

TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının “Isı Ve Sıcaklık” Konusunda Akademik Başarılarına Etkisi

Hakan Şevki AYVACI* , Ayşe DURMUŞ**

Öz

Bu çalışmanın amacı, Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında yürütülen Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunda akademik başarılarına etkisini araştırmaktır. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın asıl uygulama grubunu 2013-2014 eğitim öğretim yılı güz döneminde Fen Bilgisi Öğretmeliği Lisans Programında 2. sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik Laboratuvar III dersini alan 44 öğrenci (22 deney, 22 kontrol) oluşturmaktadır. Deney grubunda TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları, kontrol grubunda ise İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında veri toplama aracı olarak kullanılan iki aşamalı “Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi”, TGA yöntemine ve İspat yöntemine göre çalışma kâğıtları araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan materyallerin pilot uygulamaları 6 hafta, asıl uygulamaları 6 hafta sürmüştür. Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi’ne verdikleri cevaplar, anlama düzeylerine göre kategorilendirilmiş ve her bir kategori puanlandırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi’nin kategorilere göre analizinden aldıkları puanlar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına göre daha olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada farklı fen bilgisi konularında da TGA yöntemine dayalı materyaller hazırlanıp etkililiğinin araştırılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: TGA Yöntemi, Genel Fizik III laboratuvarı, Isı ve Sıcaklık, Fen Bilgisi Öğretmen Adayları.

Effect of Laboratory Activities Based on “Predict-Observe-Explain (POE)” method on Pre-Service Science Teachers’ Academic Achievement on “Heat and Temperature” Subject

Abstract

The aim of this study is to investigate the effect of laboratory activities based on “Predict-Observe-Explain (POE)” method on pre-service science teachers’ academic achievement on “Heat and Temperature” subject in Physics Laboratory III. In the study, the quasi-experimental design with pre-test and post-test control group was used.. 44 pre-service science teachers who attended Physics Laboratory III course (Experimental group N= 22, Control group N= 22) was participated in the activities. Laboratory instruction based on “Predict-Observation-Explain”(POE) method was applied in experimental group and Verification laboratory method was applied in control group over a period of 12 week (Pilot activities 6 Weeks, Main activities 6 weeks). In the study, a two-stage "Heat and Temperature Achievement Test", worksheets based on POE and Verification laboratory methods have been prepared by the researcher for students. Heat and Temperature

*Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı. Trabzon.

e posta: hsayvaci@gmail.com

** Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi. Trabzon.

e posta: aysedurmuskutu@gmail.com

Achievement Test was used as data collection tools. "Heat and Temperature Achievement Test" was applied to experimental and control groups as pre-test, post-test and the retention test. Pre-service teachers' answers to Heat and Temperature Achievement Test were classified according to the understanding categories, and each category was scored. The scores of experimental and control groups received by analyzing the answers to Heat and Temperature Achievement Test according to the understanding categories, were compared Wilcoxon Signed Rank Test and Mann-Whitney U Test. In conclusion, it was determined that laboratory activities based on POE method was more effective on pre-service science teachers' understandings of "Heat and Temperature" subject than activities based on Verification method. In the study, it was proposed to investigate effectiveness of teaching materials based on POE method on other science subjects.

Keywords: *POE Method, Physics Laboratory III, Heat and Temperature, Pre-service Science Teachers.*

