

Tartışmalarla Zenginleştirilmiş Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) Destekli Fen Laboratuvar Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarına Etkisi*

Fatma COŞTU** ve Hale BAYRAM***

Öz: Bu çalışmada, tartışmalarla zenginleştirilmiş Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) destekli fen laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının akademik başarılarına olan etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaç çerçevesinde, çalışmada temel fen kavramları ele alınmıştır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada, toplam 46 fen öğretmen adayı örneklem olarak seçilmiştir. Çalışmada biri deney (n = 22) ve biri kontrol (n = 24) grubu olmak üzere rastgele seçilmiş iki grup kullanılmıştır. Kontrol grubundaki fen öğretmen adaylarına temel fen kavramları ile ilgili deneyler doğrulama laboratuvar çalışmaları şeklinde yapılırken, deney grubundaki öğretmen adaylarına ise tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA destekli laboratuvar çalışmaları yani bu çalışmada kullanılan şekliyle Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) ile yapılmıştır. Her iki grupta deneysel çalışmalar toplam 9 haftada ve haftada iki saat olmak üzere toplam 18 saatlik laboratuvar çalışmaları şeklinde ilerlemiştir. Öğretmen adaylarının yapılan laboratuvar çalışmalarının onların akademik başarılarına olan etkisini belirlemek amacıyla, 40 maddeden oluşan bir akademik başarı testi, ön ve son test olarak örneklem gruba uygulanmıştır. Testten elde edilen veriler, SPSS paket programıyla bağımlı, bağımsız grup t-testi ve ANCOVA testi yardımıyla analiz edilmiştir. Ön ve son test elde edilen verilerin nicel analizi sonunda, TAGTaA destekli laboratuvar çalışmaları doğrulama laboratuvar yaklaşımına nazaran öğretmen adaylarının akademik başarılarını artırmada daha etkili olduğunu göstermiştir. Fen eğitimi alanında önemli yeri olan laboratuvarların etkili hâle getirmek amacıyla, TAGTaA destekli fen laboratuvar çalışmalarının kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fen laboratuvarı, Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA), Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA), Kavramsal anlama, Akademik başarı

*Bu araştırma, birinci yazarın doktora tezinden üretilmiş olup, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Kararı (15/02/2021 tarih ve 2100042616 sayısı) uyarınca etik izin alınmıştır.

**Doktora öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Email: fatmacostu@gmail.com, Orcid No: [0000-0002-7101-6267](https://orcid.org/0000-0002-7101-6267).

***Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Email: haleb@marmara.edu.tr, Orcid No: [0000-0003-2899-0934](https://orcid.org/0000-0003-2899-0934).



The Effect of Enriched with Discussion Predict-Observe-Explain (POE) Based Science Laboratory Applications on Pre-Service Science Teachers' Academic Achievement

Abstract: The purpose of this study was to investigate effectiveness of Predict-Observe-Explain (POE) enriched with discussions based laboratory on pre-service science teachers' academic achievement. For this purpose, fundamental science concepts were dealt with in the research. In the study, a quasi-experimental model was utilized and a total of 46 pre-service science teachers were selected as the sample. Two randomly selected groups, one of which was experimental (n = 22) and the other was control (n = 24) were used in the study. While the control group participated in verification laboratory work, the experimental group took part in POE enriched with discussions, that is Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE) based laboratory work. Laboratory works were carried out in both groups for a total of 18 hours in total 9 weeks, two hours a week. An academic achievement test consisting of 40 items was applied to the sample as a pre- and post-test in order to determine the effect of the laboratory works on pre-service science teachers' academic achievement. The data obtained from the tests were analyzed via dependent group t-test, independent group t-test and ANCOVA using SPSS statistical program. As a result of the quantitative analysis of the data obtained from the pre and post-tests, indicated that PEODE based laboratory work compared to the traditional laboratory work was more effective enhancing the academic success of pre-service science teachers. PEODE enriched with discussions based laboratory work should be utilized to make laboratory works effective.

Keywords: *Science laboratory, Predict-Observe-Explain (POE), Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE), Conceptual understanding, Academic success*

Giriş

Fen dersi kapsamındaki birçok konu, zihinde canlandırılması ve anlaşılması zor olan soyut kavramları içerisinde barındırmaktadır. Bundan dolayı da, öğrenciler tarafından çoğu zaman anlaşılammakta ve çok sayıda yanlışlı düşünce onların zihinlerinde oluşmaktadır (Coştu vd., 2012; Kumandaş vd., 2019; Neidorf vd., 2020; Reiner vd., 2000). Bu durum, hemen hemen tüm öğrenim seviyesindeki öğrenciler için (Jafer, 2020; Kumandaş vd., 2019) geçerli olmakla birlikte öğretmenler (De Sousa vd., 2019) için de geçerlidir. Fen kavramlarının etkili bir biçimde öğretilmesinde ve öğrenilmesinde en önemli öğrenme ortamlarından biri de fen laboratuvarı ortamıdır. Fen laboratuvarları, öğrencilerin öğrendikleri bilgiler ile kendi

tecrübeleri arasında bağlantı kurarak fen kavramlarını etkili bir biçimde öğretilmesini sağlamanın ötesinde karmaşık problemleri çözebilmeye imkân sağlayan ve bilimsel süreç becerilerini kazanmalarında oldukça önemli bir öğrenme ortamıdır (Ayas vd., 1994; Ayas vd., 1994; Hofstein ve Lunetta, 1982; 2004; Seven ve Engin, 2018; Wolf ve Fraser, 2008). Fen eğitimi alanında yapılan araştırmalar; laboratuvarlar vasıtasıyla yapılan öğretimlerin, öğrenenler üzerinde çok sayıda faydasının olduğuna yönelik birtakım sonuçlar ortaya çıkarmışlardır (Hofstein ve Lunetta, 1982; 2004; Ural, 2016). Bu çalışmalar; laboratuvarların fen konu ve kavramlarını kavramsal düzeyde öğrenilmesine, öğrencilerin muhakeme becerilerini geliştirmelerine, fenle olan ilgilerini arttırmada ve fen ile ilgili diğer öğrenme hedeflerine ulaşmada yardımcı olma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadırlar. Laboratuvar çalışmalarının bu denli faydalarına rağmen, okulların sahip oldukları laboratuvar imkânlarının sınırlılığı ve fiziksel birtakım eksikliklerden dolayı, laboratuvarlardan etkili bir şekilde yararlanılmadığı ifade edilmektedir (Ayas vd., 1994; Coştu vd., 2005; Koretsky vd., 2011; Seven ve Engin, 2018; Uluçınar vd., 2004). Ayrıca, fen öğretmenlerinin laboratuvarları istenilen şekilde etkili kullanmadıkları ya da laboratuvar çalışmaları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları gibi problemlerin varlığını da rapor etmektedirler (Feyzioğlu vd., 2011; Singer vd., 2005). Laboratuvar çalışmaları ile ilgili bahsedilen ve araştırmalarda rapor edilen sonuçlar ışığında, laboratuvar çalışmalarını etkili kılacak geleneksel yaklaşımlara alternatif olan yeni yöntem ve yaklaşımlar literatürde ele alınmaya çalışılmıştır (Boyd-Kimball ve Miller, 2018; Brownell vd., 2012; Nicolaidou vd., 2019; Prescott ve Anger, 1970; Russell ve French, 2001). Bu yaklaşımlardan biri de Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) destekli laboratuvar çalışmaları olup, son on yıl süresince laboratuvar çalışmalarını etki hâle getirmek için ülkemizde sıklıkla kullanıldığı bilinmektedir (Bilen ve Aydoğdu, 2012; Bilen vd., 2011; Bilen vd., 2016; Güngör ve Özkan, 2017; Haglund vd., 2015; Tereci vd., 2018; Tiftikçi vd., 2017). TGA yönteminin ilk aşaması olan “Tahmin et” basamağında; öğrencilerin sunulacak bir etkinlikteki olayla ilgili tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklama yapmaları istenir. İkinci aşama olan “Gözle” basamağında; öğrencilerin etkinlikteki olayla ilgili gerçekleşen olayı tüm yönleriyle birlikte gözlemleri sağlanır. Yöntemin son safhasında ise, öğrencilerin yaptıkları tahminler ile gözlemleri arasında meydana gelen uyum, tutarlılık veya çelişkiler hakkında açıklama yapmaları istenir (Liew, 1995; Liew ve Treagust, 1998; White ve Gunstone, 1992). TGA yöntemi (ya da İngilizce kullanımıyla POE yöntemi), yakın geçmiş zamanda tartışmalarla zenginleştirilmiş şekliyle değişikliğe uğratılmış ve birçok araştırmada kullanılmıştır (Abdullah vd., 2017; Coştu vd., 2010; 2012; Demircioğlu, 2017; Halimah vd., 2019; Savander-Ranne ve



