

SORGULAYICI-ARAŞTIRMAYA DAYALI ANALİTİK KİMYA LABORATUVARLARININ KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMSAL DEĞİŞİMLERİNE, BİLİMİ VE BİLİM ÖĞRENME YOLLARINI ALGILAMALARINA ETKİLERİ

Fitnat KÖSEOĞLU*

Eylem BAYIR**

Öz

Bu çalışmanın amacı analitik kimya laboratuvarlarında öğretmen adaylarının kavramsal değişimi, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenme yönteminin etkisini geleneksel doğrulama yöntemi ile karşılaştırarak araştırmaktır. Ön test-son test kontrol gruplu deneysel araştırma deseninin kullanıldığı bu çalışmanın örnekleme Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi ABD'nda öğrenim gören ve Analitik Kimya Laboratuvarı-II dersini alan 38 öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışma 7 hafta süreyle yürütülmüştür. Elde edilen veriler ANCOVA ve t-testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Kavramsal değişime ilişkin verilerin değerlendirilmesi için ayrıca frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler, sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenmenin; öğrencilerin kavramsal değişimlerine, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarına anlamlı bir katkı sağladığını göstermiştir.

Anahtar sözcükler: Kimya Eğitimi, Sorgulayıcı-Araştırmaya Dayalı Öğrenme, Öğrenme Döngüsü, Kavramsal Değişim, Bilimi ve Bilim Öğrenme Yollarını Algılama

Abstract

The purpose of this study was to explore the effects of inquiry-based learning method compared to verification method on conceptual change and perceptions of science and ways of learning science. The samples of study, where pre-test-post-test control group design was employed, consisted of 38 prospective teachers attending Analytical Chemistry Laboratory-II in Gazi Faculty of Education. The treatment was executed during 7 weeks. Furthermore a measurement instrument applied to both groups in the middle and at the end of the treatments to monitor them. The data were analyzed through ANCOVA, t-test, and percentage and frequency value. The results of statistical analysis indicated that inquiry-based learning method meaningfully contributed on students' concept change and perceptions of science and the ways of learning of science.

Keywords: Chemistry Education, Inquiry-Based Learning, Learning Cycle, Conceptual Change, Perceptions of Science and Ways of Learning Science

* Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

** Yrd. Doç. Dr., Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Geleceğin bireylerinde olması hedeflenen nitelikler, günümüzdeki fen eğitiminin nasıl yapılması gerektiği yönündeki anlayışlara biçim vermektedir. Bu niteliklerin başlıcaları arasında; temel fen kavramlarını, hipotezlerini, teorilerini, yasalarını, prensiplerini bilmesi ve kullanabilmesi, günlük kararlar vermede bilimsel kavramları ve bilimsel süreç becerilerini kullanabilmesi, çevresinde gerçekleşen kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçleri fark edebilmesi, sorgulayabilmesi, araştırabilmesi ve bilgi üretebilmesi sayılabilir (Matthews, 1994; NSTA, 1982 akt.: Matthews, 1994). Çocuklara tüm bu nitelikleri kazanabilmeleri için, doğayla ilgili fenomenleri deneyimlemelerini, problemler ortaya atıp araştırmalarını, test etmelerini, delilleri toplayıp değerlendirmelerini ve bilim adamları gibi düşünmelerini sağlayacak becerileri geliştirmelerine yönelik fırsatları sunmak gerekmektedir. Öğrencilere bu fırsatları sağlayabilen yaklaşım ise sorgulayıcı-araştırma (inquiry) yaklaşımı olarak görülmektedir. Bu yaklaşım son yıllarda birçok ülkedeki fen müfredatlarının odak noktalarından birini oluşturmaktadır (MEB, 2005; NRC, 2000; URL-1).

Sorgulayıcı-araştırma genel anlamda insanoğluna merak uyandıran fenomenlere mantıklı açıklamalar getirme mücadelesi için gerekli davranışlar olarak tanımlanmaktadır (Novak, 1964). Yani, sorgulayıcı-araştırma, merak duygusunu tatmin etmeye yönelik aktif bir bilgi ve anlayış arayışıdır (Haury, 1993). Sorgulayıcı-araştırma aynı zamanda öğrencilerin bilimsel bir bilgi ve anlayış oluşturdukları, bunun yanında bilim adamlarının doğal dünyaya ilişkin yaptıkları çalışmalara anlam verdikleri öğrenci aktivitelerini ifade eder ki bu da sorgulayıcı-araştırmanın karşımıza bir öğrenme-öğretme yöntemi olarak çıktığını göstermektedir. Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin öğrenciler üzerindeki etkilerine ilişkin bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalarda bu yaklaşımın kullanılmasını destekleyen pek çok delil ortaya atılarak sorgulayıcı-araştırmanın fen eğitimindeki önemi gösterilmiştir (Chang ve Mao, 1999; Gibson ve Chase, 2002; Songer, Lee ve Kam, 2002; Songer, Lee ve McDonald, 2003; Marx ve arkadaşları, 2004; Ateş, 2004; Arslan, 2007; Gençtürk ve Türkmen, 2007; Duban, 2008; Bağcaz, 2009).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sorgulayıcı-araştırmanın fen derslerinde uygulanmasında kullanılacak öğretim yöntemlerinden çoğunlukla, çeşitli biçimlerde düzenlenmiş olan öğrenme döngüsünün ön plana çıktığı görülmektedir (Bybee, 1997; Carin ve Bass, 2001; Eisenkraft, 2003; Lawson, 1995; Llewellyn, 2002). Öğrenme döngüsü ilk olarak Robert Karplus (1977) tarafından 1950'lerin sonları, 1960'ların başlarında fenin sorgulayıcı doğası ile uyumlu bir öğretim

yöntemi olarak geliştirilmiştir. Piaget'nin bilişsel gelişim kuramı ve yapılandırıcı öğrenme teorisinin temel alındığı öğrenme döngüsü *keşfetme, terim tanıma, kavram uygulama* olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Lawson, Abraham ve Renner, 1989; Renner ve Marek, 1997; Sunal, 2003).

