



Araştırma-Sorgulama Temelli Öğrenme Yaklaşımının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Analitik Kimya Öğrenimine Etkisi*

Mustafa TÜYSÜZ**, Metin ŞARDAĞ***, Alper DURUKAN****

Öz: Bu çalışmanın amacı, araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımının analitik kimya laboratuvarında öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adaylarının analitik kimya başarılarına ve kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi düzeylerine etkisini araştırmaktır. Çalışma, ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır. Araştırmada uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılar, deney grubu 29 (24 kadın, 5 erkek), kontrol grubu ise 27 (20 kadın, 7 erkek) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu araştırmada veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal tepkime türleri ve ayırma yöntemleri konularıyla ilgili temel kimya bilgi düzeylerini ve ilgili kimya konularında makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi düzeylerini ölçmek için beş seçenekli 26 maddelerden oluşan Kimya Başarı Testi kullanılmıştır. Uygulama sonrasında, araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımıyla

* Bu çalışma 28 Eylül-01 Ekim 2017 tarihleri arasında 2. Uluslararası Çağdaş Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

** Dr. Mustafa TÜYSÜZ, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Van. ORCID 0000-0003-1277-6669 mustafatuysuz@yyu.edu.tr

*** Arş. Gör. Metin ŞARDAĞ, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Van. ORCID 0000-0003-2162-8289 metinsardag@gmail.com

**** Arş. Gör. Alper DURUKAN, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Van. ORCID 0000-0002-2800-0227 a@alperdurukan.com



eğitim alan katılımcılarının analitik kimya başarıları ve kimyanın makroskobik boyuttaki bilgileri, geleneksel yöntemle göre eğitim alan öğretmen adaylarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Bununla birlikte kimyanın mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

Anahtar Sözcükler: Araştırma-Sorgulama Temelli Öğrenme, Analitik Kimya Laboratuvarı, Fen Bilimleri Öğretmen Adayları

The Effect of Inquiry-Based Learning Approach on Pre-Service Science Teachers' Analytical Chemistry Learning

Abstract: The aim of the study was to seek the impact of inquiry-based learning instruction on pre-service science teachers' academic achievement and knowledge of macroscopic, microscopic, and symbolic levels at analytical chemistry laboratory. Pre-test post-test control group as the type of quasi-experimental design was conducted. Convenience sampling method was used in this study. The experimental group consisted of 29 individuals (24 female, 5 male) and the control group consisted of 27 individuals (20 female, 7 male). The data was collected with Chemistry Achievement Test including 26 multiple-choice questions to evaluate basic chemistry knowledge related to physical-chemical changes, reaction types and separation methods, and knowledge in macroscopic, microscopic and symbolic levels of related chemistry topics. After treatments, participants treated with inquiry-based learning were more successful regarding academic achievement and knowledge of macroscopic level than the participants treated traditionally. However, there is no significant difference between groups in the knowledge of microscopic and symbolic levels.



Keywords: Inquiry Based Learning, Analytical Chemistry Laboratory, Pre-Service Science Teachers

Giriş

Her geçen gün yeni bilgilerin ortaya konulduğu ve bu bilgilerin uygulamalarının hayata aktarılmasıyla gelişmekte olan bir dünyada yaşamaktayız. Toplumların değişen bu dünyada varlıklarını koruyup devam ettirebilmeleri için bireylerin araştırma pratiklerini uygulamaya koşarak bilim yapmaları ve 21. yy becerilerini edinmeleri gerekmektedir (Finlayson ve diğ., 2015). Bu hususta fen eğitimi dikkate değer bir öneme sahiptir (Aydoğdu ve Şırahane, 2012).

Son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülkenin fen eğitimi standartlarında değişimler olduğu görülmektedir (Lederman, Lederman ve Antink, 2013). Bu değişimlerin temelinde ihtiyaca uygun nitelikli bireylerin yetiştirilmesi yatmaktadır (Eş ve Sarıkaya, 2010). Bu yüzden araştırmacılar fen öğretimi ve öğreniminin niteliğini artırarak bireyleri bilim okuryazarı olarak yetiştirmek için müfredatlar ve öğretimsel yaklaşımlar üzerinde çalışmaktadır (Lederman, Lederman ve Allison, 2013). Bu yaklaşımlardan üzerinde sıklıkla durulanlardan biri de Araştırma-Sorgulama Temelli Öğrenme'dir (ASTÖ) (Hakkinen ve diğ., 2017; McConney, Oliver, Woods-McConney, Schibeci ve Maor, 2014)

ASTÖ yaklaşımının ne olduğuna değinilmeden önce sorgulamadan kastedilen şeyin üzerinde durulması faydalı olacaktır. Sorgulama sadece soru sormak değildir (Lim, 2001). Nitekim ilgili literatür incelendiğinde sorgulamanın pek çok tanımının olduğu görülmektedir (Kaya ve Yılmaz, 2016). Bu tanımlara örnek olarak Beyler (1971, s. 14) sorgulamayı, *“deneyimi anlaşılır kılabilmek için gerçek zihinsel işlemler gerçekleştirilmeyi gerektiren bir anlam arayışı”* Windschitl (2002, s. 113) ise *“sorgulamanın geniş bir yelpazede entelektüel aktiviteler, hipotez test etme, pratik problem çözme, modelleme ve Sokratik diyaloglar kurma”*



ile ilgili olduğunu ifade etmektedir. Bunların yanı sıra Lim (2001) sorgulamanın genelde problemler çözmek için sorular sorarak ve kararlar vererek dünyayı keşfetmeyi içeren bir öğrenme yaklaşımı olduğu, özelde ise öğrenme ve öğretme için ele alındığında iki düzeyden oluşan karmaşık bir kavram olduğunu ifade etmektedir. Bu düzeyler felsefi ve beceri düzeyleri olarak ele alınmaktadır. Felsefi düzeyde sorgulama, dünyayı nesnelcilik geleneklerinden farklı bir şekilde görmenin yapılandırmacı bir yoluyken, beceri düzeyinde sorgulama ise problem çözme becerisi olarak kabul edilmektedir.

Öte yandan sorgulama uzun yıllardır iyi bir fen öğretimi ve öğrenimini nitelendirmek için kullanılan bir kelimedir (Anderson, 2002; Wang ve Jou, 2016) ve dünya genelinde ülkeler, bilimsel sorgulama ve sorgulama öğretimini fen eğitimi için bir amaç ve yöntem olarak kabul etmektedirler (Wang ve Jou, 2016). ASTÖ ise temel ve sosyal bilimlerde uygulanması desteklenmekte olan öğrenci merkezli bir yaklaşımdır (National Research Council [NRC], 1996). ASTÖ'ye dayalı fen eğitimi sadece araştırmalar planlama, verileri yorumlama ve analiz etmek için araçlar kullanmayı içeren aktiviteleri içermez aynı zamanda sorular sorma, problemle ilişkili bilgi toplama, cevaplar önerme ve sonuçları paylaşmayı içeren aktiviteleri de kullanır (Szalay ve Toth, 2016). Nitekim ASTÖ yaklaşımı, sorgulamayı kullanarak bireylerin üst düzey düşünme becerilerinin gelişimini sağlamada ve öğrenmeyi öğrenmelerinde bir çatı görevi üstlenerek farklı öğretim yöntem ve modellerini içerisinde barındırır (Laipply'den aktaran Duban, 2014).

Literatürde, ASTÖ'nin düzey açısından farklı şekilde sınıflandırıldığı görülmektedir (Colburn, 2000). Laipply (2004) bu sınıflandırmalarda öğretmen ve öğrencinin irdelenecek problem durumunda, süreci planlamada ve gerçekleştirmedeki rolleri ile öğretilmek istenilen kavramların yapılandırılışının rol oynadığını belirtmektedir. Bu kriterler esas alındığında



ASTÖ Banchi ve Bell'e (2008) göre doğrulayıcı, yapılandırılmış, rehberli ve açık sorgulama olmak üzere dört düzeyde gerçekleşmektedir.

Doğrulayıcı sorgulama: Çeşitli prensiplerin sınanması/onanması amacıyla gerçekleştirilen, genellikle ASTÖ uygulanmasında bir giriş basamağı olarak kullanılan sorgulama düzeyidir (Trna, Trnova ve Sibor, 2012). Bu düzeyde problem durumunun öğretmen tarafından verilmekte, yöntemin ve ulaşılabilecek sonuçlara yönelik tartışmalar da yine öğretmen tarafından yapılandırılmaktadır (Bell, Smetana ve Binns, 2005).

Yapılandırılmış sorgulama: Doğrulayıcı sorgulamayla benzer olarak problem ve yöntem yine öğretmen tarafından belirlenmektedir, ancak öğrenciler topladıkları veriler üzerinden kendi çıkarımlarına ulaşarak problemin çözümüne yönelik kendi çözüm önerilerini ortaya koymaktadırlar (Banchi ve Bell, 2008).