Kolari, 2003). Değişikliğe uğramış hâliyle oluşturulan bu yöntem, mevcut kullanılan TGA (ya da POE) yönteminin ikinci safhası olan “gözle” safhasının öncesinde ve sonrasında tartışmalar ile desteklenerek ilk olarak literatüre Prediction-Discussion-Explanation-Observation-Discussion-Explanation (PDEODE) şekliyle girmiştir. Ulusal literatürde ise, ulusal çapta yazılan bir kitap bölümü sayesinde tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA (TaTGA) olarak girmiştir (Coştu ve Karataş, 2015). PDEODE yöntemi ya da ulusal literatürdeki hâliyle TaTGA yönteminin ilk basamağı Tahmin (T: Tahmin) basamağıdır. Bu safhada; öğrencilerin kendilerine sunulan bir etkinlikteki olayla ilgili tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklama yapmaları istenir. Bu yöntemde, öğrencilerin zihinsel çelişkiye düşürecek bir olay sunuluyor olmasından dolayı, onların ne tür bir tahmin etmelerini ve bu tahminlerinin nedenlerinin neler olduğunun her bir öğrenciden bireysel olarak istenmektedir. İkinci adımda yani Tartışma (Ta: Tartışma) safhasında; öğrencilerin gruplar hâlinde düşüncelerini paylaşmaları ve tartışmaları istenir. Üçüncü adımda yani Açıklama (A: Açıklama) safhasında, her grubun olayla ilgili tahminlerinde bir uzlaşmaya varmaları ve bu uzlaşmalarını nedenleriyle birlikte açıklamaları istenir; sonrasında da bunu diğer öğrenci gruplarına sunmaları istenir. Dördüncü adımda yani Gözlem (G: Gözlem) safhasında; öğrenciler birinci safhada kendilerinden tahmin etmeleri istenilen olay ya da etkinlik ile ilgili gözlemler yapmaları ve gözlemlerini not etmeleri istenir. Bu safhada dikkat edilmesi gereken husus da, öğrencilerin etkinliğin bütün yönleriyle görmeleri sağlanmalıdır. Beşinci adımda yani Tartışma (Ta: Tartışma) safhasında; öğrenciler etkinlikte gözlemledikleri ile yöntemin birinci basamağındaki tahminlerini bağdaştırmaları ve uzlaştırmaları istenir. Bu süreçte, öğrenciler gruptaki diğer arkadaşlarıyla birlikte düşüncelerini analiz ederek, kendi düşünceleriyle karşılaştırmaları ve eleştirmeleri de beklenir. Yöntemin son adımında yani Açıklama (A: Açıklama) safhasında ise, öğrencilerin tahmin ve gözlemler arasındaki bütün uyumsuzluklar ile yüzleştikleri ve bütün çelişkili durumları açıklığa kavuşturması beklenir. Tartışmalarla zenginleştirilmiş bu yeni yöntemin kavramsal değişim modeliyle uyumlu olduğu ifade edilmiş (Coştu vd., 2012) ve kavramsal değişimi gerçekleştirmek amaçlı kullanılmasına rağmen, laboratuvar çalışmalarını desteklemek amacıyla yeterli düzeyde kullanılmamıştır.

Yukarıdaki paragraflarda belirtildiği üzere, laboratuvar çalışmalarını etkili hâle getirmek amacıyla kullanılan tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA (TaTGA) yöntemi (Abdullah, vd., 2017; Coştu, 2008; Coştu, vd., 2010; 2012; Demircioğlu, 2017; Halimah vd., 2019), TGA yöntemi ve argümantasyon yöntemlerinin olumlu noktalarının birleştirmiş şekli olduğu söylenebilir. Bu yöntem detaylı incelendiğinde, TGA yönteminde gözlem safhasının öncesinde

ve sonrasında tartışmalar yapmak suretiyle zenginleştirildiği görülmektedir. Bu yöntem literatürde etkili olarak ifade edilse dahi, öğrencilerin gözlem öncesi tartışmalar yapması yapılacak deneyin sonucuna ilişkin bazı ipuçları yakalaması ya da öğretmenin gözlemle ilgili ipuçları vermesi açısından problem olabilir. Bundan dolayı, tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA yöntemindeki gözlem öncesi tartışma ortamının çıkarılarak kullanılmasının uygun olduğuna inanılmaktadır. Bu sebepten dolayı, literatüre yeni bir katkı olarak tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA yöntemi (TaTGA) yerine bu yöntemden esinlenerek yeniden kurgulanmış Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) yöntemi laboratuvar çalışmalarını desteklemek için bu çalışmada kullanılmıştır. Tüm yapılan kritikler bağlamında, bu çalışmada Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) destekli fen laboratuvarın öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde çalışmada aşağıda ifade edilen dört araştırma sorusu cevaplanmaya çalışılmıştır.

- (1) Deney grubundaki öğretmen adaylarının temel fen kavramları ile ilgili ön ve son akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- (2) Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının temel fen kavramları ile ilgili ön ve son akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- (3) Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının temel fen kavramları ile ilgili ön akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- (4) Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının temel fen kavramları ile ilgili son akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada yarı deneysel yöntemlerden biri olan ön ve son testli kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2017; Karasar, 2012; Robson ve McCartan, 2016). Yarı deneysel yöntem tercih edilmesinin nedeni, çalışma öncesi öğretmen adaylarının iki gruba ayrılmış olması ve bu gruplar üzerinden araştırmanın yapılmış olmasıdır. Bu yöntem kapsamında, hem deney hem de kontrol grubuna yapılan işlemler Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Deneysel Çalışma Kapsamında Yapılan İşlemler

	Ön Test	Müdahale	Son Test
Kontrol Grubu (n=24)	ABT*	Doğrulama Laboratuvar	ABT
Deney Grubu (n=22)	ABT	TAGTaA Destekli Laboratuvar	ABT

*ABT: Akademik Başarı Testi

Çalışma Grubu

Bu çalışmada örneklem olarak İstanbul il sınırları içerisinde bir devlet üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 3. sınıfında öğrenim görmekte olan ve “Fen Bilgisi Laboratuvar Uygulamaları” dersi ile “Özel Öğretim Yöntemleri” derslerini alan toplam 46 öğretmen adayı seçilmiştir. Bu öğretmen adaylarından bu dersler kapsamında uygulama çalışmalarını yapmak üzere önceden dersi veren öğretim üyesi tarafından listede yer alan öğrenci numaralarının tek ve çift olmasına bağlı olarak önceden tasnif ettiği iki grup üzerinden ilerlemiştir. Belirlenen bu iki gruptan birisi rasgele deney grubu (n=22) olarak seçilirken diğeri ise kontrol grubu (n=24) olarak belirlenmiştir. Hem deney hem de kontrol grubunda uygulamalar yapılırken öğretmen adayları gruplara ayrılmıştır. Deney ve kontrol grubunda toplam 4 grup oluşturulmuştur. Deney grubundaki 2 grup (5 kişiden oluşmuştur) dışında tüm gruplarda altışar öğretmen adayı yer almıştır. Laboratuvarda deneysel çalışmalara katılan öğretmen adayları öğrenimleri esnasında aldıkları ve isimleri yukarıda verilen iki dersin uygulama saatinde laboratuvar ortamında gruplar şeklinde katılmışlardır.

Deney ve Kontrol Grubunda Yapılan Laboratuvar Uygulamaları

Çalışma kapsamında deney ve kontrol grubuna yapılan laboratuvar çalışmalarında, fen öğretmen adaylarının ileriki öğretmenlik yaşantısında sıklıkla kullanacakları, öğrencilerin kavram yanlışlarına düştükleri ve günlük yaşamla ilişkili olan temel kavramlar seçilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Deney ve Kontrol Grubuna Uygulanan Laboratuvar Etkinliklerinin Kapsamı

Konu / Kavram	Laboratuvar Etkinliğinin İçeriği	Süre
Buharlaşma (ÇY 1 ve 2)	Buharlaşmayı etkileyen faktörler-1 (Etkinlik-1); ✓ sıcaklık ✓ yüzey alanı ✓ hava akımı etkisi	2 saat
	Buharlaşmayı etkileyen faktörler-2 (Etkinlik-2); ✓ havadaki nem	
	Farklı sıvılardaki buharlaşma (Etkinlik-1); ✓ alkolün buharlaşması ✓ suyun buharlaşması ✓ zeytinyağının buharlaşması	2 saat
	Farklı sistemlerde buharlaşma (Etkinlik-2); ✓ açık sistemde buharlaşma ✓ kapalı sistemlerde buharlaşma	
	Buharlaşma esnasında ısı alışverişi (Etkinlik-3); ✓ ısı alışverişi ve sıcaklığın düşmesi	

