerinde incelenmesiyle elde edilen frekans ve yüzde değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarınca geliştirilen deneylerin, sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinlik basamaklarına ilişkin frekans ve yüzde değerleri

Sorgulamaya Dayalı Laboratuvar Etkinlik Basamakları	*Yeterli*		*Kısmen*		*Yetersiz*	
	f	*%*	*f*	*%*	*f*	*%*
1.Ön sorgulama aşamasındaki gözlemlere uygun soruların oluşturulması	23	82,1	2	7,1	3	10,7
2.Seçilen soruya yönelik yeterli araştırmaların yapılması	18	64,3	5	17,8	5	17,8
3.Hipotezin kurulması	20	71,4	-	-	8	28,6
4.Seçilen soruya uygun deneyin tasarlanması	20	71,4	2	7,1	6	21,4
5. Yeterli ve doğru verilerin toplanması	19	67,8	4	14,3	5	17,8
6.Deney sonunda yeterli ve doğru sonuçların kaydedilmesi	18	64,3	4	14,3	6	21,4
7. Hipotezin desteklendiğinin ya da çürütüldüğünün açıklanması	24	85,7			4	14,3

Tablo 2'deki değerlere bakıldığında adayların büyük çoğunluğunun, ön sorgulama aşamasındaki gözlemlerine ve onlarda var olan kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik uygun sorular oluşturdukları görülmektedir. Adayların % 71,4'ü seçtikleri araştırma sorularını sınamak için hipotezlerini kurmuş ve bu hipotezlerin sınanması için uygun deneyler tasarlayarak uygulamışlardır. Adayların % 67,8'i araştırma sorularına cevap olabilecek yeterli ve doğru veriyi toplarken, % 64,3'ü araştırma sorusu için cevap olabilecek sonucu elde etmişlerdir. Adayların yine % 64,3'ü yeterli araştırmayı yapmıştır. Bu çalışmalara katılan öğretmen adaylarının % 10,7'sinin sorgulamaya dayalı deney basamaklarının henüz ilk basamağı olan soru oluşturma aşamasında başarısız oldukları görülmektedir.

Kavram Testine Ait Bulgular

Bulguların bu aşamasında araştırmanın ikinci ve üçüncü sorularını cevaplandırmak üzere adaylara ön-test ve son-test olarak uygulanan kavram testlerine ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Adayların test sorularına verdikleri cevapların frekans ve yüzde değerleri belirlenmiş ve sorulara ait puanlar hesaplanarak ön-test ile son-test sonuçları ilişkili örneklemler t-testi ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın ikinci sorusuna cevap aramak amacıyla kavram testinde adaylara, **"**Aynı büyüklükte olan iki alüminyum folyo parçasından bir tanesi 4-5 kez katladığında yoğunluğu değiştir mi?" sorusu sorulmuş ve cevaplarının nedenini açıklamaları istenmiştir. Alüminyum folyo parçasının katlanmasıyla yoğunluğunun değişip değişmeyeceği sorusuna ön-test ve son-testte verilen cevaplara ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Bu değerlere bakıldığında ön-testte öğretmen adaylarının % 82.14'ü soruyu yanlış cevaplarken bu değerler son-testte % 35.71'e gerilemektedir.

Tablo 3. Kavram testinin birinci sorusuna verilen cevapların ön-test ve son-test frekans ve yüzde değerleri.

	Ön-test		Son-test	
	f	%	*f*	%
Değişir	23	82,14	10	35.71
Değişmez	5	17,86	18	64.29

Öğretmen adayları ön-testte; "*Katlanan alüminyum folyonun yoğunluğu değişir, çünkü Yoğunluk = Kütle / Hacim*" *dir ve katlanınca hacmi azaldığı için yoğunluğu artar*" , "*Katlandığı durumda daha az hacme daha fazla kütle miktarı düşer. Bunu için yoğunluk azalır*", "*Değişir. Çünkü boyutu küçülür*." ve " *Evet yoğunluğu değişir. Çünkü alüminyum folyoyu katladığımızda ağırlığı artar*." gibi nedenlerle katlanmış olan parçanın hacminin azalacağı ya da kütlesinin artacağını kabul ederek yoğunluğunun değişeceğini ifade etmişlerdir. Ön-testte 28 öğretmen adayından sadece 5'i "*fiziksel değişikliklerle maddenin yoğunluğu değişmez*" gibi nedenlerle yoğunluğun sabit kalması gerektiğini belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplar puanlandırıldığında, ön-test ve son-test puanlarının t-testi sonuçları Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4. Kavram testinin birinci sorusuna verilen cevapların ön-test ve son-test ortalama puanlarının t-testi sonucu.