Giriş

Laboratuvarlar fen eğitiminde, her düzeyde yaparak yaşayarak öğrenme, aktif katılım, bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olması gibi özellikleri ile son derece önemli ve gerekli öğrenme ortamlarıdır (Baykara, 2011). Bu bağlamda laboratuvarlar kalıcı ve anlamlı öğrenmenin de daha etkili bir şekilde yapıldığı öğrenme ortamları olarak adlandırılabilir. Tobin (1990), anlamlı öğrenmenin öğrencilerin yaşlarıyla birlikte hem anladıklarını hem de yanlış anlamalarını açıklığa kavuşturmak için işbirliği yaptıkları, merak ettikleri olayları gözlemleyebildikleri, ilgilerini çeken problemlere çözüm aradıkları ve kendilerini rahat hissedebildikleri laboratuvar ortamlarının sağlanmasıyla mümkün olduğunu belirtmektedir. Ausubel, laboratuvar ortamlarında anlamlı öğrenme sürecini etkileyen en önemli faktörün öğrencilerin mevcut bilgi birikimi ve önceki deneyimleriyle öğrenme ortamına gelmesi olduğunu belirtmiştir (Ausubel, 1968'den aktaran: Çakıcı, Alver ve Ada, 2006). Fakat çoğu zaman öğrencilerin öğrenme ortamına taşıdıkları ön bilgileri bilimsellikten uzaktır ve bilimsellikten uzak bu ön bilgilerin öğrencilerin anlamlı öğrenme sürecinde karşılaştıkları yeni kavramları öğrenmelerini engelledikleri de bilinmektedir (Özmen, 2004). Öğrencilerin fikirlerindeki bu bilimsel olarak doğru olmayan ön bilgiler, kendilerine özgü yorumlar ve anlamlar kavram yanılgıları olarak literatürde adlandırılır (Bahar, 2003; Nakhleh, 1994). Anlamlı öğrenme sürecinde öğrencilerdeki bu kavram yanılgılarının ortaya çıkarılması, öğrenme ortamlarında öğretmene çok büyük avantajlar sağlayacaktır. Aksi takdirde öğrencilerin yeni öğrendikleri

ile önceden sahip oldukları kavramlar arasında çelişkiler oluşur ve bu durum anlamlı öğrenmeyi engeller. Öğretmenlerin bu süreçte öğrencilerinin ön bilgilerini yoklayarak kavram yanılgılarını tespit etmesi, bu yanılgıları düzeltme yolunda onları daha güçlü yeni bir kavram oluşturabilmesi için ikna etmesi gerekmektedir.

Kavram yanılgılarının tespit edilerek, ortadan kaldırıp anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleştirilmesi yönünde birçok yöntem ve teknik literatürde mevcuttur. Bu yöntem ve teknikleri öğretmenler doğru zamanda ve etkili şekilde uyguladıklarında öğrencilerde mevcut olan kavram yanılgılarını giderebilirler (Akgün, Gönen ve Yılmaz, 2005). Bu bağlamda öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerini ortaya çıkarmak ve bu bilgilerin bilimsel düşünce açısından tutarlılığını belirlemek amaçlı kullanılan öğretim yöntemlerinden birisi de Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemidir (Tekin, 2006; Wu ve Tsai, 2005). TGA yönteminin laboratuvar ortamında öğrencileri aktif hale getirerek deneyde geçen olayları gözlemlerini, elde ettikleri sonuçları daha fazla düşünmelerini sağladığı ve laboratuvar çalışmalarının etkililiğini artırdığı bazı çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir (Bilen, 2009; Kearney ve Treagust, 2001; Özdemir, 2011; White ve Gunstone, 1992; Wu ve Tsai, 2005). Bu çerçevede TGA yöntemi 3 aşamalı olarak uygulanır. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) aktivitelerinin ilk aşaması olan tahmin aşamasında öğrencilere bir olay hakkında bilgi verilir, öğrencilerden bu olayın sonucunu tahmin etmeleri ve tahminlerinin gerekçelerini açıklamaları istenir. Böylece öğrencilerin olayla ilgili ön bilgileri aktif hale geçirilir ve eksik veya