Yoğunlaşma (ÇY 3)	Kapalı sistemde yoğunlaşma (Etkinlik-1); ✓ oda sıcaklığı ve soğutulmuş ortamda yoğunlaşma	2 saat
	Açık sistemde yoğunlaşma (Etkinlik-2); ✓ oda sıcaklığı ve soğutulmuş kapta yoğunlaşma	
	Açık sistemde yoğunlaşma (Etkinlik-3); ✓ soğutulmuş kapta ve soğutulmuş ortamda yoğunlaşma	
Kaynama (ÇY4 ve 5)	100°C'nin altında suyun kaynaması (Etkinlik-1); ✓ şırınga ile basıncın azaltılması ✓ 70°C'de suyun kaynaması	2 saat
	Buzla suyu kaynatma (Etkinlik-2); ✓ buz vasıtasıyla gaz basıncını azaltma ✓ düşük sıcaklıkta kaynatma	
	100°C'nin üstünde suyun kaynaması (Etkinlik-1); ✓ şırınga ile basıncın artırılması ✓ 100°C'nin üstünde suyun kaynaması	
Çözünürlük (ÇY 6)	Gazın sudaki çözünürlüğü; ✓ Basınç etkisi (şırınga ile) (Etkinlik-1); ✓ Sıcaklık etkisi (ısıtma) (Etkinlik-2);	2 saat
Gaz Basıncı (ÇY 7)	Kapalı sistemde gaz basıncı (Etkinlik-1); ✓ gaz basıncının ısıtılarak artırılması	2 saat
	Atmosfer basıncının farkına varma (Etkinlik-2); ✓ ince uzun cam boruda renkli sıvının yükselmesi	
	Kapalı sistemde gaz basıncı (Etkinlik-3); ✓ gaz basıncının soğutarak düşürülmesi	
Sıvı Basıncı (ÇY8)	Sıvı basıncını etkileyen faktörler (Etkinlik-1); ✓ sıvı basıncını gözleme ✓ sıvının yüksekliğini artırarak basıncı artırmak	2 saat
	Sıvı basıncını etkileyen faktörler (Etkinlik-2); ✓ farklı sıvılardaki sıvı basıncı (su ve sirke)	
Çözeltilerin Kolligatif Özellikleri ve Raoult Kanunu (ÇY 9)	Çözeltilerin kolligatif özellikleri (Etkinlik-1); ✓ buhar basıncı düşmesi & kaynama noktası yükselmesi	2 saat
	Raoult Kanunu & emülsiyonların kaynama noktası (Etkinlik-2); ✓ su-zeytinyağı emülsiyonunun kaynama noktası	

Deney ve kontrol grubuna deneysel etkinlikler Tablo 2'de verilen içeriğe uygun olarak grup çalışmaları halinde haftada 2 saat olmak üzere toplamda 9 hafta zaman zarfında gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yapılan TAGTaA destekli laboratuvar çalışmaları temel fen kavramlarının içeriğine uygun olarak her bir hafta yapılan etkinlikler bir çalışma yaprağı içerisine gömülmüş şekilde uygulanmıştır. Literatürden de bilindiği üzere çalışma yaprakları üç bölümden oluşan yazılı materyallerdendir (Coştu, Karataş ve Ayas, 2003; Demircioğlu ve Atasoy, 2006). Çalışma yapraklarının birinci ya da giriş bölümünde TAGTaA destekli deneylere ilişkin ilgi çekici soru maddeleri ve günlük yaşamla ilişkisi olan olay ya da durum(lar) soru formatında öğretmen adaylarına sunulurken onların düşünceleri sağlanmıştır. Çalışma yapraklarının ikinci ya da gelişme bölümünde, TAGTaA destekli etkinlikler içeren (Tablo 2)

deneylere yer verilmiştir. Deneyler öğrencilere sunulurken, TAGTaA yönteminin her bir basamağı uygun etkinlikler yapılmış ve buna ek olarak, öğretmen adaylarının sorgulamalarını artırmaya yönelik birtakım alt sorulara da yer verilmiştir. Çalışma yaprağının üçüncü ya da değerlendirme bölümünde ise, öğretmen adaylarının başlangıçtaki düşüncelerinin süreç sonunda nasıl değiştiğini ölçmeye ya da farkında olmaya yönelik değerlendirme sorusu(ları)na yer verilmiştir. Deney grubunda uygulanan bu çalışma yapraklarından birisi örnek olması açısından Ek-1’de verilmiştir. Kontrol grubunda yapılan doğrulama laboratuvar çalışmaları kapsamında ise literatürdeki benzetmesi (Boyd-Kimball ve Miller, 2018; Nicolaidou, Nicolaou ve Nicolaou, 2019) ile ifade edilen yemek tarifi şeklinde yani deney kapsamında yapılacak adımların her biri deney kâğıdı içerisinde öğretmen adaylarına sunulmuştur. Buna ek olarak öğrencilerin düşünmelerine yardımcı olmaya yönelik bir iki soruya da yer verilmiştir. Deney kâğıdında yapılacak deneyin “adı”, “konusu”, “deney kapsamında araştırılacak soru”, “kullanılacak araç-gereçler”, “yapılış aşamaları”, “gözlemlerim”, “düşündürücü soru”, “deneyin sonucu” ve “deney sonunda neler öğrendik?” başlıklarından oluşacak şekilde planlanmış ve uygulanmıştır. Kontrol grubunda uygulanan bu deney kâğıtlarından birisi örnek olması açısından Ek-2’de verilmiştir. Deney ve kontrol grubuna uygulanacak deneysel etkinlikler araştırmacılar tarafından tasarlanmış fakat uygulamalar dersin yürütücüsü konumundaki alan eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar, uygulamanın yapılacağı laboratuvar ortamını önceden ilgili öğretim üyesi ile birlikte uygulamadan önce gezmiş ve bu öğrenme ortamından nasıl yararlanacağı konusunda birlikte birtakım fikir alışverişlerinde bulunmuşlardır. Deney ve kontrol grubuna uygulanan etkinlikler makale yazarları tarafından geliştirdikten sonra, onlar laboratuvar çalışmalarını yürüten öğretim üyesi ile bir araya gelerek bir toplantı yapmışlardır. Bu toplantıda, geliştirilen etkinliklerdeki bilimsel ve pedagojik kurgusu tartışılmıştır. Ayrıca uygulamaları yaparken nelere dikkat etmesi hususunda etkileşimli tarzda ilgili öğretim üyesi ile eğitimler gerçekleştirilmiştir. Uygulamayı yapan öğretim üyesi, araştırma kapsamında seçilen temel kavramların öğretimine yönelik yeterli bilgi, tecrübesinin bulunmasına ek olarak bu alanlarda bilimsel yayınları olan bir alan eğitimi uzmanıdır. Bu özellikleri ile deneysel etkinlikleri istenilen pedagojiye uygun yapılabileceği varsayılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Çalışma kapsamında deney grubuna yapılan müdahalenin etkisini belirlemek amacıyla çalışmada veri toplama aracı olarak 40 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir “Akademik Başarı Testi (ABT)” hazırlanmıştır. Bu test, önceden ülkemizde değişik sınavlar kapsamında

çıkış ya da farklı sınavlara hazırlık olarak hazırlanmış sorulardan esinlenerek hazırlanmıştır. Hazırlanan bu testte yer alan soruların konulara göre dağılımı Tablo 3'te detaylandırılmıştır. Hazırlanan ABT'nin asıl uygulama öncesinde 141 öğretmen adayı üzerinde pilot çalışması yapılmıştır. Yapılan pilot çalışmada, madde analizi yapılmış ve her bir soru maddesinin ayırt edicilik ve güçlük indeksleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda, testte yer alan soru maddelerinin güçlükleri 0.33 ile 0.82 arasında ve ayırt edicilikleri ise 0.32 ile 0.71 arasında değişmektedir. Bu değerler hazırlanan bu testin başarıyı ölçmek amaçlı kullanılabilceğini göstermektedir (Küçük ve Geçit, 2012; Tekin, 2000).

Tablo 3. Akademik Başarı Testindeki Soruların Kavram/Konulara Göre Dağılımı

Kavram/Konular	Başarı Testindeki Soru Maddeleri
Kaynama	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 40
Buhar Basıncı	7, 29, 32, 39
Buharlaşma	8, 12, 13, 16, 35
Kaynama Noktası Yükselmesi ve Donma Noktası Alçalması/Raoult Kanunu	11, 28, 33, 37
Yoğunlaşma	5, 14, 15, 30, 31
Gaz Basıncı	17, 18, 19, 20, 22, 38
Sıvı Basıncı	21, 23, 24, 34, 36
Gazların Sudaki Çözünürlüğü	25, 26, 27

Soru maddelerinin güçlükleri birbirine çok yakın olmadığından dolayı KR-20 formülüyle güvenilirlik sabiti hesaplanmış ve 0.78 olarak bulunmuştur. Bu değer, testin güvenilir olduğunu göstermektedir. Testin kapsam geçerliğini sağlamak için ise iki alan eğitimi uzmanının görüşlerine başvurulmuştur.