Keşfetme aşaması, öğrenci merkezli olup çeşitli aktiviteler yoluyla öğrencilerden materyallerle etkileşimleri, mevcut bilgileriyle cevaplayamayacakları sorular ortaya atmaları ve düzenlilikleri, fikirleri keşfetmeleri beklenir. Bu aşamada Piaget'nin tarif ettiği bilişsel dengesizlik (cognitive disequilibrium) sağlanmış olur. Öğrencide oluşan bilişsel dengesizlik ikinci aşamaya kadar devam eder. *Terim tanıma* aşaması olan ikinci aşamada öğrenci keşfetme aşamasında elde ettiği verileri tartışır ve düzenler. Öğretmen ise yeni keşfedilmiş olan ilişkileri ve kavramları sınıf tartışması eşliğinde tanıtır, açıklar ve etiketler. Bu aşamada öğretmen daha aktiftir. Terim tanıma aşaması bilişsel dengesizliğin giderilmesi nedeniyle Piaget'nin uyarılma ilkesi gibi çalışır. *Kavram uygulama* olan üçüncü aşamada ise öğrenciler yeni öğrendikleri kavramları yeni durumlara uygulaması ve genellemeye gitmesi konusunda teşvik edilir. Yeni oluşan kavramlar başka bağlamlara genişletildiği için bu aşama Piaget'nin organizasyon ilkesi gibi çalışır.

Öğrenme döngüsü gibi sorgulayıcı-araştırmaya dayanan öğretim yöntemlerinin bilime karşı merak uyandırmak, öğrencilerin yaratıcı ve bilimsel düşüncelerini sağlamak, problem çözme yeteneğini geliştirmek, kavramsal anlamayı ilerletmek gibi amaçları olan laboratuvar eğitiminde özellikle kullanılmasının önemli olduğu bilinmektedir (Shulman ve Tamir, 1973). 19. yüzyıldan günümüze fen eğitiminin tamamlayıcı bir parçası olan ve fen derslerinin önemli bir kısmını oluşturan laboratuvar eğitimi öğrencilerin soyut kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmaktadır. Öğrencilerin yaparak, yaşayarak, görerek ve hissederek öğrendikleri bir yer konumunda olan laboratuvar ortamı öğrencilerin beş duyusuna hitap ederek, öğrenmenin anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamaktadır. Laboratuvar eğitimi öğrenmenin yanı sıra öğrencilere bilimin ruhunu anlamayı, bilimsel düşünmeyi, bilimsel yöntemi, yaratıcı ve analitik düşünme yeteneğini ve gözlem yapma, veri toplama, analiz etme, yorum yapma, problem çözme gibi bilimsel becerileri de kazandırmaktadır (Ausubel, 1968).

Laboratuvar eğitiminde sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin kullanılmasının öğrenciler üzerindeki etkilerine ilişkin bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalar bu yaklaşımın kullanılmasını destekler nitelikte deliller ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmalarda sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin öğrencilerin başarılarını, kavramsal anlayışlarını, bilimsel tutumlarını, mantıksal ve

bilimsel düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir (Venkatachalam ve Rudolph, 1974; Pavelich ve Abraham, 1977, 1979; Raghubir, 1979; Allen, Barker ve Ramsden, 1986; Wirt, 1984; Chang ve Mao, 1999; Songer ve arkadaşları, 2002; Songer ve arkadaşları, 2003).

Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin öğretmen adaylarının laboratuvar eğitiminde kullanılması ise onların hem kendilerinin yukarıda belirtilen nitelikleri kazanmaları hem de sorgulayıcı-araştırmayı uygulayabilmek için gerekli bilgi, beceri ve düşünme alışkanlıklarına sahip olmaları açısından etkili bir yol olabilir. Bu nedenle sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin; öğretmen adaylarının laboratuvar eğitiminde de kullanılmasının onlar üzerindeki etkilerini araştırmak hem öğretmen adayları hem de gelecekteki öğrenciler açısından önem arz etmektedir. Öğretmen adaylarının laboratuvar eğitimi konusundaki literatüre katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışmanın amacı, analitik kimya laboratuvarlarında öğretmen adaylarının kavramsal değişimi, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yönteminin etkisini geleneksel doğrulama yöntemi ile karşılaştırarak araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda şu alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Kimya öğretmen adaylarının kavramsal değişimi üzerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı analitik kimya laboratuvarının etkisi nedir?
2. Kimya öğretmen adaylarının bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı analitik kimya laboratuvarının etkisi nedir?

Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında öğrenim gören ve Analitik Kimya Laboratuvarı-II dersini alan 38 öğretmen adayı,
2. 7 haftalık bir çalışma süresi,
3. Gravimetri, nötralimetri, manganometri ve arjentometri konuları ile sınırlı tutulmuştur.

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada öğretmen adaylarının kavramsal değişimi, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı analitik kimya laboratuvar derslerinin etkilerini geleneksel doğrulama yöntemi ile karşılaştırarak belirlemek için deneysel modellerden ön test-son test kontrol gruplu model kullanılmıştır (Karasar, 2009). Örneklem olarak alınan öğretmen adaylarının her biri deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmıştır. Deneysel grupta sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yöntemi (öğrenme döngüsü) kullanılırken, kontrol grubunda önce kavram ve prensiplerin öğretmen tarafından tanıtıldığı, sonra bu kavram ve prensiplerin laboratuvar aktiviteleri yoluyla öğrenciler tarafından doğrulanmaya çalışıldığı geleneksel doğrulama yöntemi kullanılarak laboratuvar dersi yürütülmüştür. Her iki gruba da ön testler uygulandıktan sonra 7 hafta ve haftada 8 saat süreyle eğitim verilmiş ve yeniden son testler uygulanmıştır.

Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda öğrenim gören ve Analitik Kimya Laboratuvarı-II dersini alan 38 öğretmen adayı oluşturmuştur. Grupların her birinde 19 öğretmen adayı bulunmaktadır. Öğretmen adayları ikinci sınıfta öğrenim görmekte olup, bu dersle ilişkili olarak Genel Kimya-I ve II, Genel Kimya Laboratuvarı-I ve II, Analitik Kimya-I ve Analitik Kimya Laboratuvarı-I derslerini almışlardır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak Mantıksal Düşünme Testi, Kimya Bilgi Testi, Laboratuvar Anketi, Kavram Testi ve Algılama Testi kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının mantıksal düşünme yeteneklerini ölçmek üzere her iki gruba da sadece Ön test olarak uygulanan *Mantıksal Düşünme Testi*, Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirilmiş ve Geban, Aşkar ve Özkan (1992) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. 10 sorudan oluşan testte oransal mantık, değişkenleri kontrol altına alma, ihtimaliyet mantığı, ilişkisel mantık ve kombinasyon mantığı olmak üzere beş tür zihinsel işlem becerisi ölçülmektedir. Her doğru cevaplandırılan soruya 1, yanlış cevaplandırılan soruya ise 0 verilerek değerlendirme yapılmıştır. Öğrencilerin mantıksal düşünme testinden aldıkları puan doğru yaptıkları soruların

sayısı toplanarak hesaplanmıştır. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0.67 olarak bulunmuştur.