Yönlendirmeli/Rehberli sorgulama: Öğrencilerin, verilen bir problem üzerine kendi araştırma süreçlerini tasarlayarak farklı çözümlere ulaştıkları sorgulama düzeyidir (Bell ve diğ., 2005; Colburn, 2000). Süreç içerisinde öğretmen araştırmak için problemi ve materyalleri sağlar (Colburn, 2000). Bu düzeyde destek veya rehberlik; öğretmen, diğer öğretim materyali, simülasyon veya yazılımlar gibi farklı kaynaklardan gelebilir (Lehtinen ve Viiri, 2017).

Açık sorgulama: Tamamıyla öğrenci merkezli gerçekleştirilen bu sorgulama düzeyinde, öğrenciler sahip oldukları bilgileri belirledikleri bir problem üzerine kendi belirledikleri metotları uygulamakta ve bunun sonucunda problemin çözümüne yönelik çıkarımlarını ortaya koymaktadırlar (Bell ve diğ., 2005).

Bu dört ASTÖ türünün ilk iki düzeyi olan doğrulayıcı sorgulama ve yapılandırılmış sorgulama, üst düzey basamaklar olan yönlendirmeli/rehberli sorgulama ve açık sorgulama



faaliyetleri gerçekleştirebilmek için öğrencilere hazırbulunuşluk kazandırmak adına önem arz etmektedir (Banchi ve Bell, 2008). Fakat Kaya ve Serkan (2016) yapmış oldukları literatür taramasına göre, yapılandırılmış araştırma aktivitelerinin bireylerin eleştirel ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmede yetersiz olabileceğini belirtmişlerdir. Çünkü tahmin etme, deney planlama, kendi gözlemlerine dayalı delil temelli sonuçlar çıkartma, akranlar ile tartışma ve tutarlı argümanlar oluşturma gibi sorgulama yönleri eksiktir (Bertsch, Kapelari ve Unterbruner, 2014). Nitekim açık sorgulamanın yapılandırılmış aktivitelere göre daha olumlu çıktıları olduğu da görülmektedir (Berg, Bergendahl, Lundberg ve Tibell, 2003).

İlgili Araştırmalar

ASTÖ yaklaşımı esas alınarak yapılan araştırmalar incelendiğinde; eğitim sisteminin farklı kademelerindeki bireylerin akademik başarılarına (Berg ve diğ., 2003; Bilgin ve Eyvazoğlu, 2010; Furtak ve diğ., 2012; Kaya ve Yılmaz, 2016; Minner, Levy ve Century, 2010; Yetişir, 2016), problem çözme becerilerine (Rust, 2011; Thacker, Kim, Trefz ve Lea, 1994) tutumlarına (Bilgin ve Eyvazoğlu, 2010), öz-yeterliklerine (Ketelhut, 2007), dışsal güdülenmelerine (Bayram, Özyalçın-Oskay, Erdem, Dinçol-Özgür ve Şen, 2013), bilimin doğasına yönelik anlayışları ve kabullerine (Lotter, Singer ve Godley, 2009), eleştirel düşüncelerine (Qing, Jing, Yazhuan, Ting ve Junping, 2010; Quitadamo, Faiola, Johnson ve Kurtz, 2008) olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Fakat her ne kadar ASTÖ'nün etkili ve öğrencilerin problem çözme becerilerini artıran bir yaklaşım olduğu belirtilse de derslerde yeterince kullanılmadığı (DiBiase ve McDonald, 2015) ve zaman yetersizliği yaşandığı (Şen, Yılmaz ve Erdoğan, 2016) ifade edilmektedir. Bununla birlikte uygulama süresince materyal eksikliği, sınıfların kalabalık oluşu (Cheung, 2007) öğrenci hazırbulunuşluğu, motivasyon düşüklüğü (Brown, Abell, Demir ve Schmidt, 2006) ve öğretmenlerin alan ve pedagojik bilgi



yetersizliği gibi güçlüklerle karşılaştığı belirtilmektedir (Bayram, 2015; Yoon, Joung ve Kim, 2012; Zion, Schanin ve Shmueli, 2013). Bu durumların sebebi olarak da eğitimcilerin görmüş oldukları eğitimlerin, otantik bilim araştırmaları yapmalarına izin verecek deneyimler yaşatmaması, bilimin nasıl yürütüldüğü anlayışını geliştirme fırsatı sağlamaması olarak görülmektedir (Smith ve Anderson'dan aktaran Zion ve diğ., 2013).

Bireylere bu tür fırsatlar sağlanması hususunda gerek gerçekleştirilen sınıf içi uygulamalarda gerekse fen eğitiminin temel unsurlarından olan laboratuvar uygulamalarında çağdaş yaklaşımlardan biri olan ASTÖ'nin etkili olabileceği düşünülmektedir (Madhuri, Kantamreddi ve Prakash Goteti, 2012). Bu bakımdan geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının ASTÖ yaklaşımını etkili bir şekilde kullanabilecekleri yeterliğe erişmeleri, araştırmacılar tarafından önemli görülmektedir (Ireland, Watters, Lunn Brownlee ve Lupton, 2014; Ozgelen, Yılmaz-Tuzun ve Hanuscin, 2013; Shamsudin, Abdullah ve Yaamat, 2013).

Öte yandan ASTÖ yaklaşımı çerçevesinde gerçekleştirilen laboratuvar eğitimleri de anlamlı öğrenmenin sağlanması hususunda önemli bir yere sahiptir. Çünkü fen öğretiminin içerisinde yer alan pek çok kavramın, özellikle kimya kavramlarının soyut doğası nedeniyle (Sirhan, 2007) öğrenilmesi ve öğretilmesi zordur (Treagust, Duit ve Nieswandt, 2000; Tsaparlis, 1997). Bu zorlukların ardındaki neden, öğrencilerin kimya kavramlarını makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutta ilişkilendirmekte güçlük çekmesidir (Wu, 2003). Bu boyutların ne olduğu üzerinde durulacak olursa makroskobik boyut gözle görülebilen durumları, sembolik boyut tepkime denklemleri, reaksiyon mekanizmaları gibi sembollerle ifade edilen durumları ve son olarak mikroskobik boyut ise maddenin tanecikli yapısı ile ilgili durumları kapsamaktadır (Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2003). Bu üç boyutu bir örnek üzerinden ele almak gerekirse sodyum klorür katısının su içerisine atılarak



sürecin gözlemlenmesi makroskobik boyuta örnektir. Bu olayın $\text{NaCl}_{(k)} \rightarrow \text{Na}^+_{(\text{suda})} + \text{Cl}^-_{(\text{suda})}$ şeklinde ifade edilmesi sembolik boyuttaki gösterime örnektir. Son olarak, Na^+ ve Cl^- iyonlarının su molekülleri tarafından çevrelenmesi ve elektrostatik etkileşimlerinin tanecik düzeyinde gösterimi ise mikroskobik boyuta örnektir.

Etkili bir kimya öğretimi bu üç boyutun uygun bir şekilde ilişkilendirilmesine bağlıdır. Maalesef, öğretmenlerin çoğu zaman yalnızca makroskobik ve sembolik seviyeye odaklanmaları da öğrencilerin kavramları tam olarak anlamalarına bir engel oluşturabilmektedir (Johnstone, 1991). Öğrencilerin kimya kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmeleri bu üç boyutun entegre olduğu bir yaklaşım ile mümkündür (Hinton ve Nakhleh, 1999; Tuysuz ve diğ., 2011). Bu bakımdan ASTÖ yaklaşımına yönelik bir eğitim verilirken makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutun da bir arada ele alınması, kimya kavramlarının öğrenilmesi için önem taşımaktadır. Bu sebepten dolayı ASTÖ yaklaşımı anlayışını geliştirmek için eğitimciler üzerinde daha fazla araştırmaya (Kızılaslan, Sozbilir ve Yasar, 2012), gelecekte okullarda merkez bir rolde olacak olan öğretmen adayları arasında pratik uygulamalara (Hakkinen ve diğ., 2017) ve kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutunu bu yaklaşıma entegre eden çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen bu gerekçeler doğrultusunda bu araştırma da ASTÖ yaklaşımının analitik kimya laboratuvarında öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adaylarının analitik kimya başarılarının ve kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi düzeylerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır.

Araştırma Soruları

a) Araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı ve geleneksel laboratuvar yaklaşımıyla analitik kimya laboratuvarı eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adaylarının;



kimyanın fiziksel-kimyasal değişimler, reaksiyon türleri ve ayırma yöntemleri konularındaki akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

b) Araştırma-sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı ve geleneksel laboratuvar yaklaşımıyla analitik kimya laboratuvarı eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adaylarının; kimyanın fiziksel-kimyasal değişimler, reaksiyon türleri ve ayırma yöntemleri konularındaki makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde araştırma deseni, örneklem, veri toplama araçları, uygulama süreci ve verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

Araştırma Deseni

Bu çalışmada Tablo 1’de gösterilen ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desenin tercih edilme sebebi grupların tesadüfi olarak belirlenmemiş olmasına rağmen değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin araştırılmak istenmesidir (Fraenkel ve Wallen, 2003).