Verilerin Analizi

ABT'nin puanlandırılması ve değerlendirilmesi; doğru cevap verilen her bir soru maddesi için 1 puan, yanlış cevap ya da boş bırakılan her bir soru maddesi için ise 0 puan verilerek yapılmıştır. Değerlendirme yaparken, yanlış cevaplar doğru cevap sayısında herhangi bir eksilmeye neden olmayacak şekilde değerlendirilmiştir. ABT bu şekilde puanlandırıldıktan sonra araştırmanın problemine uygun olarak ABT'den elde edilen veriler üzerinde SPSS istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu amaçla çalışmada, normallik testleri, bağımlı t-testi, bağımsız t-testi ve tek faktörlü ANCOVA testlerinden yararlanılmıştır. Bu analizler sayesinde çalışma kapsamında yapılan deneysel müdahalenin etkisi istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Bulgular



Hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının her birinin ön ve son testlerden testin tamamından aldıkları toplam puanlar Tablo 4’de ayrıntılı verilmiştir. Ayrıca, Tablo 4’de hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının her birinin ön ve son testlerden aldıkları puanlardaki değişime de yer verilmiştir. Tablo 4’de görüldüğü üzere deney grubundaki öğretmen adaylarının tümünün ön testteki başarı puanlarının son testte arttığını görmek mümkündür. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının puanlarındaki artış oranlarına bakıldığında, artış oranlarının +11 ile +21 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Grubundaki Öğretmen Adaylarının ABT'den Aldıkları Toplam Puanlar*

Öğretmen Adayı	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
	Ön Test	Son Test	Değişim	Ön Test	Son Test	Değişim
Ö1	14	32	+18	19	27	+8
Ö2	17	33	+16	21	32	+11
Ö3	13	31	+18	17	28	+11
Ö4	11	30	+19	15	29	+14
Ö5	10	28	+18	16	30	+14
Ö6	16	30	+14	14	27	+13
Ö7	19	31	+12	17	31	+14
Ö8	16	33	+17	19	30	+11
Ö9	24	35	+11	23	32	+9
Ö10	18	34	+16	17	30	+13
Ö11	17	34	+17	25	34	+9
Ö12	18	36	+18	20	30	+10
Ö13	15	31	+16	14	30	+16
Ö14	15	32	+17	11	31	+20
Ö15	17	33	+16	18	32	+14
Ö16	11	31	+20	19	29	+10
Ö17	18	31	+13	22	30	+8
Ö18	16	33	+17	20	28	+8
Ö19	11	32	+21	23	33	+10
Ö20	17	31	+14	18	31	+13
Ö21	19	33	+14	16	30	+14
Ö22	15	30	+15	22	32	+10
Ö23**	-	-	-	25	31	+6
Ö24**	-	-	-	12	30	+18
Ortalama	15,77	32	+16,23	18,46	30,29	+11,83

* Tabloda yer alan "Ö" kısaltması, öğretmen adaylarını vurgulamak için kullanılmıştır. Örneğin, Ö15 kısaltması 15. öğretmen adayını göstermektedir.

** Kontrol grubunda 23 ve 24. öğretmen adayları bulunduğu için bunlara ilişkin veriler sunulurken, deney grubunda ise sadece 22 öğretmen adayları çalışmaya katıldığından 23. ve 24. öğretmen adaylarına ilişkin veriler sunulmamıştır.

Yine Tablo 4'de görüldüğü üzere, deney grubundaki öğrencilerin ortalama puanları ön testte 15,77 puan iken son testte ortalama +16,23 artışla son testte 32 puana yükselmiştir. Bu durum deney grubunda yapılan uygulamanın başarıyı artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Deney grubuna benzer şekilde, kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının tümünün ön testteki başarı puanlarının son testte arttığını görmek mümkündür. Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının puanlarındaki artış oranlarına bakıldığında, artış oranlarının +6 ile +20 arasında değiştiğini göstermektedir. Yine Tablo 4'de görüldüğü üzere, kontrol grubundaki öğrencilerin ortalama puanları ön testte 18,46 puan iken son testte ortalama +11,83 artışla son testte 30,29 puana yükselmiştir. Her iki gruptaki öğretmen adaylarının ön testteki başarılarının son testte arttığı gözlenmekle birlikte, her bir öğretmen adayının gerek bireysel artışları gerekse de ortalama artışları deney grubunda kontrol grubuna nazaran daha fazla olduğunu söylemek

mümkündür. Bahsedilen akademik başarıların artışının istatistiksel anlamda hangi grupta daha fazla olduğunu belirlemek amacıyla istatistiksel çalışmalar yapılmıştır. Öğretmen adaylarının başarı puanlarının, parametrik testler kullanarak mı yoksa parametrik olmayan testler kullanarak mı analiz edileceğine karar verebilmek için verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlemeye yönelik istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu çalışmada verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlemeye yönelik Shapiro-Wilk uygunluk testleri kullanılmıştır. Bunun nedeni deney ve kontrol gruplarında toplam örneklem sayısı 50'den az olmasıdır (Demir, Saatçioğlu ve İmrol, 2016). Tablo 5' de başarı testin ön ve son uygulamasına ilişkin Shapiro-Wilk normallik test bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 5. ABT'nin Ön ve Son Uygulamasına Ait Shapiro-Wilk Normallik Test Bulguları

		Shapiro-Wilk		
		İstatistik	df	p
Ön Test	Kontrol	0,98	24	0,88
	Deney	0,94	22	0,22
Son Test	Kontrol	0,96	24	0,37
	Deney	0,97	22	0,61

Tablo 5'de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerinin ön başarı testinden aldıkları toplam puanların Shapiro-Wilk testi sonuçları (kontrol grubu için p değeri 0.88 ve deney grubu için p değeri 0,22) her iki gruptaki başarı puanları için p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için ($p>0,05$) normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerinin son başarı testinden aldıkları toplam puanların Shapiro-Wilk testi sonuçları (kontrol grubu için p değeri 0.37 ve deney grubu için p değeri 0,61), her iki gruptaki başarı puanları için p değerleri 0,05'ten büyük olduğu için ($p>0,05$) normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön ve son testleri normal dağılım gösterdiğinden dolayı parametrik olan testlerden yararlanarak analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubunun her birinin ön ve son testlerdeki başarılarının arttığı Tablo 4'deki artış ve ortalama artışlardan görülebilmektedir. Fakat bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için hem deney hem de kontrol grubunun ön ve son testleri arasında bağımlı grup t-testi yapılmıştır. Yapılan bağımlı grup t- testi sonuçları deney grubu için Tablo 6'de ve kontrol grubu için ise Tablo 7'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 6. Deney Grubunun ABT'nin Ön ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-testi ile Karşılaştırılması

		N	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Ön Test- Son Test	Deney	22	15,77	3,26	21	-30,37	0,00
	Grubu	22	32,00	1,85			

Tablo 7. Kontrol Grubunun ABT'nin Ön ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-Testi İle Karşılaştırılması

		N	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Ön Test- Son Test	Kontrol	24	18,46	3,79	23	-17,26	0,00
	Grubu	24	30,29	1,76			

Tablo 6 ve Tablo 7'de görüldüğü üzere, hem deney grubunun [$t(21)=-30,37$, $p=0,00<0,05$] hem de kontrol grubunun [$t(21)=-17,26$, $p=0,00<0,05$] ön ve son ABT puanları arasında yapılan karşılaştırmalarda anlamlı düzeyde farklılık olduğu görülmektedir. Bu sonuç, her iki laboratuvar çalışmasının da öğretmen adaylarının başarılarını anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Hangi grupta yapılan laboratuvar çalışmalarının daha fazla artırdığını belirlemek amacıyla da karşılaştırmalar yapılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanlarının normal dağılım gösterdiğinden dolayı, ön test başarı puanlarının karşılaştırmasında her iki grup arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek için parametrik testlerden bağımsız grup t-testi analiz sonuçları kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemeye yönelik yapılan bağımsız grup t-testi ile yapılan karşılaştırma analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Deney ve Kontrol Grubunun ABT'nin Ön Test Puanlarının Bağımsız Grup t-testi ile Karşılaştırılması

		N	Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Serbestlik Derecesi (sd)	t	p
Ön Test	Kontrol	24	18,46	3,79	44	2,56	0,014
	Deney	22	15,77	3,26			

Tablo 8'deki veriler incelendiğinde, kontrol grubunun 40 soruluk başarı testinin ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması 18,46, standart sapması 3,79 olduğu görülmektedir. Deney grubunun başarı testinin ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalaması ise 15,77; standart sapması ise 3,26 olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun başarı testi ön testinden aldıkları toplam puanların arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(44)=2,560$, $p=0,014<0,05$]. Bu sonuç, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön test başarı puanlarının deney grubuna nazaran daha fazla olduğunu göstermektedir. Tablo 8'deki veriler deney ve kontrol gruplarının başarı ön test puanları arasında fark olduğunu gösterdiğinden dolayı uygulama sonrası başarı puanları karşılaştırılması için kovaryans analizi (ANCOVA) yapılmıştır. Kovaryans analizinin doğru sonuçlar verebilmesi için bazı şartları yerine getirmesi gerekmektedir (Can, 2014). Bunlardan birincisi korelasyon yani ön test başarı puanları ile bağımsız değişken yani son test başarı puanları arasında doğrusal bir ilişki olmasıdır. Bunu sınamak için ön ve son test başarı puanları arasındaki basit doğrusal korelasyona bakılmıştır. SPSS yardımıyla yapılan korelasyon analizinden elde edilen veriler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubunun Ön ve Son Test ABT Puanları Arasındaki Korelasyon

		Ön Test	Son Test
Ön Test	Pearson Korelasyon	1	0,301*
	p (iki yönlü)		0,042
	N	46	46
Son Test	Pearson Korelasyon	0,301*	1
	p (iki yönlü)	0,042	
	N	46	46