yanlış öğrenmeleri ortaya çıkarılabilir. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) aktivitelerinin ikinci aşaması olan gözlem aşaması, meydana gelen olay hakkında veri toplamak için büyük bir fırsat sağlar. Bu şekilde öğrenciler olay hakkında ilk elden bilgi edinmiş olurlar. Tahmin aşamasındayken öğrencilere verilen olay, öğrencilerin gözlemleyebileceği şekilde meydana getirilir ve gözlem aşamasında, öğrencilere tahminde buldukları deney yaptırılır, onlara deneyi dikkatli bir şekilde gözlemlenmeleri gerektiği söylenir ve gözlem yaparken gördüklerini kaydetmeleri istenir (Mpofo, 2006). Öğrencilerin tahminleri ve gözlemleri arasında çelişkiler ortaya çıkabilir. Yani yaptıkları tahminleri ile gözlem sonuçları birbirinden farklı olabilir. Ortaya çıkan bu farklılıklar, öğrencilerin olayı doğru kavrayıp kavrayamadıkları ilgili ayrıntılı bilgiler elde edilmesinde yardımcı olmaktadır (Köse, Coştu ve Keser, 2003). Bu şekilde öğrencilerin varsa eksik veya yanlış öğrenmelerinden hoşnutsuz olmaları sağlanır (White ve Gunstone, 1992). Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) aktivitelerinin üçüncü aşaması olan açıklama aşaması, öğrencilerin bilgilerini yeniden yapılandırmasına yardımcı olan aşamadır. Bu aşamada öğrenciler, tahmin ile gözlemleri arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri incelerler, tahminleri ve gözlemleri birbirinden farklı çıkarsa, bu farkı ortadan kaldıracı açıklamalarda bulunurlar (Mthembu, 2001).

Literatürde TGA yöntemine dayalı uygulamaların yapıldığı çalışmalar incelendiğinde ise; yöntemin öğrencilerin "Kuvvet" (Klangmanee ve Sumranwanich, 2009; Kearney ve Treagust, 2000; Rakkapao, Pengpan ve Prasitpong, 2013), "Elektrik" (Aydın, 2010; Küçüközer, 2004; Liew, 2004; Mısır ve Saka, 2009), "Fotosentez" (McGregor ve Hargrave, 2008; Saka, 2013), "Kimyasal Reaksiyonlar" (Keeratichamroen, Panijpan ve Dahsah, 2007; Mthembu, 2001), "Asit ve Bazlar" (Ayas, Yaman ve Kala, 2010; Ayas ve Yılmaz, 2004; Özdemir, 2011), "Kaynama" (Köseoğlu, Tümay ve Kavak, 2002; Köse, Coştu ve Keser, 2003; Ergül, Bolat ve Mazi, 2006) ve Fotoelektrik (Ayvacı, 2013) konularını anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. Literatüre bakıldığında; Isı ve Sıcaklık konusunun anlaşılmasında TGA yönteminin etkisini araştırma amaçlı Sünkür, İlhan ve Sünkür (2013)'ün sınıf öğretmeni

adaylarıyla yürüttükleri bir çalışmanın olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmalar incelendiğinde ise, TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıvıların Genleşmesi" (Liew ve Treagust, 1995), "Bitkilerde Madde Taşınımı" (Bilen ve Köse, 2012), "Asitler-Bazlar" (Özdemir, 2011), "Kaynama ve Buharlaştırma" (Ergül ve diğ., 2006), "Çözünme ve Çözünürlük" (İpek, Kala, Yaman ve Ayas, 2010), "Ayın Evreleri ve Mevsimler" (Küçüközer, 2008), "Basınç" (Akgün, 2013), "Yüzme ve Batma" (Çepni ve Özsevgeç, 2006) gibi konuları anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmıştır.

Yapılan çalışmalar fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunda kavram yanlışlarının olduğunu ve bu konuyu kavramakta zorlandıklarını göstermiştir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Gönen ve Akgün, 2005; Ongun, 2006; Tanahoung, Chitaree, Soankwan, Sharma ve Johnston, 2009). Fakat Literatürde TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunda akademik başarılarına etkisinin araştırıldığı kapsamlı çalışmalara rastlanmamıştır. Yapılan çalışmaların bir veya birkaç etkinlikle ve konuyla sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca literatürde TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunda akademik başarılarını araştıran, geniş kapsamlı "Isı ve Sıcaklık" konusunun birçok alt konusuna ait öğretim materyallerinin hazırlandığı ve uygulandığı çalışmalara rastlanmamıştır. Isı ve Sıcaklık" konusunda fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların ise kavram yanlışlarını belirleme noktasında yoğunlaştığı (Aydoğan ve diğ., 2003; Frederik, Valk, Leite ve Thoren 1999; Ongun, 2006), bu kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik kapsamlı çalışmaların da sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı, Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "Isı ve Sıcaklık" konusunda akademik başarılarına etkisini karşılaştırmaktır.