Tablo 1
Araştırma Deseni

Gruplar	Ön-test	Öğretim yöntemi	Son-test
Deney grubu	Kimya Başarı Testi (KBT)	ASTÖ	KBT
Kontrol grubu	Kimya Başarı Testi	Geleneksel laboratuvar	KBT

Örneklem

Bu çalışmada uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminin kullanılma sebebi çalışma grubun seçiminde maliyet, süre, uygulanabilirlik ve kolay



ulaşılabilirlik kriterlerinin göz önünde bulundurulmuş olmasıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

Araştırmanın örneklemini bir devlet üniversitesinde fen bilgisi öğretmenliği lisans programına kayıtlı, 2016-2017 öğretim yılı güz döneminde Genel Kimya III (Analitik Kimya) dersine katılan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Öğretmen adayları bu ders öncesinde Genel Kimya I-II ve Genel Kimya Laboratuvarları I-II derslerini almışlardır. Öğretmen adayları deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Deney grubu 29 (24 kadın, 5 erkek), kontrol grubu ise 27 (20 kadın, 7 erkek) bireyden oluşmaktadır. Katılımcıların ortalama yaş aralığı 20-22'dir.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının fiziksel-kimyasal değişimler, reaksiyon türleri ve ayırma yöntemleri konularıyla ilgili temel kimya bilgi düzeylerini ve ilgili kimya konularındaki makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi düzeylerini ölçmek için beş seçenekli 26 maddeden oluşan Kimya Başarı Testi (KBT) kullanılmıştır. KBT, Tuysuz (2015) tarafından geliştirilmiş olup güvenilirlik katsayısı 0.89 olarak belirlenmiştir. KBT, çalışmanın başında ve sonunda deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Testin içeriğiyle ilgili örnek sorular Ek 1'de verilmiştir. Bu sorular test içeriğinde yer alan fiziksel-kimyasal değişimler konusundaki makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyut sorularını temsil etmektedir.

Uygulama Süreci

Bu araştırma 2016-2017 güz döneminde sekiz hafta boyunca Tablo 2'de gösterildiği gibi yürütülmüştür. Deney grubuna ASTÖ'ye dayalı bilim eğitiminin üç farklı türü ele alınarak eğitim verilmiştir. Bunun yanı sıra kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik

boyutlarının ne ifade ettikleri süreç içerisinde açık bir şekilde belirtilmiştir. Tablo 2’de ifade edilen “a” harfi yapılandırılmış ASTÖ süreci, “b” rehberli ASTÖ, “c” açık ASTÖ süreci ve “d” geleneksel laboratuvar sürecini ifade etmektedir.

Tablo 2
Uygulama Süreci

Gruplar	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	6. Hafta	7. Hafta	8. Hafta
Deney	KBT (Ön-test)	a + b durumu senaryosunun katılımcılara verilmesi	b	b	b	c	c	KBT (Son-test)
Kontrol	KBT (Ön-test)	d	d	d	d	d	d	KBT (Son-test)

a: Yapılandırılmış ASTÖ süreci, b: Rehberli ASTÖ süreci, c: Açık ASTÖ süreci, d: Geleneksel laboratuvar süreci

a) Yapılandırılmış ASTÖ süreci: Problem durumunun ve deneyin amacının açıkça belirtilip, deney prosedürünün verildiği ve gerekli malzemelerin tedarik edilerek gerçekleştirilen sorgulama süreci;

2. hafta deney grubunu oluşturan bireylerle elektrokimya konularından birisi olan yükseltgenme indirgenme yarı reaksiyonlarının gerçekleştiği galvanik hücreler ele alınmıştır. Dersin başlangıcında öğretmen adaylarından redoks yarı reaksiyonlarını kullanarak elektrik enerjisi elde etmeleri ve bunu günlük yaşamdaki bir problemi çözmek için kullanmaları istenmiştir. Devamında bu problemi çözmek için galvanik hücre oluşturmaları ve bunu nasıl yapmaları gerektiği açıkça belirtilmiştir. Süreç içerisinde araştırmacılar tarafından farklı derişimlerde $Zn(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$, $Al(NO_3)_3$, $Pb(NO_3)_2$ çözeltileri, indirgenme yarı pil



potansiyel değerleri ve ilgili elektrotlar verilmiştir. Bunun yanı sıra gruplar deneylerini gerçekleştirirken hangi malzemedenden ne kadar kullanması gerektiği konusunda serbest bırakılmıştır. Öğretim elemanları ise deney sırasında grupları gezerek sürecin sağlıklı bir şekilde ilerlemesini sağlamıştır. Gerekli deney sürecini gerçekleştirdikten sonra tüm gruplardan, tasarladıkları deneyleri ve ulaştıkları sonuçları önceden belirledikleri bir günlük yaşam probleminin çözümünde ele alarak raporlaştırmaları istenmiştir. Raporlarında problemlerine getirdikleri çözümleri kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarına vurgu yaparak yazmaları gerektiği belirtilmiştir.

b) Rehberli ASTÖ süreci: Verilen günlük yaşam problem durumuna bağlı olarak gerçekleştirilen sorgulama süreci;

Bu uygulama sürecinde 2. hafta sonunda deney grubuna, üzerinde düşünmeleri ve gerekli araştırmaları yapmaları için aşağıdaki günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri tasarlanmış bir durum verilmiştir.

2011 yılında Van ilinde meydana gelen 7.2 şiddetindeki deprem nedeniyle Van ilinde büyük bir yıkım gerçekleşmiştir. Bu yıkımın ardından kısa bir süre sonra yaralanmaların yanı sıra pek çok kişi karın ağrısı, sindirim rahatsızlıkları ve baş ağrısı şikâyetleriyle hastanelere başvuru yapmıştır. İl genelinde benzer bir durumun ortaya çıktığını gözlemleyen yetkililer deprem nedeniyle içme sularına çeşitli maddelerin karışmış olabileceğini tahmin etmektedirler. Yapılan araştırmalar sonucunda tüm şüpheler kentte bulunan fabrika üzerine yoğunlaşmıştır. Bu fabrikada gümüş, kurşun ve civa gibi pek çok metalin işlenerek üretildiği bölümün ağır hasar gördüğünü ve buradan içme sularına sızıntıların olduğunu tespit etmişlerdir. Hastanelere başvuran kişilerin tedavisi için öncelikli olarak suya karışmış olan



metallerin tespit edilmesi gerekmektedir. Bundan dolayı yetkililer almış oldukları numuneleri üniversite laboratuvarına göndererek içeriğinin belirlenmesini istemişlerdir.

Laboratuvar sorumlusu olarak size gelen bu numunelerin içerisinde hangi metallerin olduğunu nasıl tespit edersiniz?

Not: Size gelen numuneleri incelemeden önce yapmış olduğunuz araştırmalar neticesinde içme suyuna kurşun, gümüş ve cıva karışmış olabileceğini tahmin etmektesiniz.

Bu süreçte deney grubu içerisindeki katılımcılara 4-6 kişilik gruplar halinde kendilerine verilen yukarıdaki günlük yaşam problem durumuna çözüm üretmeleri için internet ve diğer kaynaklardan araştırma yapmaları amacıyla bir haftalık süre verilmiştir. Gruplar yaptıkları araştırmalar sonucu, sahip oldukları ön bilgilerini de kullanarak ders içerisinde kendilerine verilen problem durumunu çözmek için grup içi ve gruplar arası tartışmalar gerçekleştirmişlerdir. Öğretim elemanlarının rehber olarak yer aldığı bu süreç içerisinde gruplar uzlaşya vardıktan sonra belirledikleri analiz yöntemini kullanarak deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Deney öncesinde yukarıda verilen senaryoya bağlı kalarak gruplara, içeriğini bilmedikleri 1) kurşun + çinko, 2) kurşun + gümüş + çinko, 3) kurşun + cıva + çinko ve 4) kurşun + gümüş + cıva + çinko (I. ve II. grup katyonları içeren) numuneler rastgele dağıtılmış ve belirledikleri yönteme göre analiz etmeleri beklenmiştir. Öğrenciler deneyleri gerçekleştirirken, meydana gelen fiziksel-kimyasal değişimler, reaksiyon çeşitleri ve ayırma yöntemleri üzerinde makroskobik boyutta gözlem yaparak gözlem sonuçlarını mikroskobik ve sembolik boyutta açıklamaya çalışmışlardır.

c) Açık ASTÖ süreci: Bireylerin kendilerinin bir günlük yaşam problemi belirleyip, bu problemi çözmek için deneyler tasarlayarak cevap aradıkları sorgulama sürecidir.