Tablo 9'daki verilere göre, deney ve kontrol grubun ön ve son başarı test puanları arasında doğrusal ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için yapılan basit doğrusal korelasyon işlemi ön ve son başarı test puanları arasında pozitif yönde ve anlamlı düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir ($r=0,301$, $p=0,042<0,05$). Kovaryans analizinin doğru sonuçlar verebilmesi için yerine getirmesi gereken şartlardan ikincisi kıyaslanacak grupların her birisi için, bağımlı değişkene ait puanlar normal dağılım sergilemeli ve varyansları eşit olmalıdır (Can, 2014). Deney ve kontrol grubundaki ön ve son başarı testleri puanları normal dağılım göstermektedir (Tablo 5; $p>0,05$). Deney ve kontrol grubunun bağımlı değişken olan son teste ait varyansların eşitliğini sınamak için Levene Testi yapılmıştır. SPSS yardımıyla yapılan Levene testinden elde edilen veriler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Grubunun Bağımlı Değişkene Ait Varyansların Eşitliğinin Levene Testi İle Sınanması

F	Serbestlik Derecesi (sd1)	Serbestlik Derecesi (sd2)	p
0,307	1	44	0,582

Tablo 10’da görüldüğü gibi, varyansların eşitliğini sınamak için yapılan Levene Testi’ne göre $p=0,582>0,05$ olduğu için “grupların varyansları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur” şeklindeki yokluk hipotezi kabul edilmiştir. Bundan dolayı, grupların varyansları, aralarında anlamlı fark olmadığı için eşit olduğu söylenebilir. Kovaryans analizinin doğru sonuçlar verebilmesi için yerine getirmesi gereken şartlardan üçüncüsü; gruplardaki regresyon katsayıları (regresyon doğrularının eğimleri) homojen (eşit) olmalıdır (Can, 2014). Bu koşulu yerine getirip getirmediğini belirleyebilmek için SPSS paket programı yardımıyla kategorik değişken (grup) ve kovaryans değişkenin (yani ön test başarı puanları) eğimlerinin eşit olup olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Kategorik değişken (grup) ve kovaryans değişkenin (ön test başarı puanları) eğimlerinin eşitliğine ilişkin yapılan regresyon analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (sd)	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare (η^2)
Düzeltilmiş Model	79,061 ^a	3	26,35	11,36	0,00	0,45
Sabit	1239,94	1	1239,94	534,70	0,00	0,93
Ön Test	45,37	1	45,37	19,57	0,00	0,32
Grup	0,003	1	0,003	0,001	0,97	0,00
Grup-Ön Test	3,009	1	3,009	1,29	0,26	0,03
Hata	97,39	42	2,32			
Toplam	44693,00	46				
Düzeltilmiş Toplam	176,46	45				

a: $R^2 = 0,45$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,41$)

Tablo 11’deki verilere bakıldığında, kategorik değişken (grup) ve kovaryans değişkeni (ön test başarı puanları) karşılaştırılmasına ilişkin hesaplanan $p= 0,26$ değeri $0,05$ ’den büyük olduğu görülmektedir ($p>0,05$ ve $R^2 = 0,45$; Düzeltilmiş $R^2 = 0,41$). $p>0,05$ olduğu için kategorik değişken (grup) ve kovaryans değişkeninin (ön test başarı puanları) regresyon eğimleri eşit olduğu söylenebilir. Kovaryans analizinin doğru sonuçlar verebilmesi için yerine getirmesi gereken şartlar sağlandıktan sonra, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test başarı toplam puanları ile düzeltilmiş son test toplam puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla veriler tek faktörlü kovaryans (ANCOVA) SPSS paket programı yardımıyla analizi yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının başarı testinden elde

edilen puanların ön test ile düzeltilmiş son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikleri Tablo 12’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 12: Deney ve Kontrol Grubunun Başarı Puanlarının Ön Testte Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Betimsel İstatistikler

Grup	Ön Test		Son Test		Düzeltilmiş Son Test	
	Aritmetik Ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Aritmetik ortalama (\bar{x})	Standart Sapma (S)	Aritmetik ortalama (\bar{x})	Standart Hata
Kontrol	18,46	3,79	30,29	1,76	29,94	0,32
Deney	15,77	1,76	32,00	1,85	32,39	0,34

Tablo 12’de görüldüğü üzere, deney ve kontrol grubunda öğrenim gören öğretmen adaylarının uygulama öncesi başarı testi ortalama puanı sırasıyla 15,77 ve 18,46 iken, bu ortalamalar uygulama sonrasında düzeltilerek sırasıyla 29,94 ve 32,39 olmuştur. Deney ve kontrol gruplarının başarı testinin düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farkın oluşup oluşmadığını belirlemek amacıyla kovaryans analizi uygulanmıştır. SPSS paket programıyla yapılan tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) analizi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13 Deney ve Kontrol Grubunun Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (Sd)	Kareler Ortalaması	F	p
Ön Test	42,55	1	42,55	18,22	,000*
Grup	60,04	1	60,04	25,71	,000*
Hata	100,41	46	2,33		

* $p < 0,05$ olduğundan fark anlamlıdır.

Tablo 13’deki veriler incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanlarını kontrol altında tutarak düzeltilmiş ortalamaları karşılaştıran ANCOVA analizi sonuçlarına göre; deney grubu ve kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının son test başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($F_{(1-46)}=25,71$, $p=0,00 < 0,05$). Bu sonuç, deney grubunda yapılan TAGTaA destekli laboratuvar uygulamalarının kontrol grubunda yapılan doğrulama laboratuvar uygulamalarına nazaran öğretmen adaylarının akademik başarı puanlarını daha fazla artırdığını göstermektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışma, literatürde önceden kavramsal değişimi gerçekleştirmek üzere kullanılan tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA yönteminin (Abdullah vd., 2017; Coştu, 2008; Coştu, vd., 2010; 2012; Demircioğlu, 2017; Halimah vd., 2019) laboratuvarında kullanılması noktasında yeniden kurgulanmasına ihtiyaç olduğundan hareketle planlanmış ve uygulanmıştır. Bu çalışmada, tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA yöntemi, gözlem öncesi tartışma safhası çıkarılarak revizyona uğratılmış ve Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) yöntemi olarak fen laboratuvar çalışmalarını desteklemek amacıyla literatüre yeni bir katkı olarak kullanılmıştır. Bu yöntem kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmalarının literatürdeki benzetmesiyle yemek tarifi şeklinde uygulanan doğrulama laboratuvar yaklaşımına nazaran öğretmen adaylarının akademik başarılarına olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışma sonunda birinci ve ikinci araştırma sorusu kapsamında yapılan analizler; hem deney ve hem de kontrol grubundaki her bir öğretmen adayının ön ve son testlerdeki başarılarının arttığı ortalama artışlardan rahatlıkla görülebilmektedir (Tablo 4). Fakat bu artışların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan bağımlı grup t-testi sonunda, her iki grubun ön ve son ABT puanları arasında yapılan karşılaştırmalarda anlamlı düzeyde farklılık olduğu görülmüştür. Bu sonuç, her iki laboratuvar uygulamasının da öğretmen adaylarının başarılarını anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Bu sonuç, literatürdeki çalışmalara benzer şekilde (Bilen ve Aydoğdu, 2012; Boyd-Kimball ve Miller, 2018; Hofstein ve Lunetta, 1982; 2004; Itzek-Greulich vd., 2017; Şeşen ve Tarhan, 2013) laboratuvar çalışmaları hangi şekilde uygulanırsa uygulansın soyut kavramlarının somutlaştırmada önemli öğrenme ortamları olduğunu bir kez daha ispatlamıştır.

Çalışma sonunda üçüncü araştırma problemi kapsamında yapılan analizler sonunda; deney ve kontrol grubunun başarı testi ön testinden aldıkları toplam puanların arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(44)=-2,560$, $p=0,014<0,05$]. Bu sonuç, kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön test başarı puanlarının deney grubuna nazaran daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, ilgili literatürde sık rastlanan bir durum olmadığı söylenebilir. Literatürde deneysel model olarak uygulanan yeni bir yöntemin geleneksel yöntemle kıyaslandığı araştırmaların büyük çoğunluğunda (Şeşen ve Tarhan, 2013; Ural, 2016), ön test başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı kolaylıkla görülebilir. Böylesine bir sonucun bu çalışmada bulunması, yani kontrol grubundaki öğrencilerin deney grubundakilere nazaran daha başarılı olması durumu bir bakıma beklenen bir sonuç olarak değerlendirmek de mümkündür. Çünkü çalışma kapsamında ele alınan

konu/kavramlar öğretmen adaylarının önceki öğretim safhalarında (örneğin lise seviyesi ve lisans seviyesinde) ilgili konu ya da kavramlarla ilgili öğrenme sürecine defalarca katılmalarından kaynaklandığına inanılmaktadır. Ayrıca, çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak kullanılan akademik başarı testi önceden çıkmış sorulardan ve mevcut soru bankalarından yararlanılarak hazırlanmasından ve bundan dolayı da öğretmen adaylarının bu sorulara aşina olmasından da kaynaklanabilir.