Ölçüm	N	X	S	Sd	t	p
Ön-test	28	1.46	0.92	27	4.08	.000**
Son-test	28	2.04	0.69			

**p<.01

Tablo 4'te görüldüğü gibi açık sorgulama temelli laboratuvar etkinlikleri sonunda öğretmen adaylarının maddenin şekli değiştikçe yoğunluğunun da değişeceği yönündeki kavram yanılgılarında anlamlı bir azalma (p<.01) olmuştur.

Araştırmanın üçüncü sorusuna cevap aramak üzere kavram testindeki 2 ve 3 nolu soruların cevapları incelenmiştir. Testte 2. soru olarak adaylara **"**Büyük bir tahta bloktan küçük bir parçayı kesip ayırdığınızı kabul ediniz. Kesilen parçanın ve tahta bloğun suya atılması durumunda ne olmasını beklersiniz?" sorusu yöneltilerek, hacim-yoğunluk ve yüzme ilişkisine ait kavramsal anlayışları belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 5. Kavram testinin ikinci sorusuna verilen cevapların ön-test ve son-test frekans ve yüzde değerleri.

Maddelerin Sudaki Konumu	Ön-test		Son-test	
	f	%	*f*	%
Küçük parça yüzer - Büyük parça batar	18	64.29	2	7.14
Küçük parça yüzer - Büyük parça yüzer	8	28.57	24	85.72
Küçük parça batar - Büyük parça yüzer	-		-	
Küçük parça batar - Büyük parça batar	1	3.57	2	7.14
Belirsiz	1	3.57	-	

Ön-testte 18 öğretmen adayı, büyük tahta bloktan küçük bir parça kesilince hacminin ya da kütlesinin azalması nedeniyle yoğunluğunun değişeceğini ifade ederek, küçük tahta parçasının yüzeceğini büyük tahta parçasının ise batacağını belirtmişlerdir. 28 öğretmen adayının sadece % 28.57'si maddenin yüzüp batmasının maddenin şekliyle değil yoğunluğu ile ilgili olduğunu belirterek, hem küçük tahta parçasının hem de büyük tahta parçasının yüzeceğini söylemiştir.

Ön-testte % 28.57 olan doğru cevap yüzdesi son-teste % 85.72'ye çıkmıştır. Son-testte 24 öğretmen adayı, maddeden küçük bir kısım kesilip alınınca yoğunluğunun değişmeyeceğini ve tahtanın yoğunluğunun sudan az olması nedeniyle hacim ne olursa olsun suda yüzeceğini belirmişlerdir.

Öğretmen adaylarının ön-testte ve son-testte 2. soruya verilen cevapların değerlendirilerek aldıkları puanların karşılaştırılması amacıyla yapılan t- testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Kavram testinin ikinci sorusuna verilen cevapların ön-test ve son-test ortalama puanlarının t-testi sonucu.

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön-test	28	1.07	0.72	27	7.23	.000**
Son-test	28	2.25	0.84			

**p<.01

Tablo 6 incelendiğinde öğretmen adaylarının, maddenin yoğunluğu ile yüzme arasındaki ilişkiye ait kavram yanılgılarında anlamlı bir azalma (p<.01) olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarına yöneltilen son soru ile adayların maddede şekil, yoğunluk ve yüzme konusundaki kavramsal anlayışları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla "Bir parça bakır telin, düz bir bakır levha parçasının ve bir bakır kürenin suya atılması durumda yüzme-batma durumlarını belirtiniz" sorusu sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardaki yüzde ve frekans değerleri Tablo 7'de verilmiştir. Ayrıca adaylardan bu soruya verdikleri cevapların nedenlerini açıklamaları istenerek puanları hesaplanmış ve ön-test ile son-testten aldıkları puanlar karşılaştırılmıştır.