Kimya Bilgi Testi ile öğretmen adaylarının ön kimya bilgi düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle her iki gruba da sadece ön test olarak uygulanmıştır. 30 tane çoktan seçmeli soru içeren testteki sorular çeşitli kimya olimpiyatları test sorularından ve farklı yıllara ait ÖYS sorularından seçilerek uyarlanmıştır (Budak, 2001). İçerik geçerliği temel kimya konuları ve kapsamları baz alınarak iki alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Her doğru cevaplandırılan soruya 1, yanlış cevaplandırılan soruya ise 0 verilerek değerlendirme yapılmıştır. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0.64 olarak bulunmuştur.

Kavram Testi, her iki grupta 7 hafta boyunca yürütülen deneysel aktivitelerde odaklanılan gravimetri, nötralimetri, arjentometri ve redoks titrasyonları konularında öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır (Budak, 2001). İçerik geçerliği iki alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Testin α güvenilirlik katsayısı ise 0.79 bulunmuştur. 13 soru içeren testin hazırlanmasında çeşitli analitik kimya kitapları kullanılarak gravimetri, nötralimetri, arjentometri ve redoks titrasyonları konularına ilişkin temel kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler belirlenmiş ve test sorularının belirlenen kavramlar ve kavramlar arası ilişkileri içermesine dikkat edilmiştir (Skoog, West ve Holler, 1996; Gündüz, 1999). Soruların tamamı iki aşamalıdır. İlk kısmı sorunun doğru cevabını ve alternatif cevapları içeren 4 seçenekli çoktan seçmelidir. İkinci kısım ise açık uçlu olup, ilk kısımda verilen cevabın sebebi istenmektedir. Her iki kısım da doğru cevaplandırılan soruya 1, herhangi bir kısmı veya her iki kısmı yanlış cevaplandırılan soruya ise 0 verilerek değerlendirme yapılmıştır. Kavram Testi her iki gruba da Ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Her iki gruptaki öğretmen adaylarına hem Ön test hem de son test olarak uygulanan *Algılama Testi* öğretmen adaylarının bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarını ölçmek amacıyla kullanılmıştır (Budak, 2001). 14 maddeden oluşan test beşli likert tipindedir. Her bir ifade için “tamamen katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum ve hiç katılmıyorum” şeklinde öğrencilerin düşüncelerini yansıtabilecekleri cevaplar bulunmaktadır. Olumlu ifadelerde yukarıdaki cevaplara karşılık sırasıyla 5, 4, 3, 2, 1 olumsuz ifadelerde ise 1, 2, 3, 4, 5 şeklinde her bir ifadeye verilen puanlar toplanarak öğrencilerin bu testten aldıkları puanlar belirlenmiştir. Testten daha yüksek puan alan öğretmen adaylarının bilimin ve bilim öğrenme yollarının algılanmasına ilişkin daha yapılandırıcı bir bakış açısına sahip olduklarını göstermiştir. Testteki ifadelerin oluşturulmasında çeşitli çalışmalardan

yararlanılmıştır (Hasan, 1985; Aikenhead, 1988; Blais, 1988; Driver, 1988; Fensham, 1988). Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman üç kişi tarafından kontrol edilmiştir. Testin alfa güvenirlik katsayısı ise 0.74 olarak bulunmuştur.

Laboratuvar Anketi, kullanılan öğretim yöntemleri hakkında öğretmen adaylarından betimsel bilgiler almak için hazırlanmıştır. Diğer bir deyişle bu çalışmada laboratuvarda kullanılan öğretim yöntemlerinin karakteristik özelliklerinin belirlendiği gibi işleyip işlemediğini izlemekte kullanılan bir ölçme aracıdır. Abraham (1982) tarafından geliştirilen Laboratory Program Variables Inventory ölçeğinden uyarlanan anket laboratuvar etkinlikleri süresince öğrencilerin maruz kaldıkları/kalmadıkları öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-materyal etkileşimlerini gösteren 22 ifade içermektedir (Budak, 2001). Her bir ifade için “nadiren olur, bazen olur, genellikle olur ve çok sık olur” şeklinde cevaplar bulunmaktadır. Anketteki ifadeler geleneksel doğrulama yöntemini yansıtan ifadelerde cevaplar yukarıdaki sıraya göre her bir ifade için 4, 3, 2, 1 puan verilerek, sorgulayıcı-araştırmaya dayanan öğretim yöntemini yansıtan ifadelerde ise yukarıda belirtilen cevap sırasına göre 1, 2, 3, 4 puan verilerek değerlendirilmiştir. Bu puanlar toplanarak öğrencilerin anketten aldıkları toplam puan belirlenmiştir. Anketten alınan daha yüksek puanlar yapılandırıcılığın göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Laboratuvar Anketi her iki grupta bulunan öğretmen adaylarına üç laboratuvar etkinliği sonrasında ortatest ve laboratuvar etkinliklerinin tamamlanmasından sonra son test olarak uygulanmıştır. Anketin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman üç kişi tarafından kontrol edilmiştir. Alfa güvenirlik katsayısı ise 0.72 olarak bulunmuştur.

İşlem

Araştırmanın uygulanmasını kapsayan yedi haftalık süreçte her iki grupta da aynı bilimsel içeriğe sahip 5 deneysel etkinlik yürütülmüştür. Etkinlikler ve yapılaş sıraları şöyledir:

1. *Gravimetrik Baryum Tayini*
2. *Gravimetrik Demir Tayini*
3. *Nötralimetrik NaOH Tayini*
4. *Manganometrik Demir Tayini*
5. *Arjentometrik Klorür Tayini*

Deneysel etkinliklerden 1. ve 2.'si ikişer hafta, diğerleri ise birer hafta süreyle yürütülmüştür.