Bu süreçte öğretmen adayları bir hafta öncesinden bilgilendirilerek gruplar halinde bir günlük yaşam problem durumu belirlemeleri ve belirledikleri bu problem durumuna kimyasal tepkime türlerini kullanarak çözüm aramaları istenmiştir. Daha sonra ders içerisinde grupların belirledikleri problem durumları ve getirdikleri çözüm önerileri sınıf içi tartışmalarla ele alınmıştır. Tartışmalar neticesinde gruplar aldıkları dönütlere göre problem durumlarını ve çözüm önerilerini netleştirerek deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar ise süreç içerisinde problem çözümüne yönelik öğrencilere rehberlik etmişlerdir. Bununla birlikte grupların deney süresince ihtiyaç duydukları kimyasalları ve materyalleri tedarik etmişlerdir. Deneylerini gerçekleştiren gruplardan kendi belirledikleri problemlere getirdikleri çözümleri kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarına vurgu yaparak raporlaştırmaları istenmiştir.

d) Araştırmacılar tarafından her bir dersin amacının, teorik bilgisinin, deney prosedürlerinin ve deneylerde gerçekleşen kimyasal olayların reaksiyonlarının açıkça belirtilerek gerçekleştirilen geleneksel laboratuvar uygulamalarını ifade etmektedir.

Bu süreçte araştırmacılar dersin başında oluşturulan öğrenci gruplarına o hafta gerçekleştirecekleri deney hakkında bilgi vermişlerdir. Daha sonra öğrencilere deney föyleri verilerek deneyi gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Gruplar deneylerini tamamladıktan sonra buldukları sonuçları sınıfla paylaşmışlardır. Araştırmacılar ise deney sonuçlarını ele alarak konuyla ilgili teorik bilgileri açıklamıştır. Bu süreçte bir hafta yükseltgenme indirgenme yarı reaksiyonlarının gerçekleştiği galvanik hücreler, üç hafta I. grup katyon analizi ve iki hafta da kimyasal tepkime türleri işlenmiştir.



Verilerin Analizi

Deney ve kontrol grubunun ön ve son-test ortalama puanları üzerinde yapılan analizlerde, varsayımları sağlanmış olan ilişkisiz örneklem t-testi ve ilişkili örneklem t-testi kullanılmıştır. Bunların yanı sıra deney ve kontrol grubunun ön-test, son-test yanıtları fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal reaksiyon türleri ve ayırma yöntemleri başlıkları altında makroskobik, mikroskobik ve sembolik düzeylerde olmak üzere betimsel istatistikleri çıkartılarak meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Bulgular

Çalışmanın bulguları dört alt başlıkta toplanmıştır. Birinci kısımda deney (DG) ve kontrol (KG) grubunun ön-test ve son-teste göre analitik kimya başarı durumu, ikinci kısımda DG ve KG ön-test son-test makro düzey başarı durumu, üçüncü kısımda DG ve KG ön-test son-test mikro düzey başarı durumu son olarak DG ve KG ön-test son-test sembolik düzey başarı durumları analiz edilmiştir.

Deney ve Kontrol Grubunun Ön-Test ve Son-Teste Göre Analitik Kimya Başarı Durumu

Deney ve kontrol grubunun ön-test ve son-teste göre fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal reaksiyon türleri ve ayırma yöntemleri konularındaki başarı durumları analiz edildiğinde ön-test sonuçlarına göre KG'nin ortalaması 16.08 ($ss= 3.43$) iken DG'nin ortalaması 15.61 ($ss=2.36$) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t-testi analizi yapılmıştır. Bağımsız gruplar t test sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3

Deney ve Kontrol Grubunun Ön-Test ve Son-Teste Göre Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Öntest	Kontrol	23	16.08	3.43	46	.558	.580
	Deney	25	15.61	2.36			
Sontest	Kontrol	23	14,78	2,84	46	2,325	,025
	Deney	25	16,44	2,06			

Tablodaki ön-test verilerine göre KG ve DG arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t(46) = .558, p = .580$). Bu sonuçla iki grubun ön bilgileri açısından birbirine eşit olduğu söylenebilir. İki grubun son-test ortalamaları analiz edildiğinde KG'nin ortalaması 14.78 ($ss=2.84$) iken DG 'nin ortalaması 16.44 ($ss= 2.06$) şeklinde bulunmuştur. Grupların son-test ortalamaları ön-test ortalamalarıyla karşılaştırıldığında KG'nin ortalamasının 1.3 puan azaldığı, DG'nin ortalamasının ise .83 puan arttığı görülmüştür. İki grubun son-test ortalamaları arasındaki fark ise 1.66 puandır. Bu farklılığının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için yapılan t-test sonucuna göre ASTÖ'ye dayalı laboratuvar eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adayları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur (Tablo 3: $t(46) = 2.325, p = .025$). Ayrıca hesaplanan etki büyüklüğü .668 olarak bulunmuş ve orta etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmüştür. Bu durumda çalışmanın istatistiksel olarak anlamlılığının yanı sıra pratiksel olarak da anlamlı olduğu söylenebilir (Cohen, 1988).

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Son-Test Makroskobik Boyut Başarı Durumu

Grupların kendi arasında fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal tepkime türleri ve ayırma yöntemleri konuları için makroskobik boyutta sorulan sorulara verdikleri cevapların ortalaması Tablo 4 ve Tablo 5'te gösterilmiştir. DG sırasıyla ön-test ve son-test ortalaması 8.64 ($ss=1.63$) ve 9.20 ($ss=1.55$) ve ortalama farkı .56 iken KG ortalaması sırasıyla ön-test ve son-test ortalaması 7.87 ($ss=1.96$) ve 7.91 ($ss=1.56$) ve ortalama farkı .04 olarak bulunmuştur.



Tablo 4

Grupların Kendi Arasındaki Ön-Test Son-Test Makroskobik Boyut Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Kontrol	Ön-test	23	7.87	1.96	22	-.100	.921
	Son-test	23	7.91	1.56			
Deney	Ön-test	25	8.64	1.63	24	-2.165	.041
	Son-test	25	9.20	1.55			

Tablo 4'teki verilere göre grupların kendi aralarındaki ön-test ve son-test ortalamalarının istatistiksel olarak analizinde KG'de anlamlı bir fark yokken ($t(22) = -.100$, $p = .921$) DG'de bulunan katılımcıların makroskobik boyuttaki sorulara verdikleri cevapların ortalamasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur ($t(24) = -2.165$, $p = .041$).

Tablo 5

Gruplar Arası Ön-Test Son-Test Makroskobik Boyut Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ön-test	Kontrol	23	7.87	1.96	46	1.485	.144
	Deney	25	8.64	1.63			
Son-test	Kontrol	23	7.91	1.56	46	2.857	.006
	Deney	25	9.20	1.55			

Tablo 5'te gösterildiği gibi gruplar arası ön-test ortalamalarının arasında yapılan bağımsız gruplar t-test verilerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($t(46) = 1.485$, $p = .144$), DG ve KG'nin son-test ortalamaları arasında istatistiksel olarak DG'nin lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t(46) = 2.857$, $p = .006$).

Deney ve kontrol grubuna ön-test ve son-teste makroskobik boyutta sorulan fiziksel-kimyasal değişim (FKD) konusuyla ilgili üç tane, kimyasal tepkime türleriyle (KTT) ilişkin beş tane ve son olarak ayırma yöntemleriyle (AY) alakalı dört tane çoktan seçmeli soru yönlendirilmiştir. Tablo 6'da gösterildiği gibi KG'deki katılımcıların makroskobik boyuttaki KTT sorularını genellikle doğru yanıtlama yüzdeleri artarken FKD ve AY sorularında ise katılımcıların doğru yanıtlama yüzdeleri azalmıştır. DG'deki fen bilimleri öğretmen adayları

ise KTT ve AY sorularında doğru yanıtlama yüzdeleri artarken FKD soruları ortalamalarında değişim gözlenmemiştir. Her iki grubun son-testteki makroskobik boyuttaki soruları doğru yanıtlama yüzdeleri kıyaslandığında DG grubundaki katılımcıların KG'dekilere göre daha başarılı oldukları söylenebilir.