Tablo 7. "Bir parça bakır tel, düz bir bakır levha parçası ve bir bakır küre suya atıldığında gözlemlerinizin ne olacağını tahmin edersiniz?" Sorusunun ön-test ve son-test frekans ve yüzde değerleri

Maddenin Sudaki Konumu	Ön-test						Son-test					
	Bakır Tel		Bakır Levha		Bakır Küre		Bakır Tel		Bakır Levha		Bakır Küre	
	f	%	*f*	%	*f*	%	*f*	%	*f*	%	*f*	%
Yüzer	9	*32,14*	17	*60,71*	2	*7,14*	1	3,57	5	17,86	-	
Batar	16	*57,14*	10	*35,71*	25	*89,28*	26	92,85	21	75	28	100
Askıda kalır	3	*10,71*	-		1	*3, 57*	1	3,57	-		-	
Belirsiz	-		1	*3,57*	-				2	7,14	-	

Ön-testte adayların % 60,7'si bakır levhanın yüzeceğini belirtirken, son-testte bu değer % 17.86'ya düşmüştür. Ön-testte adayların yaklaşık yarısı (% 57.14) bakır telin batacağını ifade ederken, son-testte adayların % 92.85'i bakır telin batacağını belirtmişlerdir. Ön-testte 4 öğretmen adayı bakır örneklerin askıda kalacağını belirtirken son-testte bu sayı 1'e düşmüştür.

Tablo 8. "Bir parça bakır tel, düz bir bakır levha parçası ve bir bakır küre suya atıldığında gözlemlerinizin ne olacağını tahmin edersiniz?" Açık uçlu sorusunun ön-test ve son-test ortalama puanlarının t-testi sonucu

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön-test	28	1.04	0.69	27	6.23	.000
Son-test	28	2.18	0.94			

Tablo 8 incelendiğinde öğretmen adaylarının testteki 3. soruya verdikleri cevaplarda son-test lehine (p<.01) anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları yaptıkları uygulama ile maddelerin yüzmesinde sadece kütlenin ya da hacmin etkili olduğu düşüncesini değiştir erek yüzmede yoğunluğun dikkate alınması gerektiğini kavramışlardır.

Sonuç ve Tartışma

Tüm aşamaları tam olarak yürütülemese de sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamalarının, fen ders konularının kavratılmasındaki önemi açıktır (Westerlund et al. 2002). Öğretmen adaylarının bu yaklaşımı kavrayarak meslek yaşamlarında kullanabilecek beceriyi kazanmalarında da en etkili yol onlara kendi özgün araştırmalarını oluşturarak uygulama fırsatının tanınmasıdır (Morrison; 2008). Bu amaçla bu çalışmada, öncelikle öğretmen adaylarının açık sorgulama düzeyinde deneyler geliştirerek uygulamaları sağlanmıştır. Deneysel bir gözleme dayalı olarak araştırma sorusu geliştirmeleri ve bu soruya cevap bulabilecekleri deneyler tasarlayarak, uygulamaları istenen adayların büyük bir çoğunluğunun gözleme uygun araştırma sorusu hazırlamada başarılı oldukları ve bu aşamada dersin öğretim elemanından bağımsız olarak çalışabildikleri gözlenmiştir. Roychoudhury ve Roth'un (1996) çalışmalarıyla da paralellik gösteren bu bulgular, ilk kez açık sorgulama düzeyinde laboratuvar etkinlikleri geliştiren adayların, bu etkinliklerin ilk