Geleneksel doğrulama yönteminin uygulandığı kontrol grubundan, daha önce her yıl uygulandığı gibi öğretmen adaylarına bir hafta öncesinden sonraki hafta yapılacak olan deneysel etkinlik belirtilerek derse hazırlıklı gelmeleri istenmiştir. Laboratuvar dersinin başında öncelikle deneye ilişkin kavramlar, teoriler ve prensipler tanıtılmış ve deneyin nasıl yapılacağı, nelere dikkat edileceği, verilerin nasıl toplanacağı ve elde edilen veriler kullanılarak hesaplamaların nasıl yapılacağı hakkında ayrıntılı bilgi verildikten sonra öğretmen adaylarına numuneler temin edilerek laboratuvar kitaplarında verilen yöntemleri takip etmek suretiyle numuneyi analiz etmeleri istenmiştir. Her bir öğretmen adayı kendi numunesine ilişkin analiz sonuçlarını ders sorumlusuna sunmasıyla laboratuvar dersi tamamlanmıştır. Bir hafta sonra her öğretmen adayı o derse ait raporu ders öğretmenine teslim etmiştir.

Sorgulayıcı-araştırmaya dayanan öğrenme döngüsünün temel alındığı deneysel grupta, laboratuvar etkinlikleri öğretmen adaylarının dikkatlerini konuya çekmek ve sorgulamaya itmek amacıyla gösterim aşaması da ilave edilerek 4 aşamadan oluşturulmuştur (Venkatachalam ve Rudolph, 1974; Pavelich ve Abraham, 1977; Pavelich ve Abraham, 1979; Allen ve arkadaşları, 1986; Abraham ve Pavelich, 1999):

1. Gösterim Aşaması
2. Rehberli Sorgulayıcı-Araştırma Aşaması
3. Kavram Oluşturma Aşaması
4. Uygulama Aşaması

Tüm laboratuvar etkinliklerine öncelikle bir gösteri deneyi ile başlanmıştır. Bu aşamada o günkü deneysel aktiviteyi yansıtan bir gösteri deneyi gerçekleştirilerek öğretmen adaylarının gözlemlenmeleri sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının önceden mevcut olan bilgi ve kavramlarını kullanarak olayı açıklamaya çalışmaları istenmiştir. Bu aşamanın amacı, öğretmen adaylarının gözlemledikleri olguya ilişkin ön bilgi ve kavramlarını ortaya çıkarmanın yanı sıra öğretmen adaylarını daha ileri araştırma ve sorgulamaya yönlendirmek ve onları motive etmektir. Bu aşamada dikkat edilen hususlardan biri de öğretmen adaylarının açıklamalarını yargılamaktan ve doğru cevapları vermektan kaçınılmasıdır. Öğretmen adaylarının yaptıkları açıklamalarla şekillenen ve araştırılacak olan problem öğretmen adaylarına ifade edilmiştir.

İkinci aşama olan rehberli sorgulayıcı-araştırma aşamasında öncelikle öğretmen adayları gösteri deneyinde ortaya çıkan problemi ve olası çözüm yollarını

tartışmışlardır. Problem genellikle, o gün öğrenilmesi amaçlanan kantitatif analiz metodunun kullanılmasını gerektiren uygun bir numunedeki bir maddenin analizine yönelik olarak ortaya atılmıştır. Problemin çözümüne yönelik olarak yapılan tartışmalarla ortaya çıkan hipotezler önceden hazırlanıp masalarına bırakılmış olan materyallerin kullanılması suretiyle öğretmen adayları tarafından araştırılmaya çalışılmıştır. Bu aşamada öğretmen adaylarının sosyal etkileşimini artırmak için küçük gruplar hâlinde çalışmaları sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının araştırmalarını yürütebilmeleri için öğretmen adaylarına açık uçlu sorular yazılı olarak gruplara sunulmuştur. Bu aşamanın önemli özelliklerinden bir tanesi de ders öğretmenin laboratuvarında dolaşarak gruplara analiz yaparken hangi maddelerin hangi aşamada nasıl ve neden kullanılması gerektiğine dair sorular sorması ve aldığı cevaplara göre geri dönüt vererek rehberlik sağlamasıdır.

Üçüncü aşama olan kavram oluşturma aşamasında tüm öğretmen adayları bir araya toplanarak, uygun sorular eşliğinde rehberli sorgulayıcı-araştırma aşamasında elde ettikleri verileri, ilişkileri ve prensipleri bir tartışma havasında ortaya koymalarını sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının veri ve ilişkileri sunarken gösterim aşamasında ortaya koydukları ön bilgi ve kavramlarla ilişkilendirme yapmaları için de yönlendirmelerde bulunulmuştur. Bu aşamanın önemli bir niteliği bu yolla kavramsal değişimin kolaylaştırılmaya çalışılmasıdır.

Son aşama olan uygulama aşamasında, öğretmen adaylarının yapılandırdıkları bilgi ve kavramları, yeni ve farklı bir probleme uygulamaları sağlanmıştır. Böylece yeni bir probleme çözüm üretilerek kavramların genişletilmesine çalışılmıştır. Bu aşamada öğretmen adaylarının uygulama yapmaları için yeni bir olgu olarak, yapılandırdıkları bilgi ve kavramları uygulayabilecekleri yeni bir numune temin edilerek çalışmaları sağlanmıştır. Etkinliğin tamamlanmasından sonra öğretmen adaylarından deneysel aktiviteye ilişkin bir laboratuvar raporu sunmaları istenmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Science) bilgisayar programı ile t-testi ve ANCOVA (kovaryans analizi) kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi olarak .05 alınmıştır. Ayrıca kavramsal değişimi incelemek amacıyla öğrencilerin ön kavram testi ve son kavram testine verdikleri cevaplar gruplandırılarak frekansları ve yüzdeleri hesaplanmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Laboratuvarlarda kullanılan öğretim yöntemlerinin karakteristik özelliklerinin belirlendiği gibi işleyip işlemediğini izlemek ve öğretmen adaylarından öğretim yöntemleri hakkında betimsel bilgiler almak üzere çalışmanın ortasında ve sonunda uygulanan laboratuvar anketinden elde edilen veriler değerlendirildiğinde Tablo 1'de gösterildiği gibi iki grubun arasında hem orta testte hem de son testte anlamlı bir fark olduğu görülmüştür [$t_{orta} = 8.29$; $p < .05$; $t_{son} = 7.10$; $p < .05$].