Tablo 6

Deney ve Kontrol Grubu Ön-test Son-test Soru Bazında Makroskobik Boyut Başarı Durumu

Makroskobik Kontrol G.	Ön-Test				Son-Test			
	Yanlış		Doğru		Yanlış		Doğru	
Maddeler	N	%	N	%	N	%	N	%
FKD-1	1	4,3	22	95,7	0	0	23	100
FKD-2	5	21,7	18	78,3	11	47,8	12	52,2
FKD-7	12	52,2	11	47,8	14	60,9	9	39,1
KTT-9	8	34,8	15	65,2	7	30,4	16	69,6
KTT-10	15	65,2	8	34,8	15	65,2	8	34,8
KTT-13	12	52,2	11	47,8	10	43,5	13	56,5
KTT-14	14	60,9	9	39,1	11	47,8	12	52,2
KTT-20	11	47,8	12	52,2	7	30,4	16	69,6
AY-21	9	39,1	14	60,9	12	52,2	11	47,8
AY-22	1	4,3	22	95,7	0	0	23	100
AY-23	2	8,7	21	91,3	1	4,3	22	95,7
AY-24	5	21,7	18	78,3	6	26,1	17	73,9
Deney G.								
FKD-1	0	0	25	100	0	0	25	100
FKD-2	3	12	22	88	7	28	18	72
FKD-7	12	48	13	52	8	32	17	68
KTT-9	8	32	17	68	8	32	17	68
KTT-10	18	72	7	28	10	40	15	60
KTT-13	9	36	16	64	9	36	16	64
KTT-14	9	36	16	64	9	36	16	64
KTT-20	11	44	14	56	7	28	18	72
AY-21	7	28	18	72	7	28	18	72
AY-22	1	4	24	96	0	0	25	100
AY-23	3	12	22	88	1	4	24	96
AY-24	3	12	22	88	4	16	21	84

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test ve Son-Test Mikroskobik Boyutta Başarı Durumu

DG ve KG'nin gruplar arası ve grup içi fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal tepkime türleri ve ayırma yöntemleri konuları için mikroskobik boyutta sorulan sorulara verdikleri



cevapların ortalaması Tablo 7 ve Tablo 8’de gösterilmiştir. Sırasıyla DG ön-test ve son-test ortalaması 3.56 ($ss=1.56$) ve 3.92 ($ss=1.41$) ve ortalama farkı .36 iken KG ortalaması sırasıyla 4.09 ($ss=1.12$) ve 3.91 ($ss=1.56$) ve ortalama farkı -.18 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7

Grupların Kendi Arasındaki Ön-Test Son-Test Mikroskobik Boyutta Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Kontrol	Ön-test	23	4.09	1.12	22	.594	.558
	Son-test	23	3.91	1.24			
Deney	Ön-test	25	3.56	1.56	24	1.141	.265
	Son-test	25	3.92	1.41			

Tablo 7’de gösterildiği gibi her iki grubun kendi içerisindeki ön-test ve son-testteki mikroskobik boyutta verdikleri cevapların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. (DG için $t(24) = -1.141$, $p = .265$, KG için $t(22) = .594$, $p = .558$).

Tablo 8

Gruplar Arası Ön-test Son-test Mikroskobik Boyutta Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ön-test	Kontrol	23	4.09	1.12	46	-1.597	.117
	Deney	25	3.56	1.16			
Son-test	Kontrol	23	3.91	1.24	46	.018	.986
	Deney	25	3.92	1.41			

Tablo 8’deki verilen sonuçlara göre gruplar arası ön-test ($t(46) = -1.597$, $p = .117$) ve son-test ($t(46) = .018$, $p = .986$) ortalamalarının arasında yapılan bağımsız gruplar t-test verilerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Grupların ön-test ve son-teste mikroskobik boyutta sorulan fiziksel-kimyasal değişimlerle ilgili üç adet ve kimyasal tepkime türleriyle ilişkin dört adet çoktan-seçmeli soru sorulmuştur. Tablo 9’da görüldüğü gibi KG’deki fen bilgisi öğretmen adaylarının özellikle mikroskobik boyuttaki KTT sorularındaki doğru yanıtlama yüzdelerinin düştüğü FKD sorularında ise katılımcıların doğru yanıtlama yüzdelerinin arttığı belirlenmiştir.

Tablo 9

Deney ve Kontrol Grubu Ön-test Son-test Soru Bazında Mikroskopik Boyut Başarı Durumu

Mikroskopik	Ön-Test				Son-Test			
	Yanlış		Doğru		Yanlış		Doğru	
Kontrol G.	N	%	N	%	N	%	N	%
Maddeler								
FKD-4	2	8,7	21	91,3	4	17,4	19	82,6
FKD-5	22	95,7	1	4,3	21	91,3	2	8,7
FKD-25	8	34,8	15	65,2	6	26,1	17	73,9
KKT-11	14	60,9	9	39,1	17	73,9	6	26,1
KKT-12	9	39,1	14	60,9	9	39,1	14	60,9
KKT-16	2	8,7	21	91,3	4	17,4	19	82,6
KKT-18	10	43,5	13	56,5	10	43,5	13	56,5
Deney G.								
FKD-4	2	8	23	92	4	16	21	84
FKD-5	21	84	4	16	20	80	5	20
FKD-25	12	48	12	52	10	40	15	60
KKT-11	21	84	4	16	16	64	9	36
KKT-12	11	44	14	56	9	36	16	64
KKT-16	10	40	15	60	3	12	22	88
KKT-18	9	36	16	64	15	60	10	40

DG'deki katılımcılarda ise FKD ve KTT sorularında doğru yanıtlama yüzdelerinde artış olduğu bulunmuştur. Her iki grubun son-testteki mikroskopik boyuttaki soruları doğru yanıtlama yüzdeleri kıyaslandığında DG grubundaki katılımcıların KG'dekilere göre daha başarılı olmalarına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Son-Test Sembolik Boyutta Başarı Durumu

DG ve KG kendi arasında ve fiziksel-kimyasal değişimler, kimyasal tepkime türleri ve ayırma yöntemleri konuları için sembolik boyutta sorulan sorulara verdikleri cevapların ortalaması Tablo 10 ve Tablo 11'de gösterilmiştir. DG sırasıyla ön-test ve son-test ortalaması 3.88 ($ss=1.17$) ve 3.32 ($ss=1.34$) ve ortalama farkı -.56 iken KG ortalaması sırasıyla ön-test ve son-test ortalaması 3.65 ($ss=1.12$) ve 2.96 ($ss=.88$) ve ortalama farkı -.69 olarak hesaplanmıştır.



Tablo 10

Grupların Kendi Arasındaki Ön-Test Son-Test Sembolik Boyutta Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Kontrol	Ön-test	23	3.65	1.66	22	1.194	.039
	Son-test	23	2.96	.88			
Deney	Ön-test	25	3.88	1.17	24	1.713	.100
	Son-test	25	3.32	1.34			

Tablo 10’da gösterildiği gibi KG’nin kendi içerisindeki ön-test ve son-testteki sembolik boyutta verdikleri cevapların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t(22)= 1.194, p=.039$). Bu sonuç geleneksel yöntemle işlenen analitik kimya laboratuvarı öğrencilerin sembolik boyuttaki başarılarını negatif yönde etkilediği söylenebilir. DG ise ön-test ve son-testteki sembolik boyutta verdikleri cevapların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t(24)= 1.713, p=.100$).

Tablo 11

Gruplar Arası Ön-Test Son-Test Sembolik Boyutta Başarı Durumu

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ön-test	Kontrol	23	3.65	1.67	46	.552	.584
	Deney	25	3.88	1.17			
Son-test	Kontrol	23	2.96	.88	46	1.098	.278
	Deney	25	3.32	1.34			

Tablo 11’deki verilere göre gruplar arası ön-test $t(46)= .552, p=.584$ ve son-test ($t(46)= 1.098, p=.278$) ortalamalarının arasında yapılan bağımsız gruplar t-test verilerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

KG ve DG’nin ön-test ve son-teste sembolik boyutta sorulan fiziksel-kimyasal değişim konusuyla ilgili üç adet ve kimyasal tepkime türleriyle ilişkin dört adet çoktan-seçmeli soru Tablo 12’de gösterilmiştir. Her iki grubun ön-teste göre son-testteki sembolik boyuttaki soruları doğru yanıtlama yüzdelerinin düştüğü fakat KG grubundaki fen bilimleri öğretmen adaylarının doğru yanıt yüzdelerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 12

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Son-Test Soru Bazında Sembolik Boyut Başarı Durumu

Sembolik	Ön-Test				Son-Test			
	Yanlış		Doğru		Yanlış		Doğru	
Kontrol G.	N	%	N	%	N	%	N	%
Maddeler								
FKD-3	7	30,4	16	69,6	3	13	20	87
FKD-6	5	21,7	18	78,3	7	30,4	16	69,6
FKD-26	16	69,6	7	30,4	19	82,6	4	17,4
KKT-8	7	30,4	16	69,6	21	91,3	2	8,7
KKT-15	12	52,2	11	47,8	19	82,6	4	17,4
KKT-17	15	65,2	8	34,8	14	60,9	9	39,1
KKT-19	15	65,2	8	34,8	10	43,5	13	56,5
Deney G.								
FKD-3	3	12	22	88	3	12	22	88
FKD-6	7	28	18	72	6	24	19	76
FKD-26	17	68	8	32	18	72	7	28
KKT-8	5	20	20	80	23	92	2	8
KKT-15	16	64	9	36	14	56	11	44
KKT-17	18	72	7	28	13	52	12	48
KKT-19	12	48	13	52	15	60	10	40