aşaması olan soru oluşturmada başarılı olduklarını göstermektedir. Ayrıca adayların, gözlemlerine uygun yansıtıcı sorular oluşturabilmelerinin, yapacakları deneylerde neyi, niçin yaptıklarının bilincinde olmalarının ve teorik bilgileri ile deney arasında bağlantı kurabilmelerinin önemli bir göstergesi olduğunun kabul edilmesi (Berg, Bergendahl and Lundberg; 2003), bu çalışmada adayların çoğunluğunun, amaca yönelik doğru deneyler düzenlemede ve doğru verileri kaydetmede gösterdikleri başarıya ait bulguları destekler niteliktedir. Bunun yanı sıra adayların açık sorgulama düzeyindeki etkinlikleri ilk kez uyguladıkları dikkate alındığında, öğretmen adaylarına bu uygulamalar için daha fazla fırsat tanındığında soruların ve deneylerin düzenlenmesinde deneyim kazanarak başarılarını arttıracakları (Morrison; 2008) ve bu tür etkinliklerin derslerdeki kullanılabilirliğini fark ederek meslek yaşamlarına yansıtabilecekleri (Haefner and Zembal-Saul; 2004) düşünülmektedir. .

Fen öğretiminde sorgulamaya dayalı ders ortamlarının oluşturulmasının temel nedenlerinden biri de fen kavramlarının kazandırılmasıdır. Bu amaçla bu çalışmada fen derslerinin temel kavramlarından olan yoğunluk ve yüzme ilişkisi ele alınarak, öğretmen adayları tarafından geliştirilen açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinliklerinin uygulanmasıyla sorgulamaya dayalı ders ortamı oluşturulmuş ve adayların bu kavramlara ait kazanımları belirlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak yoğunluk kavramı ve yoğunluk ile yüzme ilişkisi konusunda adaylarda var olan bilgilerin belirlenmesi amacıyla bir ön-test uygulanmıştır. Bu testten elde edilen veriler adayların büyük çoğunluğunun;

- Maddenin şekli değiştikçe yoğunluğunun da değişeceğini,
- Bir maddenin yüzme-batmasında cismin kütlesinin ya da hacminin tek başına etkili olacağını,
- Maddelerin yüzme-batmasında cismin cinsinin değil şeklinin önemli olduğunu,

düşünerek kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir.

Meslek yaşamlarında öğrencilerine kazandıracakları bu kavramlarda, öğretmen adaylarının kendilerinde var olan yanılgıların giderilmesi amacıyla uygulanan açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinlikleri sonunda test yeniden uygulanmıştır. Son-testten elde edilen veriler yapılan etkinliklerin, pek çok adayın; maddenin yoğunluğunun şekline değil cinsine bağlı olduğunu, yüzme ve batmada tek başına kütlenin veya hacmin etkili olamayacağını ve yüzme batma şartının maddenin yoğunluğu ile sıvının yoğunluğuna bağlı olacağını kavramasında etkili olduğunu göstermiştir. Araştırma sorularına cevap bulabilmek amacıyla her soruya ait ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılmasıyla elde edilen t testi sonuçlarından son-test lehine anlamlı farklılıklar elde edilmesi, açık sorgulama düzeyindeki laboratuvar etkinlikleriyle oluşturulan ders ortamlarının kavram yanılgılarının giderilmesinde etkin bir role sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Çalışmada elde edilen bu bulgular Tatar'ın (2006) yaptığı çalışmayla da uyum içerisindedir. Tatar (2006), çalışmasında sorgulamaya dayalı ders ortamları ile öğretmen merkezli açıklamalı öğretim ortamlarını karşılaştırmış ve öğrencilerin akademik başarılarında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğretmen merkezli yaklaşıma göre daha etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı öğrencilerin akademik başarı ön-test, son-test puanları arasında anlamlı farklar elde ederek öğrencilerin akademik başarı puanlarının bu yaklaşımın kullanıldığı derslerden sonra arttığını da açıklamıştır.