Yöntem

Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Yarı deneysel yöntem; kişilerin deney ve kontrol

gruplarına rastgele dağıtılmasının imkânsız olduğu veya istenmeyen durumlarda kullanılır (Cohen, Manion ve Morrison, 2000; Campbell ve Stanley, 1963'den aktaran: Coştu, Ünal ve Ayas, 2007; Çepni, 2012). Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmalarda önceden rastgele dağılım dışında bir yolla oluşturulmuş gruplardan bir ya da birkaçı rastgele deney ve kontrol grubu olarak seçilir (Çepni, 2012; Öztürk, 2014; Robson, 1998). Uygulama süresince deney grubu müdahale yapılırken, kontrol grubuna herhangi bir özel müdahale yapılmaz (Çepni, 2012). Bu çalışmada, uygulanan deneysel yöntemde, deney grubu üzerinde etkisi incelenen bağımsız değişken "Tümevarım Laboratuvar Yaklaşımına Dayalı TGA Yöntemi" kontrol altına alınmıştır. Kontrol grubunda ise, "Tümdengelim Laboratuvar Yaklaşımına Dayalı İspat Yöntemi" kullanılmıştır. Her iki grupta da uygulamaları araştırmacının kendisi yürütmüştür.

Çalışmada deney-kontrol gruplu bir araştırma yönteminin seçilmesinin nedeni; deney grubuna uygulanacak TGA yönteminin öğrencilerin akademik başarısına olan etkisini ve İspat yöntemine göre varsa farklılıklarını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda, test edilecek özellikler çalışmanın amacına uygun olarak belirlenmiş, öğrenme ortamı ve etkinlikler derse uygun olarak hazırlanmıştır. Uygulama öncesinde her iki gruba da ön-test uygulanmıştır. Deney grubunda Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine, kontrol grubunda ise İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları için araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler 12 (6+6) hafta süresince uygulanmıştır. Çalışmanın deneysel süreci Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Deneysel süreç

Çalışma Grubu	Deneysel İşlemler Öncesi Ölçüm	Deneysel İşlemler	Deneysel İşlemler Sonrası Ölçüm
Deney Grubu	Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (ön test)	Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı hazırlanan materyallerle gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları	Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (son test), Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı hazırlanan çalışma yapıtları, Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (kalıcılık testi)
Kontrol Grubu	Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (ön test)	İspat yöntemine dayalı hazırlanan materyallerle gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları	Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (son test), İspat yöntemine dayalı hazırlanan çalışma yapıtları, Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (kalıcılık testi)

Araştırma Grubu

Çalışma, 2013-2014 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında Karadeniz Teknik Üniversitesinde Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programına 2. sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik Laboratuvarı III dersini alan toplam 104 öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrenciler Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programına ÖSYM tarafından MF-2 puanlarına göre yerleştirilmiştir. 54 öğrenci materyal geliştirme sürecinde pilot uygulama grubunda yer almıştır. Çalışmanın asıl uygulamaları 50

öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin uygulamalara katılımları göz önünde bulundurularak uygulamalarda devamlılık gösteren 44 öğrencinin verileri kullanılmıştır. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı ders içerikleri incelendiğinde, çalışmada yer alan öğrencilerin 1. sınıfta almış oldukları Genel Fizik I, Genel Fizik I Laboratuvarı, Genel Fizik II, Genel Fizik II Laboratuvarı derslerinin içeriğinde "Isı ve Sıcaklık" konusunun yer almadığı tespit edilmiştir. Genel Fizik III ve Genel Fizik III Laboratuvarı derslerinin içeriğinde