Tablo 1.

Laboratuvar Anketine Ait t-testi Sonuçları

Grup	N	Orta			Son		
		\bar{x}	S	t	\bar{x}	S	t
Kontrol Grubu	19	55.63	5.90		19	53.84	7.93
Deneysel Grup	19	69.32	4.12	8.29*	19	69.48	5.41
							7.10*

* $p < .05$

Sonuçlar incelendiğinde anlamlı farkın deneysel grup lehine olduğu görülmektedir. Bu durum deneysel gruptaki uygulamaların daha sorgulayıcı-araştırmaya dayalı ve daha yapılandırıcı, kontrol grubunda ise daha geleneksel biçimde etkinliklerin yürütüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu nedenle uygulamaların öğretim yöntemlerinin karakteristiklerine uygun olarak yürütüldüğü ortaya çıkmıştır.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Öncelikle iki grubun Mantıksal Düşünme Testi (MDT), Kimya Bilgi Testi (KBT), Kavram Testi (KT) ve Algılama Testi (AT)'ne ait ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için t-testi uygulanmıştır. Her iki grubun testlerden aldıkları puanların ortalamaları, standart sapmaları ve t değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Ön Testlere Ait t-testi Sonuçları

Test	Kontrol Grubu			Deneysel Grup			sd	t
	N	\bar{X}	S	N	\bar{X}	S		
MDT	19	7.84	1.57	19	7.79	1.90	36	0.93
KBT	19	23.47	2.48	19	23.32	2.71	36	0.19
AT	19	56.84	2.95	19	54.68	5.09	36	1.60
KT	19	1.47	1.35	19	2.95	1.68	36	2.98*

*p<.05

Tablo 2'deki analiz sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol grubuna ait öğretmen adayları arasında mantıksal düşünme, genel kimya bilgisi, bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılama açısından anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Ancak ön kavram testine ait t-testi sonuçları ile iki grup arasında deneysel grup lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir [$t= 2.98$; $p < .05$]. Bu nedenle sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yönteminin öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerine etkisinin geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak belirlenmesi için öğrencilerin Mantıksal Düşünme Testi, Kimya Bilgi Testi ve Ön Kavram Testi puanları kovaryat olarak kullanılması suretiyle son Kavram Testi puanlarına ANCOVA uygulanmıştır.

Tablo 3

Son Kavram Testine Ait ANCOVA Sonuçları

		$\sum X^2$	Sd	\bar{X}^2	F	p
Yöntem		93.479	1	93.479	20.603	0.000*
Kovaryatlar	KT(Ön)	33.390	1	33.390	7.359	0.011
	MDT	29.619	1	29.619	6.528	0.015
	KBT	0.650	1	0.650	0.143	0.708

*p<.05

Tablo 3'te de gösterildiği gibi sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yöntemiyle çalışan deney grubu ile geleneksel doğrulama yöntemiyle çalışan kontrol grubuna ait son kavram testi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür [$F= 20.603$; $p < .05$]. Bu fark Tablo 4'te de görüldüğü gibi her iki gruba ait son kavram testi ortalamaları incelendiğinde kavramsal değişimin deneysel grubun lehine olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4

Ön ve Son Kavram Testine Ait Sonuçlar

	Kontrol Grubu			Deneysel Grup		
	N	\bar{x}	S	N	\bar{x}	S
Ön Test	19	1.47	1.35	19	2.95	1.68
Son Test	19	3.79	1.51	19	8.26	3.02

Ayrıca her iki gruptaki öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerini daha kapsamlı bir şekilde incelemek ve karşılaştırmak amacıyla öncelikle Kavram Testindeki her bir soruda ölçülmek istenen kavramsal olgu bir ifade hâline getirilerek öğrencilerin her bir soruya ön kavram testinde ve son kavram testinde verdikleri cevaplar “yanlış bir kavramadan yanlış bir kavramaya”, “yanlış bir kavramadan doğru bir kavramaya” ve “doğru bir kavramadan doğru bir kavramaya” şeklinde gruplandırılmıştır. Buna bağlı olarak da grupların frekansları ve yüzdeleri belirlenmiştir.

Tablo 5 Kavramsal Değişime Ait Frekanslar ve Yüzdeleri

	Yanlış Bir Ön Kavramadan Yanlış Bir Son Kavramaya		Yanlış Bir Ön Kavramadan Doğru Bir Son Kavramaya		Doğru Bir Ön Kavramadan Doğru Bir Son Kavramaya	
	Kont.Grubu	Den. Grup.	Kont.Grubu	Den. Grup.	Kont.Grubu	Den. Grup.
Soru-1	İki çözeltinin karıştırılmasıyla oluşacak çökelek ve çökelekteki iyon tabakalarında bulunabilecek iyon türlerini belirleyebilme.					
	10 (%52.6)	5 (%26.3)	4 (%21.1)	9 (%47.4)	5 (%26.3)	5 (%26.3)
Soru-2	Bir iyonun gravimetrik analizi sırasında ilave edilen çöktürücü reaktifle hangi formda çöktürüldü ve ne zaman sabit tartıma geldiğini saptayabilme.					
	11 (%57.9)	5 (%26.3)	7 (%36.8)	13 (%68.4)	1 (%5.26)	1 (%5.26)
Soru-3	Gravimetrik analiz için en uygun çöktürücü reaktifini seçebilme.					
	15 (%78.9)	12 (%63.2)	2 (%10.5)	2 (%10.5)	2 (%10.5)	5 (%26.3)
Soru-4	Çökelek kirlenmesi ve giderilmesi, bağıl aşırı doygunluk ve pH kavramları arasında ilişkiyi belirleyebilme.					
	9 (%47.4)	3 (%15.8)	6 (%31.6)	5 (%26.3)	4 (%21.1)	11 (%57.9)
Soru-5	Arjentometrik yöntemler için uygun pH'ları ve sebebini tespit edebilme.					
	13 (%68.4)	6 (%31.6)	6 (%31.6)	12 (%63.2)	0 (%0)	1 (%5.26)
Soru-6	Arjentometrik yöntemlerden biri olan Volhard metodunda kullanılan indikatörler ve indikatörler ile yöntemde gerçekleşen kimyasal olaylar arasındaki ilişkileri belirleyebilme.					
	13 (%68.4)	4 (%21.1)	6 (%31.6)	14 (%73.7)	0 (%0)	1 (%5.26)
Soru-7	Arjentometrik yöntemlerden biri olan Mohr metodunda kullanılan indikatörler ve indikatörler ile yöntemde gerçekleşen kimyasal olaylar arasındaki ilişkileri belirleyebilme.					
	17 (%89.5)	5 (%26.3)	2 (%10.5)	14 (%73.7)	0 (%0)	0 (%0)
Soru-8	Redox reaksiyonlarına dayanan bir analiz yapılabilmesi için reaksiyona girecek türler için uygun olan formları belirleyebilme.					
	9 (%47.46)	2 (%10.5)	6 (%31.6)	9 (%47.4)	4 (%21.1)	8 (%42.1)
Soru-9	Yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarına dayanan bir analiz için uygun titrantı seçebilme.					
	18 (%94.7)	13 (%68.4)	1 (%5.26)	6 (%31.6)	0 (%0)	0 (%0)
Soru-10	Manganometrik titrasyonlarda gerçekleşen reaksiyonları belirleyebilme.					
	15 (%78.9)	9 (%47.4)	4 (%21.1)	10 (%52.6)	0 (%0)	0 (%0)
Soru-11	Asidik ve bazik tuzların pH'sını tayin edebilme.					
	13 (%68.4)	5 (%26.3)	4 (%21.1)	7 (%36.8)	2 (%10.5)	7 (%36.8)
Soru-12	Asit-baz titrasyonları için uygun indikatörü seçebilme.					
	8 (%42.1)	3 (%15.8)	10 (%52.6)	13 (%68.4)	1 (%5.26)	3 (%15.8)
Soru-13	Asit-baz ayarlamalarında primer standart maddelerin fonksiyonunu belirleyebilme.					
	17 (%89.5)	7 (%36.8)	2 (%10.5)	11 (%57.9)	0 (%0)	1 (%5.26)