Tartışma

Bu bulgular ışığında ASTÖ'ye dayalı analitik kimya laboratuvar eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adaylarının kimyanın fiziksel-kimyasal değişim, kimyasal tepkime türleri ve son olarak ayırma yöntemleri konularını öğrenmedeki başarıları geleneksel laboratuvar eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adaylarına göre daha pozitif olduğu söylenebilir. Bu bulguya neden olarak: a) deney grubundaki katılımcıların geleneksel yöntemde olduğu gibi kendilerine verilen deney föylerini aşama aşama takip ederek sonuca ulaşmak yerine tıpkı bilim insanlarının yaptığı gibi günlük yaşama ilişkin karşılaştıkları problem ya da durumları çözmeleri, b) laboratuvar dışı araştırma-sorgulama yaparak edindikleri bilgileri grup-içi ve gruplar arası tartışmalar neticesinde uzlaşmaya vardıldıktan sonra verilen problemi çözmek için deneyler tasarlamaları ve c) tasarladıkları bu deneyleri gerçekleştirirken gerekli araç-gereçleri, kimyasalları belirleyerek verileri toplamaları, analiz etmeleri ve elde ettikleri bulguları



yorumlayarak probleme ilişkin çözüm önerileri getirmeleri gösterilebilir. Böylelikle katılımcıların tümü sürece aktif olarak katılmışlardır. Alan yazında yapılan çalışmalarda bu bulguyu destekleyen nitelikte öğrencileri öğrenme sürecine aktif olarak katan, etkin düşünmeyi uygulayarak ve verilerden sonuç çıkarmayı hedefleyen öğretim stratejilerinin akademik başarıyı arttırdığı savunmaktadır (Berg ve diğ., 2003; Bilgin ve Eyvazoğlu, 2010; Parappilly, Siddiqui, Zadnik, Shapter ve Schmidt, 2013). Karşıt olarak kontrol grubundaki geleneksel analitik kimya laboratuvarı eğitimi alan fen bilimleri öğretmen adayları deneylere ilişkin kavramlara yönelik derinlemesine yani neden-sonuç ilişkisi içerisinde düşünmeden sadece kendilerine verilen föyler eşliğinde gözlemler yaptıklarından dolayı deney grubundaki katılımcılara kıyasla daha düşük bir ortalamaya sahip olmuş olabilirler. Bu duruma destekleyici olarak yapılandırılmış aktivitelerin tahmin etme, deney planlama, sonuç çıkartma, akranlar ile tartışma ve tutarlı argümanlar oluşturma gibi sorgulama fırsatları sağlamamaları gösterilebilir (Bertsch, Kapelari ve Unterbruner, 2014).

Çalışmanın diğer bir sonucu ise ASTÖ yaklaşımına dayalı eğitim alan fen bilimleri öğretmen adaylarının geleneksel yöntemde eğitim alanlara göre kimyanın fiziksel-kimyasal değişim, kimyasal tepkime türleri ve ayırma yöntemleri konularında makroskobik boyutta daha başarılı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte mikroskobik ve sembolik boyuttaki bilgi seviyeleri arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır fakat akademik başarı testindeki maddelere doğru yanıt verme yüzdeleri daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre ASTÖ'ye dayalı laboratuvar öğretimin kimya kavramlarını belirtilen üç boyutta öğrenmede geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğu söylenebilir. ASTÖ'ye dayalı laboratuvar öğretimi deney grubundaki katılımcıların mikroskobik ve sembolik boyuttaki öğrenmelerindeki başarılarına etkisinin makroskobik boyuttaki gibi olmamasının nedeni a)



çalışmanın süre sınırlılığı, b) katılımcılar ilk kez kimya kavramlarını mikroskobik ve sembolik boyutta bu denli derinlemesine irdelemelerinden kaynaklı (reaksiyon mekanizmaları, maddelerin kimyasal yapısal özellikleri, uzaydaki diziliş ve geometrileri, taneciklerin birbirleriyle olan etkileşimleri, vb.) olabilir. Aslında katılımcılar bahsedilen kimya kavramları hakkında daha önceden belli düzeyde bilgilerinin var olmasına rağmen makroskobik boyutta gözlemledikleri olayları sembolik ve mikroskobik boyutta ilişkilendirmekte zorluk çektikleri görülmektedir. Analitik kimya laboratuvar eğitiminde ASTÖ ile kimya kavramlarının bu üç boyuttaki öğretimi süreklilik kazanması durumunda fen bilimleri öğretmen adaylarının kimyanın mikroskobik ve sembolik boyuttaki öğrenmelerinin gelişeceği düşünülmektedir. Alan yazındaki çalışmalarda, öğretmen adaylarının kimya kavramlarını açıklarken makroskobik ve sembolik boyutta açıklama yapabilmelerine rağmen onların mikroskobik boyuttaki açıklamalarında yetersiz oldukları belirlenmiştir (Bektaş, Tüysüz, Ekiz ve Uzuntiryaki, 2010; Lee, 1999; Pozo, 2001; Tuysuz ve diğ., 2011). Sonuç olarak, etkili bir kimya öğretiminin makroskobik, sembolik ve mikroskobik seviyeyi doğru bir şekilde kullanabilmekle ilişkili olduğu vurgusu yapılmaktadır (Treagust, Chittleborough ve Mamila, 2003; Wu, 2003). ASTÖ ile gerçekleştirilecek kimya öğretiminin, geleceğin öğretmenleri olacak olan fen bilimleri öğretmen adaylarının kimyanın bu üç boyutunu ve aralarındaki ilişkileri doğru ve etkin bir şekilde kavrayabilmelerine ve gelecekte kendi öğrencilerine de kimyayı anlamlı bir şekilde öğretebilmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler

Fen bilimleri öğretmenlerinin ASTÖ'yi okullarda uygulayıp uygulamadıklarını ortaya koyan nitel ve nicel çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Yine fen bilimleri öğretmen adaylarının fen kavramlarının anlamlı bir şekilde öğrenmesinde önemli bir yere sahip olan



makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyuttaki alan bilgilerinin araştırılması alana katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının ASTÖ'ye dayalı analitik kimya laboratuvarının kimya başarılarına olan etkisi araştırılmıştır. Fizik ve biyoloji gibi farklı disiplinlerin kavramlarını öğrenmede ASTÖ yaklaşımının etkisi nitel ve nicel olarak incelenebilir. Fen bilimleri öğretmenlerine örnek olacak ASTÖ'ye dayalı laboratuvar etkinlikleri içerecek hizmet içi eğitimler ya da kaynaklar oluşturulması önemlidir. Fen bilimleri öğretmen adaylarına üniversitelerde ASTÖ etkinliklerini uygulayabilecekleri daha çok fırsatlar yaratılmalıdır.

Makalenin Bilimdeki Konumu (Yeri)

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı.

Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü

İlgili literatürde, analitik kimya laboratuvarı dersinde fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik olarak araştırma sorgulama temelli öğrenme yaklaşımının temel alındığı pratik uygulamalara rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, ASTÖ'nün öğretmen adaylarının kimya kavramlarının anlamlı bir şekilde öğrenilmesinde önemli bir rol oynayan makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutlarındaki bilgi seviyelerine olan etkisini araştıran bir çalışmayla da karşılaşılmamıştır. Bu yönleriyle çalışmanın ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12.



- Aydoğdu, C., & Şırahane, İ. T. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının laboratuvarında yaşanan kazaların nedenlerine yönelik görüşleri. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özet Kitabı. Niğde Üniversitesi, Niğde, Türkiye.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bayram, Z. (2015). Öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri tasarlarken karşılaştıkları zorlukların incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30(2), 15-29.
- Bayram, Z., Özyalçın-Oskay, Ö., Erdem, E., Dinçol-Özgür, S., & Şen, Ş. (2013). Effect of inquiry based learning method on students' motivation. Paper presented at the 4th International Conference on New Horizons in Education. DOI:10.1016/j.sbspro.2013.12.112.
- Bektaş, O., Tüysüz, M., Ekiz, B., & Uzuntiryaki, E. (2010). Kimya öğretmen adaylarının makroskopik, sembolik ve mikroskopik seviyeleri kullanabilme düzeyleri. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özet Kitabı, İzmir, Türkiye.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Berg, C. A. R., Bergendahl, V. C. B., Lundberg, B., & Tibell, L. (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison 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. DOI:10.1080/09500690210145738.
- Bertsch, C., Kapelari, S., & Unterbruner, U. (2014). From cookbook experiments to inquiry based primary science: influence of inquiry based lessons on interest and conceptual understanding. *Inquiry in Primary Science Education*, 1, 20-31.