"Isı ve Sıcaklık" ile ilgili "Termodinamik: Isı ve sıcaklık, Maddenin ısısal özellikleri (Öz ısı, ısısal iletkenlik, ısı genleşme), kalorinin mekanik eşdeğeri, boyca genleşme katsayısının tayini ve katıların ısı iletkenliği" konuları yer almaktadır. Çalışmaya Genel Fizik III ve Genel Fizik III Laboratuvarı dersini daha önce almış öğrenciler dâhil edilmemiştir. Laboratuvar

uygulamalarını yürüten araştırmacı Genel Fizik III ve Genel Fizik III Laboratuvarı derslerini almış ve Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programından mezun olmuştur. Çalışmanın örnekleminin pilot uygulama, deney ve kontrol gruplarına göre dağılımları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırma Grubu

Gruplar	Pilot Uygulama		Asıl Uygulama	
	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Deney Grubu	Kontrol Grubu
N	25	25	22	22

Veri Toplama Araçları

Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim süreci başlangıcında Isı ve Sıcaklık konusunda ön bilgilerini ve varsa yanlışlarını tespit etmek, öğretim süreci sonunda yanlışlardaki gelişme ve düzelmeleri belirlemek amacıyla Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBT), veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı Genel Fizik III ve Genel Fizik III Laboratuvarı derslerinin içeriğinde yer alan Isı ve Sıcaklık konularının kapsamı dikkate

alınarak kazanımlar oluşturulmuş ve belirtke tablosu hazırlanmıştır. Bu derslerinin içeriğinde "Isı ve Sıcaklık" ile ilgili "Termodinamik: Isı ve sıcaklık, Maddenin ısısal özellikleri (Öz ısı, ısısal iletkenlik, ısı genleşme), kalorinin mekanik eşdeğeri, boyca genleşme katsayısının tayini ve katıların ısı iletkenliği" konuları yer almaktadır. Hazırlanan belirtke tablosu Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Isı ve Sıcaklık Başarı Testi için hazırlanan belirtke tablosu

Isı ve Sıcaklık Konuları	Isı ve Sıcaklık Konusuna İlişkin Öğrenci Kazanımları	Soru No
1. Isı ve Sıcaklık	1.1. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.	1, 2, 3, 8
	1.2. Her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğini belirtir.	5
2. Hal Değişimi	2.1. Hal değişimi ile enerji alışverişi arasındaki ilişkiyi açıklar.	4, 6
	2.2. Kaynama ve donma noktalarına etki eden faktörleri açıklar.	3, 7
3. Öz Isı	3.1. Öz ısı ve ısı sığası kavramlarını ilişkilendirir.	9
	3.2. Öz ısının maddeler için ayırt edici bir özellik olduğunu belirtir.	10, 12
4. Enerji İletim Yolları ve Enerji İletim Hızı	4.1. Katı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.	11, 12, 13
	4.2. Sıvı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.	13, 14
	4.3. Gaz maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.	15, 16
	4.4. Enerji iletim hızına etki eden faktörleri açıklar.	12
5. Genleşme ve Büzülme	5.1. Enerji ile genleşme ve büzülme olayları arasındaki ilişkiyi açıklar.	17
	5.2. Farklı maddelerin genleşme katsayılarının farklı olduğunu belirtir.	17, 18
	5.3. Bir metalin boyca genleşme katsayısını tayin eder.	17, 18
6. Isı Yalıtımı	6.1. Isı yalıtımını sağlamaya yönelik tasarımlar yapar.	19

Bu kazanımlar doğrultusunda Fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim süreci başlangıcında Isı ve Sıcaklık konusunda ön bilgilerini ve varsa yanlışlarını tespit etmek, öğretim süreci sonunda yanlışlardaki gelişme ve düzelmeleri belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından 23 sorudan oluşan iki aşamalı bir test geliştirilmiştir. İki aşamalı testler, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını teşhis etmeye yönelik geliştirilen ölçme araçlarıdır (Chen ve diğ., 2002). Testin birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek ve daha önce yapılan araştırmalarda tespit edilen yanlışlardan farklı kavram yanlışlarının olup olmadığını belirlemek amacıyla açık uçlu bir yapıda düzenlenmiştir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Çalık, 2006). İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran, testin ikinci aşamasıdır.