Tablo 5'te de görüldüğü gibi kavramsal değişime ait frekans ve yüzdeler incelendiğinde genel olarak deney grubundaki öğretmen adaylarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre yanlış bir ön kavramadan doğru bir son kavramaya değişimlerdeki frekans ve yüzdelerinin daha yüksek olduğu, yanlış bir ön kavramadan yanlış bir son kavramaya değişimlerdeki frekans ve yüzdelerinin ise daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak kavramsal değişime ilişkin bu sonuçlarda dikkat çekici birkaç nokta ortaya çıkmıştır. Örneğin bir çökeleğin minimum safsızlık içermesi için uygun konsantrasyon ve oluşacak çökeleğin çözünürlüğü arasında ilişki kurarak gravimetrik analiz için uygun çöktürücü seçebilmeyi ölçen 3. soruda yanlış bir ön kavramadan yanlış bir son kavramaya değişimin her iki grupta da frekansının yüksek olmasının yanında bu soruda yanlış bir ön kavramadan doğru bir son kavramaya değişimin her iki grupta da çok az olması dikkat çekicidir. Buradan hareketle gravimetrik analizde kullanılacak uygun çöktürücü reaktifin belirlenmesi konusunun öğretmen adayları için kavranması güç olan bir konu olduğu söylenebilir. Yine çökelek kirlenmesi ve kirliliğin giderilmesi, bağıl aşırı doymuşluk ve pH kavramları arasında ilişkinin kavranmasını ölçen 4. soruda deney grubundaki öğrencilerin yanlış bir ön kavramadan yanlış bir son kavramaya değişim frekansı daha düşük olmasına rağmen yanlış bir ön kavramadan doğru bir son kavramaya değişim frekansı da diğer gruba göre biraz daha düşük olmuştur. Ancak deney grubundaki öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bu konuda zaten doğru bir ön kavramaya sahip olduğu görülmüştür.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı laboratuvar eğitimi alan öğretmen adayları ile geleneksel doğrulamaya dayalı laboratuvar eğitimi alan öğretmen adayları arasında bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları arasında anlamlı bir fark oluşup oluşmadığını belirlemek üzere son Algılama Testinden elde edilen puanlara t-testi uygulanmıştır.

Tablo 6

Son Algılama Testine Ait Sonuçlar

Grup	N	\bar{x} .	S	Sd	t
Kontrol Grubu	19	54.42	4.38	36	3.22*
Deneyisel Grup	19	59.11	4.58		

*p<.05

Analiz sonucunda Tablo 6'da da gösterildiği gibi iki grup arasında bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılama sonuçları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür [$t= 3.22; p < .05$]. Gruplara ait ortalamalara bakıldığında ise deneysel grubun yani bilimsel bilgi elde etme sürecini kullanan öğretmen adaylarının bilime ve bilim öğrenme yollarına ilişkin algılama puanlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Çalışmada kavramsal değişime ait verilerin analizleri sonucunda sorgulayıcı-araştırmaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin geleneksel doğrulama yöntemine dayanan laboratuvar etkinliklerine göre kavramsal değişim sağlamada daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçtan hareketle sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenmenin, öğretmen adaylarının kavramsal anlamda bir değişim gerçekleştirmelerine önemli katkıda bulunduğu söylenebilir. Sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenme döngüsünde öğrencilerin ön bilgilerinin belirlenerek yeni kavramlarla ilişkilendirmelerine, hipotezler kurup test ederek yorumda bulunmalarına, yaptıkları ile gözledikleri arasında ilişki kurmak üzere düşünme ve tartışmalarına ve öğrendiklerini başka bir duruma uygulamalarına fırsatlar verilmesi nedeniyle kavramsal değişimin gerçekleştiği söylenebilir. Kavramsal değişim açısından elde edilen bu sonuç, kavramların iç ve dış bütünleşmesi, kavramsal değişimi kolaylaştırmak için rehberlik, rehberli sorgulama, sosyal etkileşim gibi bileşenleri içeren derslerin öğrencilerin kavramsal değişimlerine katkı sağlayacağını gösteren çalışmalarla uyum içerisindedir (Raghubir, 1979; Veath, 1988; Gunstone ve Champagne, 1990; Kaya, 2009; Kula, 2009).