Araştırmadan elde edilen tüm bulgular değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının açık sorgulama düzeyinde laboratuvar etkinlikleri geliştirme ve bunları uygulamada başarılı oldukları ve bu yaklaşım sayesinde kendilerinde var olan kavram yanılgılarını giderebildikleri tespit edilmiştir. Adayların pek çoğunun, eğitim yaşamlarında ilk kez laboratuvar çalışmasına katıldıkları ve sorgulamaya dayalı ders ortamlarına ilişkin hiçbir deneyime sahip olmadıkları dikkate alındığında, bu araştırmada uygulanan yöntemin ve elde edilen sonuçların önemi daha da artmaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; sorgulama dayalı laboratuvar etkinliklerinin öğretmen adaylarına kavratılarak meslek yaşamlarında uygulayabilecek özgüveni edinmelerinde bu yaklaşımı bizzat uygularının önemli olduğu ve bu yaklaşım sayesinde kendilerinde var olan kavram yanılgılarının giderebildiğini fark ettikleri söylenebilir. , Bu sayede adaylar meslek yaşamlarında öğrencilerine yeni kavramları öğretmede ya da var olan yanılgılarını gidermede bu yaklaşımın etkin rolünü kavramışlardır. . Bu bağlamda sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin yalnızca sınıf öğretmeni adaylarına değil fen alanında eğitim alan tüm öğretmen adaylarına uygulanmasının, bu yaklaşımın ve fen kavramlarının öğretimde etkili olacağı düşünülerek bundan sonraki çalışmalarda bu yöntemin fen alanında eğitim gören öğretmen adaylarına uygulanması önerilebilir.

Kaynakça

American Association for the Advancement of Science. (AAAS) (1990). *Science for all americans.* New York, Oxford: Oxford University Press.

Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B. and Lundberg, B. K. S. (2003) Benefiting from an open-ended experiment? acomparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, *25(3)*, 351–372.

Colburn, A. (2000). An Inquiry primer. *Science Scope, 23(6),* 42-44.

Çepni, S., Küçük, M. ve Ayvacı, H. S. (2004). İlköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının fen branşlarına karşı görüşleri ve temel fen kavramlarını anlama düzeyleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, *15*, 91-100

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. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *33*, 25-44.

Haefner, L.A. and Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? prospective elementary teachers' developing understandings of scientific ınquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, *26*(13), 1653-1674. doi: 10.1080/0950069042000230709

Hofstein, A. and Lunetta, V.N. (2004). The laboratory in science: foundation for the 21 st century. *Science Education*, *88*, 28-54. doi: 10.1039/B7RP90003A

Hofstein, A. and Mamlok-Naaman, M. R. (2007) The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, *8*(2), 105-107.

Kipnis, M. and Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *6*(3), 601-627.

Kipnis, M. and Hofstein, A. (2007). Inquiring the inquiry laboratory in high school. *Contributions from Science Education Research*, 6, 297-306.

Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Kavak, N. (2002, Ekim). *Üniversite temel kimya laboratuvarlarında öğrencilerin başarısı üzerine yapılandırmacı öğrenme teorisine dayalı öğretim yönteminin etkisi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara.

Lord, T. and Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68, 342–345. doi:10.1662/0002-7685(2006)68[342:DTIIIA]2.0.CO;2

Morrison, J. A. (2008) Individual ınquiry ınvestigations in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, *19*, 117–134. doi:10.1007/s10972-007-9086-z

Nakiboğlu, C. ve İşbilir, A. (2001, Eylül). *Ortaöğretim kurumlarında biyoloji derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvardan yararlanma durumlarının değerlendirilmesi.* Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İstanbul.

National Research Council. (NCR) (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Research Council. (2000). *National science education standards.* USA: National Academy Press, Washington, DC.

Ottander, C. and Grelsson, G. (2006). Laboratory work: The teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, *40* (3), 113-118. doi:10.1080/00219266.2006.9656027

Roychoudhury, A. and Roth, W.M. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education*, *18*, 423–445. doi: 10.1080/0950069960180403

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi 4. ve 5. sınıflar öğretim programları*. Ankara: MEB Yayınevi.

Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*, Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi adresinden edinilmiştir.

Tezcan, H. ve Günay, S. (2003). Lise kimya öğretiminde laboratuvar kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159

Uluçınar, Ş., Cansaran, A. ve Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *2*(4), 465-475.

Westerlund, J. F., Garcia, D. M., Koke, J. R., Taylor, T. A. and Mason, D. S. (2002). Summer scientific research for teachers: The experience and its effect. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 63–83.