Çalışma sonunda dördüncü araştırma problemi kapsamında yapılan analizler sonunda (bkz. Tablo 12), her iki gruptaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi başarı testi ortalama puanı son testte yükselmiştir. Bu yükselmelerde de görüldüğü üzere, deney grubundaki yükselişin sayısal olarak daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Bu yükselişin anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki grubun ön testlerde anlamlı farklılıklar gözlemlendiğinden dolayı, grupların akademik başarı puanlarının karşılaştırmak için tek faktörlü ANCOVA istatistiksel analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda; deney ve kontrol gruplarının başarı testinin ön ve düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ($F_{(1-46)}=25,71, p=0,00 < 0,05$). Bu sonuç, deney grubunda yapılan Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) destekli laboratuvar çalışmalarının kontrol grubunda yapılan doğrulama laboratuvar çalışmalarına nazaran öğretmen adaylarının akademik başarı puanlarını daha fazla artırdığını göstermektedir. Bir başka deyişle, TAGTaA destekli laboratuvar çalışmaları öğretmen adaylarının başarıları üzerinde daha fazla etkisinin olduğunu göstermiştir. TAGTaA destekli laboratuvar çalışmalarına yönelik bu çalışmada sunulan laboratuvar çalışmaları, ilgili literatürde daha önceden uygulanmadığından dolayı mevcut çalışmalarla olan ilişkisini ortaya koymak biraz zor olmuştur. Fakat bununla birlikte, TAGTaA yönteminin çıkış noktası olan TGA yöntemi ve sonrasında tartışmalarla zenginleştirilmiş hâli olarak literatürde kullanılan yöntemlerle sonuçları karşılaştırılabilmesi mümkündür. İlgili literatürde geleneksel ya da doğrulama laboratuvar yaklaşımı ile TGA destekli laboratuvar yaklaşımlarının kıyaslandığı fen bilgisinin farklı konu ya da kavramlarıyla ilgili yapılan araştırmalarda (Ayvacı ve Durmuş, 2016; Bilen ve Aydoğdu, 2010; Bilen vd., 2011; Bilen ve Aydoğdu, 2012; Tokur, 2011; Güngören ve Özkan, 2017-b; Kozcu-Çakır vd., 2017) da bu çalışmaya benzer şekilde TGA destekli laboratuvar çalışmalarının öğrenci başarılarını daha fazla artırdığı belirlenmiştir. Bu açıdan bu çalışmanın sonucu ilgili literatürle paralellik göstermektedir. TGA destekli yapılan laboratuvar çalışmaları öğrencilerin akademik başarıyı artırmanın yanı sıra kalıcılığı artırmada (Güngören ve Özkan, 2017b; Tokur, 2011; Uyanık, 2017) da olumlu etkilerinin de olduğu da ilgili literatürde tespit edilmiştir. TGA destekli yapılan

araştırmalar, tüm seviyelerdeki öğrencilerde hatta okul öncesi öğrencilerde (Sağirekmekçi, 2016) bile akademik başarılarını artırdığı da belirlenmiştir. TGA destekli deneysel etkinliklerin öğrencilerin sadece akademik başarıları üzerine değil, öğrencilerin kavramsal anlamalarına (Mutlu ve Şeşen, 2016), kavram yanılgılarının giderilmesine (Tiftikçi vd., 2017) ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine (Güngören ve Özkan, 2017b; Kozcu-Çakır vd., 2017) etkisi olduğu da ilgili literatürde de belirlenmiştir. TGA destekli laboratuvar çalışmalarının etkisinin araştırıldığı bilimsel araştırmalardakine benzer şekilde TGA yönteminden yararlanarak oluşturulan TAGA (Bajar-Sales vd., 2015; Ebenezer ve Connor, 1998) ve TTaAGTaA (Coştu, 2008; Coştu vd., 2012) destekli etkinliklerde de öğrencilerin başarılarını artırmada TGA'ya benzer şekilde olumlu sonuçlar alındığı ilgili literatürde belirtilmektedir. TGA destekli uygulanan yöntemlerden esinlenerek bu çalışmada sunulan TAGTaA destekli laboratuvar çalışmaları TGA'dan farklı olarak gözlem öncesi açıklama ve gözlem sonrası da tartışmalarının eklenmesi öğrencilerin sorgulama yapmaları ve deney grubundaki öğrencilerin farklı düşüncelerini görüp kendi düşünceleri ile de kıyaslaması yöntemi daha da kullanışlı bir duruma gelmesine katkı sağlamıştır (Coştu, 2008; Coştu vd, 2010; 2012; Demircioğlu, 2017). Tüm bahsedilen olumlu sonuçlar bağlamında, bu çalışmada geleneksel ya da doğrulama laboratuvar çalışmalarına alternatif olarak sunulan TAGTaA destekli laboratuvar çalışmaları, öğretmen adaylarının temel fen kavramlarında gerek kavramsal anlamaları ve başarılarını artırmak ve gerekse de bilimsel süreç becerilerini kazandırmada kullanılabileceğine inanılmaktadır.

Makalenin Bilimdeki Konumu

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Fen Bilgisi Eğitimi

Makalenin Bilimdeki Özgünlüğü

Fen kavramlarının etkili bir biçimde öğretilmesinde ve öğrenilmesinde en önemli öğrenme ortamlarından biri, fen laboratuvarıdır. Laboratuvar çalışmalarını etkili kılmak amacıyla, doğrulama yaklaşımlara alternatif olan yeni yöntem ve yaklaşımlar literatürde ele alınmıştır. Bu yaklaşımlardan biri de TGA destekli laboratuvar çalışmalarıdır. Yakın geçmiş zamanda TGA yöntemi, tartışmalarla zenginleştirilmiş ve birçok araştırmada kullanılmıştır. Tartışmalarla zenginleştirilmiş bu yöntem detaylı incelendiğinde, TGA yönteminde gözlem safhasının öncesinde ve sonrasında tartışmalar yapmak suretiyle zenginleştirildiği görülmektedir. Bu yöntem literatürde etkili olarak ifade edilse dahi, öğrencilerin gözlem öncesi tartışmalar yapması yapılacak deneyin sonucuna ilişkin bazı ipuçları yakalaması ya da öğretmenin gözlemlerle ilgili ipuçları vermesi açısından problem olabileceğinden hareketle, yöntemdeki gözlem öncesi tartışma ortamı çıkarılarak kullanılmasının uygun olacağına



inanılmıştır. Bu sebepten, literatüre yeni ve orijinal bir katkı olarak tartışmalarla zenginleştirilmiş TGA yöntemi (TaTGA) yerine bu yöntemden esinlenerek yeniden kurgulanmış Tahmin Et-Açıkla-Gözle-Tartış-Açıkla (TAGTaA) yöntemi laboratuvar çalışmalarını desteklemek için bu çalışmada kullanılmıştır. Bu açıdan literatüre önemli katkılar yapacağına inanılmaktadır.

Kaynaklar

- Abdullah, M.N.S., Mat Nayan, N.A., Mohamad Hussin, F. (2017) A Study on Addressing Students' Misconceptions About Condensation Using the Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain (PDEODE) Strategy. In: Karpudewan M., Md Zain A., Chandrasegaran A. (eds) *Overcoming Students' Misconceptions in Science*. Springer, Singapore.
- Ayas, A., Akdeniz, A. R. ve Çepni, S. (1994). Fen bilimlerinde laboratuvarın yeri ve önemi-I. *Çağdaş Eğitim*, 19, 21-25.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A. R. (1994). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın yeri ve önemi-II. *Çağdaş Eğitim*, 205, 7-11.
- Ayvacı, H. Ş. ve Durmuş, A. (2016). TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “ısı ve sıcaklık” konusunda akademik başarılarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(39), 101-118.
- Bajar-Sales, A., Avilla, R. A. ve Camacho, V. M. I. (2015). Predict-explain-observe-explain (PEOE) Approach: Tool in relating metacognition to achievement in chemistry. *Electronic Journal of Science Education*, 19(7), 1-21.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2010). Bitkilerde fotosentez ve solunum kavramlarının öğretiminde tga (tahmin et-gözle-açıkla) stratejisinin kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 179-194.
- Bilen, K. ve Aydoğdu, M. (2012). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 11(1), 49-69.
- Bilen, K., Köse, S. ve Uşak, M. (2011). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının osmoz ve difüzyon konusunu anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 115-127.



- Bilen, K., Özel, M. ve Köse, S. (2016). Using action research based on the predict-observe-explain strategy for teaching enzymes. *Turkish Journal of Education*, 5(2), 72-81.
- Boyd-Kimball, D. ve Miller, K. R. (2018). From cookbook to research: Redesigning an advanced biochemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 62-67.
- Brownell, S. E., Kloser, M. J., Fukami, T. ve Shavelson, R. (2012). Undergraduate biology lab courses: comparing the impact of traditionally based" cookbook" and authentic research-based courses on student lab experiences. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 36-45.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Coştu, B. (2008). Learning science through PDEODE teaching strategy: helping students make sense of everyday situations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(1), 3-9.
- Coştu, B. ve Karataş, F. Ö. (2015). *Kimya öğretimi* (Editör, M. Sözbilir ve A. Ayas) Tahmin-tartış-açıkla-gözle-tartış-açıkla (TaTGA) yöntemi ve kimya öğretiminde uygulama örnekleri. (pp. 345-365). Ankara: Pegem Akademi.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Niaz, M. (2010). Promoting conceptual change in first year students' understanding of evaporation. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 5-16.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1), 47-67.
- Coştu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F.Ö. (2005). Determining preservice science teachers' competences in preparing solutions and in use of laboratory tools. *Hacettepe University Journal of Education*, 28, 65-72.
- Coştu, B., Karataş, F. Ö. ve Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 33-48.
- de Sousa, L. O., Hay, E. A. ve Liebenberg, D. (2019). Teachers' understanding of the interconnectedness of soil and climate change when developing a systems thinking concept map for teaching and learning. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(4), 324-342.
- Demir, E, Saatçioğlu, Ö. ve İmrol, F. (2016). Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi. *Current Research in Education*, 2(3), 130-148.