- Beyer, B. (1971). *Inquiry in the social studies classroom: Strategies for teaching*. Columbus, OH: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Bilgin, İ., & Eyvazoğlu, S. (2010). Rehberli araştırmanın işbirlikli ve bireysel öğretim yönteminin uygulandığı ortamda üniversite öğrencilerinin kimya başarılarına ve kimya dersine karşı tutumlarına etkisi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(3), 65-80.
- Brown, P. L., Abell, S. K., Demir, A., & Schmidt, F. J. (2006). College science teachers' views of classroom inquiry. *Science Education*, 90(5), 784-802. DOI:10.1002/sce.20151.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cheung, D. (2007). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 107-130. DOI:10.1007/s10763-007-9102-y.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- DiBiase, W., & McDonald, J. R. (2015). Science Teacher Attitudes Toward Inquiry-Based Teaching and Learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 88(2), 29-38. DOI:10.1080/00098655.2014.987717.
- Duban, N. (2014). Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı. Şengül Anagün & Nil Duban (Eds.), *Fen bilimleri öğretimi içinde* (ss. 221-240). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Eş, H., & Sarıkaya, M. (2010). Türkiye ve İrlanda fen öğretimi programlarının karşılaştırılması. *İlköğretim Online*, 9(3) 1092-1105.



- Finlayson, O., McLoughlin, E., Coyle, E., McCabe, D., Lovatt, J., & van-Kampen, P. (2015). SAILS inquiry and assessment units Retrieved from http://results.sails-project.eu/sites/default/files/outcomes/SAILS_units_volume-1.pdf.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). How to design and evaluate research in education. McGraw-Hill Higher Education, New York.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. DOI:10.3102/0034654312457206.
- Hakkinen, P., Jarvela, S., Makitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Naykki, P., & Valtonen, T. (2017). Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching*, 23(1), 25-41. DOI:10.1080/13540602.2016.1203772.
- Hinton, M.E., & Nakhleh, M. B. (1999). Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions, *The Chemical. Educator*, 4(5), 158-167. DOI: 10.1007/s00897990325a.
- Ireland, J., Watters, J. J., Lunn Brownlee, J., & Lupton, M. (2014). Approaches to inquiry teaching: Elementary teacher's perspectives. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1733-1750. DOI:10.1080/09500693.2013.877618.
- Kaya, G., & Yılmaz, S. (2016). Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 300-318. DOI: 10.16986/HUJE.2016016811.
- Ketelhut, D. J. (2007). The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: an exploratory investigation in river city, a multi-user virtual environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 99-111. DOI:10.1007/s10956-006-9038-y.



- Kizilaslan, A., Sozbilir, M., & Yasar, M. D. (2012). Inquiry based teaching in Turkey: A content analysis of research reports. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 599-617.
- Laipply, R. S. (2004). A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquiry-based biology laboratory (Unpublished doctoral thesis). The University of Akron. United States.
- Lee, K.W.L., (1999). A comparison of university lecturers' and pre-service teachers' understanding of a chemical reaction at the particulate level. *Journal of Chemical Education*, 76(7), 1008-1012. DOI: 10.1021/ed076p1008
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Lehtinen, A., & Viiri, J. (2017). Guidance provided by teacher and simulation for inquiry-based learning: A case study. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 193-206. DOI:10.1007/s10956-016-9672-y.
- Lim, B. R. (2001). Guidelines for designing inquiry -based learning on the web: Online professional development of educators. (Unpublished doctoral thesis), Indiana University, Bloomington.
- Lotter, C., Singer, J., & Godley, J. (2009). The influence of repeated teaching and reflection on preservice teachers' views of inquiry and nature of science. *Journal of science teacher education*, 20(6), 553-582. DOI:10.1007/s10972-009-9144-9.
- Madhuri, G. V., Kantamreddi, V. S. S. N., & Prakash Goteti, L. N. S. (2012). Promoting higher order thinking skills using inquiry-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 117-123. DOI:10.1080/03043797.2012.661701.



- McConney, A., Oliver, M. C., Woods-McConney, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Inquiry, engagement, and literacy in science: A retrospective, cross-national analysis using PISA 2006. *Science Education*, 98(6), 963-980. DOI:10.1002/sce.21135.
- Minner, D., D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. DOI: 10.1002/tea.20347.
- National Research Council. (1996). *The Role of Scientists in the Professional Development of Science Teachers*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Ozgelen, S., Yilmaz-Tuzun, O., & Hanuscin, D. L. (2013). Exploring the development of preservice science teachers' views on the nature of science in inquiry-based laboratory instruction. *Research in Science Education*, 43(4), 1551-1570. DOI:10.1007/s11165-012-9321-2.
- Parappilly, M., Siddiqui, S., Zadnik, M., Shapter, J., & Schmidt, L. (2013). An inquiry-based approach to laboratory experiences: Investigating students' ways of active learning. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 21(5), 42-53.
- Pozo, R. M. D. (2001) Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter, *International Journal of Science Education*, 23(4), 353-371. DOI: 10.1080/095006901300069084.
- Qing, Z., Jing, G., Yazhuan, L., Ting, W., & Junping, M. (2010). Promoting preservice teachers' critical thinking disposition by inquiry-based chemical experiment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 1429-1436. DOI:10.1016/j.sbspro.2010.12.345.
- Quitadamo, I. J., Faiola, C. L., Johnson, J. E., & Kurtz, M. J. (2008). Community-based inquiry improves critical thinking in general education biology. *CBE-Life Sciences Education*, 7(3), 327-337. DOI:10.1187/cbe.07-11-0097.



- Rust, P. M. H. (2011). The effects of inquiry instruction on problem solving and conceptual knowledge in ninth grade physics class (Unpublished master thesis) Montana State University, Bozeman, Montana.
- Shamsudin, N. M., Abdullah, N., & Yaamat, N. (2013). Strategies of teaching science using an inquiry based science education (IBSE) by novice chemistry teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 90, 583-592. DOI:10.1016/j.sbspro.2013.07.129.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish science education*, 4(2), 2-20.
- Szalay, L., & Toth, Z. (2016). An inquiry-based approach of traditional 'step-by-step' experiments. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 923-961. DOI: 10.1039/C6RP00044D.
- Şen, Ş., Yılmaz, A., & Erdoğan, Ü. I. (2016). Sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *İlköğretim Online*, 15(2), 443-468. DOI:10.17051/io.2016.25448.
- Thacker, B., Kim, E., Trefz, K., & Lea, S. M. (1994). Comparing problem solving performance of physics students in inquiry-based and traditional introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 62(7), 627-633. DOI:10.1119/1.17480.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. doi:10.1080/0950069032000070306.
- Treagust, D., Duit, R., & Nieswandt, M. (2000). Sources of students' difficulties in learning chemistry. *Educación Química* 11(2), 228-235.



- Trna, J., Trnova, E., & Sibor, J. (2012). Implementation of inquiry-based science education in science teacher training. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(4), 199-209.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic orbitals, molecular orbitals and related concepts: Conceptual difficulties among chemistry students. *Research in Science Education*, 27(2), 271. DOI:10.1007/bf02461321.
- Tuysuz, M., Ekiz, B., Bektas, O., Uzuntiryaki, E., Tarkin, A., & Kutucu, E. S. (2011). Pre-service chemistry teachers' understanding of phase changes and dissolution at macroscopic, symbolic, and microscopic levels. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 452-455. DOI:10.1016/j.sbspro.2011.03.120.
- Tuysuz, M. (2015). The effect of 5E learning cycle and multiple intelligence approach on 9th grade students' achievement on unit of chemical properties, attitude, and motivation toward chemistry (Unpublished doctoral thesis). Middle East Technical University, Turkey.
- Wang, J. Y., & Jou, M. (2016). Qualitative investigation on the views of inquiry teaching based upon the cloud learning environment of high school physics teachers from Beijing, Taipei, and Chicago. *Computers in Human Behavior*, 60, 212-222. DOI:10.1016/j.chb.2016.02.003.
- Windschitl, M. (2002). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143. DOI:10.1002/sce.10044.
- Wu, H. K. (2003), Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87, 868–891. DOI:10.1002/sce.10090.



- Yetişir, M. (2016). Rehberli araştırma-sorgulamaya dayalı fizik öğretimi: Öğretmen adaylarının akademik başarıları ve uygulama hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 49(1), 159-182.
- Yoon, H.-G., Joung, Y. J., & Kim, M. (2012). The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. Research in Science Education, 42(3), 589-608. DOI:10.1007/s11165-011-9212-y.
- Zion, M., Schanin, I., & Shmueli, E. R. (2013). Teachers' performances during a practical dynamic open inquiry process. Teachers and Teaching: Theory and Practice, 19(6), 695-716. DOI:10.1080/13540602.2013.827457.