Bu çalışmadan elde edilen algılama testine ilişkin sonuçlar, sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerinde geleneksel doğrulamaya göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Deneysel gruptaki öğretmen adaylarının; bilimin işlevinin doğanın işleyişini anlamak olduğu, bilimde mantıksal düşünmenin önemli olduğu, olayların daima yalnızca bir doğru açıklamasının olamayacağı, bilimi anlayabilmek için bilimsel araştırmalara dâhil edilmeleri gerektiği, laboratuvarında bilimsel süreçleri kullanarak araştırma yapmanın ve bu süreçleri diğerleriyle etkileşerek geçirmenin bilimi öğrenmeyi kolaylaştırdığı, önceden bilinenleri doğrulamak yerine keşfetmek suretiyle bilimin öğrenilmesi gerektiği yönünde anlayışlar oluşturdukları tespit edilmiştir. Deneysel grubunda uygulanan sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğrenmenin

hipotez kurma, hipotezleri test etme, veri toplama, araştırma yapma ve sonuçları yorumlama gibi bilimsel süreç becerilerini diğer bir deyişle bilimsel bilgi elde etme yollarını içeren süreçleri ön plana çıkarması sebebiyle öğretmen adaylarının bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarında etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlar yapılan araştırmalarla da paralellik göstermektedir (Gibson ve Chase, 2002; Akerson ve Hanuscin, 2007).

Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan hareketle, hem kavramsal değişimin sağlanmasını destekleyen hem de bilimsel süreç becerilerinin kullanılmasına fırsat vererek öğretmen adaylarının bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamasını kolaylaştıran sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yöntemlerinin üniversitelerimizin kimya, fizik ve biyoloji gibi bölüm müfredatlarında bulunan laboratuvar derslerinde kullanımının yaygınlaştırılması gerektiği söylenebilir. Ayrıca sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim anlayışlarının bugünün öğretmen adaylarına kazandırılması yarının sınıflarında bu yöntemin başarıyla uygulanabilmesi için önemlidir. Bu nedenle öğretmen adaylarına sorgulayıcı-araştırmaya dayalı deneyimler yaşayabilmesine ve adaylara sorgulayıcı-araştırma yöntemini uygulamak üzere bilgi ve beceri kazandırılmasına yönelik fırsatlar sağlayacağı için özellikle öğretmen adaylarının lisans programlarındaki fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarlarının müfredatları ve öğretim yöntemleri bunlar dikkate alınarak yeniden düzenlenmelidir.

Kaynaklar

- Abraham, M.R. (1982). A descriptive instrument for use in investigating science laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 155-165.
- Abraham, M.R. ve Pavelich, M.J. (1999). *Inquiry into chemistry* (3rd Edition). USA: Waveland Press, Inc.
- Aikenhead, G.S. (1988). An analysis of four ways of assessing students beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.
- Akerson, V.L. ve Hanuscin, D, L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.

- Allen, J.B., Barker, L.N. ve Ramsden, J.H. (1986). Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63(6), 533-534.
- Arslan, A. (2007). *Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğretim yönteminin kavramsal öğrenmeye etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ateş, S. (2004). The effects of inquiry-based instruction in developing integrated science process skills of pre-service elementary teaching majors having different piagetian developmental levels. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 275-290.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bağcaz, E. (2009). *Sorgulayıcı öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarısı ve Fen ve Teknoloji Dersine yönelik tutumuna etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Blais, D. M. (1988), Constructivism: A theoretical revolution in teaching. *Journal of Developmental Education*, 11(3), 2-7.
- Budak, E. (2001). *Üniversite Analitik Kimya Laboratuvarlarında öğrencilerin kavramsal değişimi, başarısı, tutumu ve algılamaları üzerine yapılandırıcı öğretim yönteminin etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chang, C.Y. ve Mao, S.L. (1999) Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, 92, 340-346.
- Carin, A.A. ve Bass, J.E. (2001). *Teaching science as inquiry* (9th Edition). USA: Merrill Prentice Hall.
- Driver, R. (1988). Theory into practice II: A constructivist approach to curriculum development in science. In P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 133-149). London: Falmer Press.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: Bir eylem araştırması*.

- Yayımlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Fensham, P. J. (Ed.). (1988). *Development and dilemmas in science education*. London: Falmer Press.
- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulated experiments and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10.
- Gençtürk, H. A. ve Türkmen, L. (2007). İlköğretim 4. sınıf Fen Bilgisi Dersinde sorgulama yöntemi ve etkinliği üzerine bir çalışma. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 277-292.
- Gibson, H.L. ve Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693-705.
- Gunstone, R.F. ve Champagne, A.B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum*. London: Routledge.
- Gündüz, T. (1999). *Kantitatif analiz laboratuvar kitabı* (8.Baskı). Ankara: Gazi Büro Kitapevi.
- Hasan, O.E. (1985). An investigation into factors affecting attitudes toward science secondary school students in Jordan. *Science Education*, 69(1), 3-18.
- Haurry, D.L. (1993). *Teaching science through inquiry*. ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education Columbus OH, ERIC No: ED359048.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi* (19. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karplus, R. (1977). Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (2), 169-175.
- Kaya, B. (2009). *Araştırma temelli öğretim ve bilimsel tartışma yönteminin ilköğretim öğrencilerinin asitler ve bazlar konusunu öğrenmesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kula, Ş. G. (2009). *Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lawson, A.E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Wadworth Publishing Company-Belmont, CA.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R. ve Renner, J. W. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills* [Monograph, Number One]. Kansas State University, Manhattan, Ks: National Association for Research in Science Teaching.
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire within implementing inquiry-based science standards*. USA: Corwin Press.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E. ve Geier, R. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063-1080.
- Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.
- Novak, A. (1964). Scientific inquiry. *Bioscience*, 14, 25-28.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and National Science Educational Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Pavelich, M.J. ve Abraham, M.R. (1977). Guided inquiry laboratories for general chemistry students. *Journal of College In Science Teaching*, 7(1), 23-26.
- Pavelich, M.J. ve Abraham, M.R. (1979). An inquiry format laboratory program for general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 56(2), 100-103.
- Raghubir, K.P. (1979). The laboratory-investigative approach to science instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 16(1) 13-17.
- Renner, J.W. ve Marek, E.A. (1997). *The learning cycle and elementary school science teaching*. Portsmouth, NH: Heinemann Educational.
- Shulman, L.D. ve Tamir, P. (1973). *Research on teaching in the natural sciences*. *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.