- Demircioğlu, H. (2017). Effect of PDEODE teaching strategy on Turkish students' conceptual understanding: Particulate nature of matter. *Journal of Education and Training Studies*, 5(7), 78-90.
- Demircioğlu, H. ve Atasoy, Ş. (2006). Çalışma yapraklarının geliştirilmesine yönelik bir model önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 71-79.
- Ebenezer, J. V. ve Connor, S. (1998). Learning to teach science: A model for the 21 century. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Simon and Schuster/A. Viacom Company.
- Feyzioğlu, B., Demirbağ, B., Ateş, A., Çobanoğlu, İ., Altun, E. ve Akyıldız, M. (2011). Students' views on laboratory applications: Izmir sample. *Elementary Education Online*, 10(3), 1208-1226.
- Güngör, S. N. ve Özkan, M. (2017-a) Fen bilgisi öğretmen adaylarına ağızda nişasta sindiriminin tga (tahmin-gözlem-açıklama) yöntemiyle öğretimi: Amilaz örneği. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 30-54.
- Güngör, S. ve Özkan, M. (2017-b). Fen bilgisi öğretmen adaylarına tahmin-gözlem-açıklama (TGA) yöntemiyle biyoloji konularının öğretiminin başarı, kalıcılık ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 1-29.
- Haglund, J., Jeppsson, F., Hedberg, D. ve Schönborn, K. J. (2015). Thermal cameras in school laboratory activities. *Physics Education*, 50(4), 424.
- Halimah, M., Langitasari, I. ve Solfarina, S. (2019). Application of PDEODE learning model to increase student's kps in buffer solution. *Jurnal Profesi Keguruan*, 5(1), 15-22.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M., ve Trautwein, U. (2017). Effectiveness of lab-work learning environments in and out of school: A cluster randomized study. *Contemporary Educational Psychology*, 48, 98-115.
- Jafer, Y. J. (2020). Assessing Kuwaiti pre-service science teachers' greenhouse effect perceptions and misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 657-667.



- Karaer, G., Karademir, E. ve Tezel, Ö. (2019). Sınıf öğretmen adaylarının fen laboratuvarında argümantasyon tabanlı öğretime yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 217-241.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi* (24. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Koretsky, M., Kelly, C. ve Gummer, E. (2011). Student perceptions of learning in the laboratory: Comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories. *Journal of Engineering Education*, 100(3), 540-573.
- Kozcu-Çakır, N., Güven, G. ve Özdemir, O. (2017). TGA stratejisinin genel biyoloji laboratuvar uygulamalarında etkililiğine ilişkin bir araştırma. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 2014-2035.
- Kumandaş, B., Ateskan, A. ve Lane, J. (2019). Misconceptions in biology: a meta-synthesis study of research, 2000–2014. *Journal of Biological Education*, 53(4), 350-364.
- Küçük, M., ve Geçit, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Liew, C.W. ve Treagust, D.F. (1998). The effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement. Paper Presented at the Annual Meeting of The American Educational Research Association, San Diego.
- Liew, C.W. (1995). A Predict-Observe-Explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers Journal*, 41(1), 68-72.
- Mutlu, A. ve Şeşen, B. A. (2016). Predict-observe-explain tasks in chemistry laboratory: Pre-service elementary teachers' understanding and attitudes. *Sakarya University Journal of Education*, 6(2), 184-208.
- Neidorf, T., Arora, A., Erberber, E., Tsokodayi, Y. ve Mai, T. (2020). An Introduction to Student Misconceptions and Errors in Physics and Mathematics. In *Student Misconceptions and Errors in Physics and Mathematics* (pp. 1-10). Springer, Cham.
- Nicolaidou, V., Nicolaou, P. ve Nicolaou, S. A. (2019). Transforming a cookbook undergraduate microbiology laboratory to inquiry based using a semester-long PBL case study. *Advances in Physiology Education*, 43(1), 82-92.
- Prescott, J. R. ve Anger, C. D. (1970). Removing the "cook book" from freshman physics laboratories. *American Journal of Physics*, 38(1), 58-64.



- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H. ve Resnick, L. B. (2000). Naïve physics reasoning: A commitment to substance-based conceptions. *Cognition and Instruction*, 18, 1-34.
- Robson, C. ve McCartan, K. (2016). *Real world research*. U.K: John Wiley & Sons.
- Russell, C. P., ve French, D. P. (2001). Factors affecting participation in traditional and inquiry-based laboratories. *Journal of College Science Teaching*, 31(4), 225.
- Sağirekmekçi, H. (2016). *Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) stratejisine dayalı fen ve doğa etkinliklerinin, okul öncesi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve bilişsel alan yeteneklerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Savander-Ranne, C. ve Koları, S. (2003). Promoting the conceptual understanding of engineering students through visualization. *Global Journal of Engineering Education*, 7(2), 189–199.
- Seven, M.A. ve Engin, A.O. (2018). Fen bilimleri eğitiminde laboratuvarın önemi. *TURAN: Stratejik Araştırmalar Merkezi*, 10(38), 256-265.
- Singer, M. L. Hilton, H. A. ve Schweingruber (Eds.). (2005). *National Research Council US. America's lab report: Investigations in high school science* (Vol. 3). Washington DC: National Academies Press.
- Şeşen, B. A. ve Tarhan, L. (2013). Inquiry-based laboratory activities in electrochemistry: High school students' achievements and attitudes. *Research in Science Education*, 43(1), 413-435.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*, 14. Baskı, Ankara: Yargı Yayınevi.
- Terci, H., Karamustafaoğlu, O. ve Sontay, G. (2018). Manyetizma konusunda tahmin-gözlem-açıklama stratejisine dayalı alternatif bir deney etkinliği ve fizik öğretmenlerinin görüşleri. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-20.
- Tiftikçi, H. İ., Yüksel, İ., Koç, A. ve Çıbık, A. S. (2017). Tahmin gözlem açıklama yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve başarıya etkisi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 19-29.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme gelişme konusunu anlamalarına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Uluçınar, Ş., Cansaran, A. ve Karaca, A. (2004). Fen bilimleri laboratuvar uygulamalarının değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 465-475.



- Ural, E. (2016). The effect of guided-inquiry laboratory experiments on science education students' chemistry laboratory attitudes, anxiety and achievement. *Journal of Education and Training Studies*, 4(4), 217-227.
- Uyanık, G. (2017). Fen bilimleri öğretiminde tahmin-gözlem-açıklama yönteminin akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi*, 3(1), 1-13.
- White, R.T. ve Gunstone, R.F. (1992). *Probing understanding*, London: The Falmer Press.
- Wolf, S.J. ve Fraser, B.J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle-school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38, 321-341.


Ek 1. Deney Grubunda Uygulanan Örnek Bir Çalışma Yaprağı (ÇY 9)

RAOULT KANUNU

Deneysel Etkinlik 2

Malzemeler: 3 tane beher, 3 adet termometre, elektrikli ısıtıcı, su, zeytinyağı

3 tane beher alınız. Şekildeki gibi bu beherlerden birine 100 ml su, diğerine 100 ml zeytinyağı ve sonuncusuna ise 50 ml su ile birlikte 50 ml zeytinyağı koyunuz. Her üç kabı da elektrikli ısıtıcının üzerine yerleştiriniz ve ısıtmaya başlayınız.



• 3 beheri elektrikli ısıtıcı yardımıyla kaynatınız. Kaynamaya başladığında her bir beherdeki kaynama sıcaklıklarını termometre yardımıyla belirleyiniz.

RAOULT KANUNU

Adı ve Soyadı: Grup No:

Deneyin konusu: Raoult Kanunu

Deneyin Adı: Kaynama Sıcaklığı Neden Arttı Acaba?

Araştırma Sorusu: Çözeltiler ve karışımların kaynama noktaları saf çözücüsüne göre nasıl değişir?

Kullanılacak Araç-Gereçler: 3 tane beher, 3 adet termometre, elektrikli ısıtıcı, su, zeytinyağı

Deneyin Yapılış Aşamaları:

- 3 tane beher alınız. Şekildeki gibi bu beherlerden birine 100 ml su, diğerine 100 ml zeytinyağı ve sonuncusuna ise 50 ml su ile birlikte 50 ml zeytinyağı koyunuz. Her üç kabı da elektrikli ısıtıcının üzerine yerleştiriniz ve ısıtmaya başlayınız.
- 3 beheri elektrikli ısıtıcı yardımıyla kaynatınız. Her bir beherdeki kaynama sıcaklıklarını termometre yardımıyla belirleyiniz.
- Su, zeytinyağı ve karışımın (zeytinyağı su) kaynama sıcaklıklarını gözlemleyiniz. Neler gözlemlediğinizi not ediniz. Su, zeytinyağı ve karışımın (zeytinyağı su) kaynama sıcaklıklarını kıyaslayınız.