Summary

Problem Statement: Concerning science education, current implementations and trending practices based on last 50 years of investigations focus on the inquiry based learning (IBL) and its teaching applications. Inquiry based learning (IBL) that is based on constructivist approach is a student-centered learning, and its implementation is supported in natural and social sciences. The proper application of this teaching approach in science classroom has a great importance to achieve requirements of 21st century skills. According to the literature, both pre-service and in-service teachers have difficulties in applying this learning approach. Therefore, more research is needed for improving understanding of the IBL and its practical applications to promote theoretical understanding of pre-service teachers.

Purpose of the Study: For those matters, the purpose of this research was to investigate;

- A) Whether the effect of IBL analytical chemistry laboratory instruction is significant on PSTs' academic achievement in physical-chemical reactions, reaction types and separation methods as chemistry topics when compared to traditional analytical chemistry laboratory instruction (TACLI).
- B) Whether the effect of IBL analytical chemistry laboratory instruction is significant on PSTs' knowledge of macroscopic, microscopic, and symbolic levels for some arranged chemistry topics compared to TACLI.

Method(s): The study was carried out with 48 PSTs. Pre-test/post-test control group as the type of quasi-experimental design was conducted. Chemistry Achievement Test consisting of 26 multiple-choice questions was applied as data collection instrument to evaluate PSTs' knowledge of macroscopic, microscopic, and symbolic levels for some arranged chemistry topics. The implementation process was performed in three types of inquiry process in the



experiment group (EG). These processes were a) structured inquiry process which was applied with provided necessary materials, and clearly expressing the aim of using them to solve daily life problems, b) guided inquiry process conducted on a given daily life problem situation, and c) open inquiry process related with PSTs' daily life problem situations which they search for answers to tackle them. In addition, a guidebook which consists of course content which was pre-determined by researchers, experiments' implementation methods, and the reactions of the actual chemical events is given to control group (CG) in the course process.

Findings and Discussions: *PSTs' chemistry achievement level between EG and CG:* The pre-test mean scores of the EG and CG were found to be 16.44 (SD = 2.06) and 14.78 (SD = 2.84), respectively. According to t-test result, there was no statistically significant difference between these groups ($t(46) = .558, p = .580$). Therefore, it could be said that EG and CG were equal to each other in terms of the pre-test mean scores. After the treatment, the post-test mean of EG was 16.44 (SD= 2.06) while the mean of CG was 14.78 (SD=2.84). It was seen that while the mean of CG decreased by 1.3 points, the average of EG increased by .83 points when compared to their pre-test mean scores. The difference between the two group averages was found to be 1.66. When it was run the independent groups t-test in SPSS to investigate whether there is a statistical difference between the post-test mean of the groups, there was a statistically significant difference in favor of the pre-service science teachers who took IBL laboratory education ($t(46) = 2.325, p = .025$). In addition, the value of calculated effect size was .668 which could be classified as moderate effect size. Thus, it might be stated that there was not only a statistical significance but also a practical significance.

PSTs' macroscopic level between EG and CG: The pre-test and post-test means of participants in EG were 8.64 (SD = 1.63) and 9.20 (SD = 1.56) while pre-test and post-test



means of PSTs in CG were 7.87 (SD = 1.96) and 7.91 (SD), respectively. According to t-test results, there was no statistically significant difference between the groups pre-test averages ($t(46) = 1.485, p = .144$) while there was a statistically significant difference between the post-test averages of EG and CG ($t(46) = 2.857, p = .006$). It can be said that participants in the EG group were more successful in terms of the percentages of correctly responding the questions in the macroscopic level than those in the CG.

PSTs' microscopic level between EG and CG: The pre-test and post-test means of PSTs in EG were 3.56 (SD = 1.56) and 3.92 (SD = 1.41) while the pre-test and post-test means of PSTs in CG were 4.09 (SD = 1.12) and 3.91 (SD = 1.56), respectively. According to t-test results, there was no statistically significant difference between the groups pre-test averages ($t(46) = -1.597, p = .117$) and post-test averages ($t(46) = .018, p = .986$). However, participants in the EG were more successful in terms of percent of correct answers to the questions at the microscopic level than those in the CG.

PSTs' symbolic level between EG and CG: The pre-test and post-test averages of PSTs in EG were 3.65 (SD = 1.12) and 2.96 (SD = 1.88) while the pre-test and post-test averages of participants in the CG were 3.88 (SD = 1.17), respectively. According to t-test results, there was no statistically significant difference between the groups pre-test means ($t(46) = .552, p = .584$) and the post-test means ($t(46) = 1.098, p = .278$). Although the percentages of correct answers to the questions in the symbolic level for post-test was lower for both groups than for the pre-test, decreasing of the percent of correct responses of PSTs in the CG were found to be statistically significant.

Conclusions and Recommendations: It could be stated that IBL laboratory instruction was more effective than traditional laboratory approach regarding PSTs' academic achievement in



physical & chemical reactions, chemical reaction types, and lastly separation methods topics. Another finding of the study was; the group that took IBL instruction was more successful than those that had TACLI in terms of knowledge of macroscopic level in physical & chemical reactions, chemical reaction types, and separation methods topics. Although there was not any statistical difference between EG and CG concerning microscopic and symbolic levels, it was determined that percentage of PSTs who answered the related to these levels questions correctly in the experimental group was higher than participants in the CG. The interpretations and implementations will be discussed.

Keywords: *Inquiry Based Learning, Analytical Chemistry Laboratory, Pre-Service Science Teachers*



EK 1

SORU 2 (Makroskobik Boyut)

Öğretmeni Ali'den proje ödevi olarak termik santrallerden enerji üretimi konusunu araştırmasını istemiştir. Ali araştırmasını şu şekilde özetler:

- Santralden elektrik enerjisi üretmek için kömür gibi fosil yakıtlar buhar kazanında yakılır.
- Yanma sonucunda borular içerisindeki su ısıtılarak buhar haline getirilir ve türbinlere gönderilir.
- Türbinlere gönderilen buhar kısmen genişler ve türbin çarklarını döndürür. Böylelikle türbinlerden elektrik enerjisi elde edilir.

Yukarıdaki açıklamaya göre numaralandırılmış cümlelerdeki fiziksel ve kimyasal değişimleri belirleyiniz.

<u>I.Durum</u>	<u>II.Durum</u>	<u>III.Durum</u>
A) Fiziksel	Kimyasal	Kimyasal
B) Fiziksel	Fiziksel	Fiziksel
C) Kimyasal	Kimyasal	Fiziksel
D) Kimyasal	Fiziksel	Fiziksel
E) Kimyasal	Kimyasal	Kimyasal

SORU 3 (Sembolik Boyut)

- I. $C_2H_6O_{(k)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$
- II. $H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(k)}$
- III. $O_{2(g)} \rightarrow O_{2(suda)}$
- IV. $S_{(k)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$
- V. $C_{10}H_8_{(k)} \rightarrow C_{10}H_8_{(g)}$
- VI. $NH_3_{(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(k)}$
- VII. $Mg_{(k)} + 2HCl_{(suda)} \rightarrow Mg_{(k)} + 2HCl_{(suda)}$
- VIII. $NaCl_{(katı)} \rightarrow NaCl_{(suda)}$

Yukarıda denklemleri verilen değişimler fiziksel ya da kimyasal oluşlarına göre

aşağıdaki hangi seçenekte doğru olarak sınıflandırılmıştır?

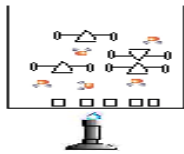
Fiziksel Değişim

- A) III-IV-VI-VII
- B) II-IV-V-VIII
- C) II-III-V-VIII
- D) I-II-III-V
- E) I-IV-VI-VII

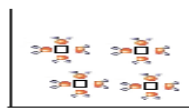
Kimyasal Değişim

- I-II-V-VIII
- I-III-VI-VII
- I-IV-VI-VII
- IV-VI-VII-VIII
- II-III-V-VIII

SORU 4 (Mikroskobik Boyut)



Şekerin yanması



Şekerin suda çözünmesi

SU ŞEKER KARBONDİOKSİT

Yukarıdaki kaplarda şekerin suda çözünmesi ve şekerin yanması sırasında meydana gelen olaylar tanecikli boyutta gösterilmiştir. **Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**



- A) Şekerin suda çözünmesi kimyasal bir değişimdir.
- B) Şeker yandığında kimyasal özelliği değişmez.
- C) Şeker suda çözüldüğünde kimyasal özelliğini korur.
- D) Şekerin yanması sırasında sadece fiziksel değişim gerçekleşir.
- E) Şeker yandığında fiziksel yollarla tekrar eski haline getirilebilir.