- Skoog, D.A., West, D.M. ve Holler, F. J. (1996). *Analitik Kimya Temelleri I* (7. Baskı) (Çev. Ed. Esmâ Kılıç ve Fitnat Köseoğlu). Ankara: Bilim Yayınları.
- Songer N.B., Lee, H.S. ve Kam, R. (2002). Technology-rich inquiry science in Urban Classrooms: What are the barriers to inquiry pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*, 39(2), 128-150.
- Songer, N.B., Lee, H.S. ve McDonald, S. (2003). Research towards an expanded understanding of inquiry science beyond one idealized standard. *Science Education*, 87(4), 490-516.
- Sunal, Dennis. W.: *The Learning Cycle: A Comparison of Models of Strategies for Conceptual Reconstruction: A Review of the Literature*. İnternet'ten 18 Haziran 2003'te elde edilmiştir:
<http://astlc.ua.edu/ScienceInElem&MiddleSchool/565LearningCycle-ComparingModels.htm>
- Tobin, K.G. ve Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-424.
- URL-1: <http://www.education.gov.uk/schools/teachingandlearning/curriculum>
- Veath, M.L. (1988). *Comparing the effect of different laboratory approaches in bringing about conceptual change in the understanding of physics by university students*. Doctoral dissertation, University of Wyoming, Laramie, USA.
- Venkatachalam, C. ve Rudolph, R.W. (1974). Cookbook versus creative chemistry: A new approach to research-oriented general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 51(7), 479-482.
- Wirt, W.T. (1984). *Teaching skills in logical thinking in high school chemistry*. Doctoral dissertation, Florida Institute of Technology, Florida, USA.

Summary

THE EFFECTS OF INQUIRY-BASED ANALYTICAL CHEMISTRY LABORATORY ON PROSPECTIVE TEACHERS' CONCEPTUAL CHANGE, PERCEPTIONS OF SCIENCE AND THE WAYS OF LEARNING SCIENCE

Fitnat KÖSEOĞLU* Eylem BAYIR**

Introduction

The aim of the science education at the present day is to bring up scientifically literate person. To achieve this comprehensive aim, students should be provided with opportunities to experience the processes of science such as asking questions about phenomenon in nature, designing explorations, obtaining data, inferencing from data and realizing patterns. It is thought by science educators that inquiry-based learning is an approach which gives students opportunities to experience the processes of science. Inquiry-based learning is a hallmark of the current science education reform effort. Inquiry instructions were characterized by involvement of the students in a form of active learning that emphasizes questioning, planning and conducting investigation, gathering data, analyzing data, and thinking critically and logically about relationships between evidence and explanations, and communicating scientific arguments. The learning cycle is one of the most familiar teaching models for inquiry-based science instructions. It is apparent that inquiry-based teaching such as learning cycle model in laboratory education in which students are directed to be interested in science is important. Inquiry-based teaching may also be an efficient way to employ the prospective teachers' laboratory education in terms of gaining of their own and their future students. Therefore, the effects of inquiry-based laboratory education on prospective teachers are needed to explore.

* Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

** Yrd. Doç. Dr., Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

The purpose of this study is to examine the effects of inquiry-based learning, which is structured in learning cycle format, compared to conventional verification method on conceptual change and perceptions of science and ways of learning science.

Method

The sample of this study consisted of 38 students attending Analytical Chemistry Laboratory-II at Gazi University Faculty of Education. In this study, pretest-posttest control group design which is one of the experimental research designs was employed. The sample was randomly divided into two groups and the instructional method was randomly assigned to them. Each of the groups consisted of 19 students. The pretests were applied to the both groups prior to the treatment. As the treatment, the experimental group was instructed with inquiry-based learning and the control group was instructed with conventional verification method. Both groups had five activities about quantitative analysis methods such as gravimetry, neutralimetry, manganometry and argentometry.

In the control group, the prospective teachers were asked to do preparation every week for the following week. Concepts, theories and principles were introduced to them at the beginning of the activities. Moreover, detailed information about how they will execute the activities, obtain data and attain results by using data was given to them. Later, the sample was provided for each prospective teacher and they analyzed their samples by using the procedure in the textbook. After the accomplishment of the activity, they submitted their results to the instructor.

In the experimental group, the activities based on learning cycle methodology were composed of four phases: 1. *Demonstration Phase*, 2. *Guided Inquiry Phase*, 3. *Concept Formation Phase*, 4. *Application Phase*. Laboratory activities started with a demonstration held by the instructor in order to expose the prospective teachers' prior knowledge and motivating them to inquiry the scientific problem suggested in the demonstration. In the guided inquiry phase, the prospective teachers explored the scientific problem in groups by using materials. The instructor provided guidance through their explorations by walking around the laboratory desks. Through the concept formation phase, the prospective teachers introduced their exploration procedures and their results attained from data, and the instructor helped them to reach generalization about analysis methodology. In the application phase, each of

them was given a new sample to apply newly constructed knowledge. After the accomplishment of the activity, they submitted their results to the instructor.

For both groups, the treatments were executed during eight hours in a week and seven weeks. At the end of the study posttests were applied to both groups.

Pre and posttests were Concept Test and Perception Test. Additionally, Logical Thinking Test and Chemistry Knowledge Test were applied to all subjects prior to treatment in order to assess the prospective teachers' levels of cognitive development and pre-chemistry knowledge. Furthermore, Laboratory Survey applied to both groups in the middle and at the end of the treatments to monitor them.

The data obtained from this study was analyzed statistically by using t-test and ANCOVA (Analysis of Covariance) at SPSS (Statistical Package for Social Science) Software Program. The meaningful level of the results was accepted 0.05. Furthermore, the results of Concept Test from pretest to posttest were also analyzed by computing values of frequency and percentage.

Results and Discussion

The results of statistical analysis indicated that inquiry-based learning contributed meaningfully to prospective teachers' conceptual change and perceptions of science and ways of learning science. It is thought that the remarkable contribution of inquiry-based learning to the conceptual change may be the consequence of exposing their prior knowledge and letting them to associate their prior knowledge with newly constructed knowledge through process of inquiry and concept formation. Furthermore, we can conclude that focusing on the process of attaining scientific knowledge in the experimental group such as asking questions about phenomenon, hypothesizing, planning and conducting investigations, obtaining and analyzing data, inferencing, and thinking critically and logically about relationships may help prospective teachers advance their perceptions of science and the ways of learning science.