Gözlemlerim:

Soru: Su, zeytinyağı ve karışımın (zeytinyağı su) kaynama sıcaklıkları arasında böylesine bir ilişki olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.

Deneyin Sonucu:

Ek 2. Kontrol Grubunda Uygulanan Örnek Bir Çalışma Kâğıdı

Deneyin Sonucunda Neler Öğrendik?

Kullanılacak Araç-Gereçler: 3 tane beher, 3 adet termometre, elektrikli ısıtıcı, su, tuz, terazi

Deneyin Yapılış Aşamaları:

- 3 tane beher alınız. Şekildeki gibi bu beherlerden birine 100 ml saf su, diğerine 100 ml saf su içinde 5 g yemek tuzu çözünüz ve sonuncusuna ise 100 ml su içerisinde 10 g yemek tuzu çözünüz. Her üç kabı da elektrikli ısıtıcının üzerine yerleştiriniz ve ısıtmaya başlayınız.
- Beherlerin içindeki sıvı maddeleri elektrikli ısıtıcı yardımıyla kaynatınız. Kaynamaya başladığında her bir beherdeki kaynama sıcaklıklarını termometre yardımıyla belirleyiniz.
- Her üç beherin kaynama sıcaklıklarını gözlemleyiniz. Neler gözlemlediğinizi not ediniz. Her üç beherdeki sıvıların kaynama sıcaklıklarını kıyaslayınız.

Gözlemlerim:

Soru: Her üç beherdeki sıvıların kaynama sıcaklıkları arasında böylesine bir ilişki olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.

Deneyin Sonucu:

Deneyin Sonucunda Neler Öğrendik?



Summary

Statement of Problem

Science lessons contain many abstract concepts difficult to visualize and understand. One of the most important learning environments in concretizing the abstract concepts and providing effective teaching is the science laboratory. In the relevant literature, the results indicated that the teaching using the science laboratory has many benefits on science learners (Hofstein and Lunetta, 1982; 2004; Ural, 2016). Despite such benefits of science laboratory, it was stated that our schools cannot benefit from them effectively due to limited laboratory facilities and physical deficiencies (Ayas, Çepni, and Akdeniz 1994; Cansaran, and Karaca, 2004; Coştu, Ayas, Çalık, Ünal, and Karataş, 2005; Uluçınar, Koretsky, Kelly, and Gummer, 2011; Seven and Engin, 2018).

In order to make science laboratory effective, new methods and approaches that are alternative to traditional approaches were introduced in the literature. One of them is POE based science laboratory and it has been recently used in many science education studies (Bilen and Aydoğdu, 2012; Bilen, Köse, and Uşak, 2011; Bilen, Özel, & Köse, 2016; Haglund, Jeppsson, Hedberg, and Schönborn, 2015; Güngör and Özkan, 2017; Tereci, Karamustafaoğlu and Sontay, 2018; Tiftikçi, Yüksel, Koç and Çıbık, 2017). Similarly, the POE method enriched by the discussions has been used in many science education studies (Abdullah, Nayan, and Hussin, 2017; Coştu, Ayas, and Niaz, 2010; 2012; Demircioğlu, 2017; Halimah, Langitasari, and Solfarina, 2019; Savander-Ranne and Kolari, 2003). When the POE enriched with discussions, was examined in detail, it was seen this method enriched by making discussions before and after the observation phase of POE. Even though this method was described as an effective way to teach science concepts in the relevant literature, it was believed that it should be more appropriate to use by removing discussion before the observation phase. It may be problematic that discussions before the observation provide students to catch some clues about the result of the experiment or the teacher possibly gave a few clues about the observation. For this reason, the Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE) method, inspired by PDEODE, was used in this study to promote the science laboratory studies, as a new and original contribution to the science education literature. In the parallel to all the criticisms, this study aimed to investigate the effectiveness of Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE) based science laboratory on the academic achievement of pre-service science teachers. For this purpose, following four research questions were sought to be answered in the study.

- (1) Is there any significant difference between the pre- and post- academic achievement tests of the pre-service science teachers in the experimental group?
- (2) Is there any significant difference between the pre- and post- academic achievement tests of the pre-service science teachers in the control group?
- (3) Is there any significant difference between the pre-academic achievement tests of the pre-service teachers in the experimental and control groups?
- (4) Is there any significant difference between the post- academic achievement tests of the pre-service teachers in the experimental and control groups?

Method

In the study, a quasi-experimental model was utilized and a total of 46 pre-service science teachers were selected as the sample. Two randomly selected groups, one of which was experimental ($n = 22$) and the other was control ($n = 24$) were used in the study. While the control group participated in traditional laboratory work, the experimental group took part in POE enriched with discussions, that is Predict-Explain-Observe-Discuss-Explain (PEODE) based laboratory work. Laboratory works about fundamental science concepts were carried out in both groups for a total of 18 hours in total 9 weeks, two hours a week (see Table 2). An academic achievement test consisting of 40 items (see Table 3) was applied to the sample as a pre- and post-test in order to determine the effect of the laboratory works on pre-service science teachers' academic achievement. The data obtained from the tests were analyzed via depended group t-test, independent group t-test and ANCOVA.

Findings

As can be seen in Table 4, it was possible to see that in both the experimental and control groups all pre-service science teachers' scores increased from the pre-test to the post-test. Considering the rate of increase in the experimental group, it was seen that the rate of increase varies between +11 and +21. Considering the rate of increase in the control group, it was seen that the rate of increase varies between +6 and +20. Statistical analyzes were conducted in order to reveal in which group the increase in the achievement was more statistically. For this, firstly, Shapiro-Wilk test results due to the total sample less than 50 (Demir, Saatçioğlu, and İmrol, 2016) were utilized to determine whether or not the scores showed normal distribution. The Shapiro-Wilk test results of the total pre- and post-test scores in both groups (for pre-test; $p=0.88$ for control group and $p=0.22$ for the experimental group, for post-test; $p=0.37$ for the control group and $p=0.61$ for the experimental group) demonstrated that the scores showed a normal distribution ($p > 0.05$, see Table 5). Thus, parametric statistical analyzes were made. The

dependent group t-test was conducted between the pre- and post- tests of both groups (Tables 6 and 7). As seen in Table 6 and 7, in both the experimental group [$t(21) = -30.37, p = 0.00 < 0.05$] and the control group [$t(21) = -17.26, p = 0.00 < 0.05$], there was a significant difference between the pre and post achievement scores. This result showed that laboratory activities in both groups significantly increased the success of pre-service science teachers. Comparisons were also made in order to determine in which group the laboratory activities increased more. Independent group t-test was conducted to determine whether there was a statistically significant difference between the pre-test success scores of the both groups (Table 8).

The independent group t-test indicated that a statistically significant difference was found in favor of the control group between the total pre- test scores of the experimental and control groups [$t(44) = -2.560, p = 0.014 < 0.05$]. Since there was a difference between the pre-test scores of the experimental and control groups, one way ANCOVA was performed to compare the post- test scores after the intervention. According to the results of ANCOVA (Table 13), it was seen that there was a significant difference in favor of the experimental group between the post-test t scores of the both groups ($F(1-46) = 25.71, p = 0.00 < 0.05$). This result showed that the PEODE based laboratory activities in the experimental group increased achievement scores more than the traditional laboratory activities in the control group.

Discussion and Conclusion

At the end of the study, it was found that both laboratory activities (Verification and PEODE based laboratory) significantly increased the success of pre-service science teachers. This result is similar to the relevant literature (Bilen and Aydoğdu, 2012; Boyd-Kimball and Miller, 2018; Hofstein and Lunetta, 1982; 2004; Itzek-Greulich, Flunger, Vollmer, Nagengast, Rehm, and Trautwein, 2017; Şeşen and Tarhan, 2013). This result once again proved that no matter what type of laboratory activities are applied, it is one of the most important learning environments in teaching abstract concepts.

At the end of the study, within the scope of the third research problem, it was found that the pre-test scores of the pre-service science teachers in the control group are higher than the experimental group. The result is not very common in the related literature. Within the scope of the fourth research problem, the pre-test mean score of the pre-service science teachers in both groups was 15.77 in the experimental group and 18.46 in the control group, these averages increased to post-test as 32.39 and 29.94 respectively. As can be seen in these increases, it is possible to say that the increase in the experimental group is more numerically. In order to determine whether this increase was significant or not, one-way ANCOVA statistical analysis



was performed to compare the academic achievement scores of the groups, since significant differences were observed in the pre-tests. As a result of ANCOVA, it was determined that there was a significant difference between the pre-and corrected post-test scores of the achievement test of both groups ($F(1-46) = 25.71, p = 0.00 < 0.05$). This result showed that the PEODE based laboratory activities performed in the experimental group increased the academic achievement more than the traditional laboratory activities performed in the control group. In other words, PEODE based laboratory activities have a greater effect on their success of the pre-service science teachers. Similar to POE, PEODE based laboratory activities contributed to pre-service science teachers in terms of inquiry and realize different thoughts and compare them with their own thoughts (Coştu, 2008; Coştu, Ayas and Niaz, 2010; 2012; Demircioğlu, 2017).

In the context of all the aforementioned affirmative results, it was believed that PEODE based laboratory activities presented as an alternative to traditional laboratory, should be used to increase pre-service teachers' achievement, conceptual understanding, scientific process skills and so on.