İkinci aşamada, öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesinin belirtmesi istenmektedir. İki aşamalı testlerin her iki aşaması da çoktan seçmeli olarak hazırlanabileceği gibi sadece birinci aşama çoktan seçmeli ikinci aşama ise açık uçlu olacak şekilde de hazırlanabilmektedir (Şahin ve Çepni, 2011).

Testin madde analizi sonucunda Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı, testte yer alan her maddenin "madde güçlük indeksi (P)" ve "madde ayırt edicilik indeksi (D)" hesaplanmıştır. Madde ayırt edicilik indisi 0.30' un altında olan 4 madde testten çıkarılmış ve 19 sorudan oluşan başarı testi elde edilmiştir. ISBT'nin Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı 0,76 olarak hesaplanmıştır. ISBT'nin madde analizine yönelik bazı istatistiksel sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. ISBT'nin madde analizine yönelik bazı istatistiksel sonuçlar

ISBT Soru Sayısı	19
Uygulanan kişi sayısı	47
Cronbach alpha güvenirlik katsayısı	0.76
Ortalama madde güçlüğü	0.49
Ortalama madde ayırt ediciliği	0.34

Öğretim Materyalleri

Bu çalışmada, Genel Fizik Laboratuvar III Öğretim Programı kapsamında, "Isı ve Sıcaklık" konusu ve oluşturulan kazanımları içeren 18 adet etkinlik geliştirilmiş ve bu etkinliklere yönelik öğrencilerin uygulamalar sırasında kullanacakları 18 adet çalışma yaprağı hazırlanmıştır. Hazırlanan bu materyallerden 9 tanesi Tümdengelim laboratuvar yaklaşımı çerçevesinde İspat yöntemine, 9 tanesi ise Tümevarım laboratuvar yaklaşımı çerçevesinde TGA yöntemine yönelik öğrenme görevleri içerecek şekilde düzenlenmiştir.

Materyaller geliştirilirken Genel Fizik ve Genel Fizik Laboratuvarı III derslerinin içerikleri incelenmiş ve materyal geliştirilmesi düşünülen alt konular belirlenerek kazanımlar oluşturulmuştur. Konuyla ilgili çeşitli makaleler,

tezler ve kitaplar incelenerek Tahmin-Gözlem-Açıklama ve İspat yöntemlerine yönelik materyallerin düzenlenmesine ilişkin bilimsel ve biçimsel fikirler alınmıştır. İncelenen kaynaklardan alınan fikirler doğrultusunda materyallerin taslakları oluşturulmuştur. Alanında uzman 3 öğretim elemanının görüşlerinden faydalanılarak taslaklarda çeşitli düzenlemeler yapılmış ve materyallerin pilot uygulama süreçlerine geçilmiştir. Pilot uygulama sonrasında yapılan düzenlemelerle ilgili alanında uzman 2 öğretim elemanının görüşleri alınmış ve alınan görüşler doğrultusunda materyaller yeniden düzenlenmiştir. Materyallerin asıl uygulamalarına geçilmiştir. TGA ve İspat yöntemine dayalı olarak hazırlanan etkinlikler ve kazanımları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 5. TGA ve İspat yöntemine dayalı etkinlikler ve ilişkili kazanımlar

Uygulama Süreci	TGA Yöntemi Etkinlikleri	İspat Yöntemi Etkinlikleri	Kazanımlar
1. Hafta	1. Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?	1. Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?	1.1. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.
2. Hafta	2. Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?	2. Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?	1.2. Her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğini belirtir.
	3. Kaynama Noktasını Neler Etkiler?	3. Kaynama Noktasına Etki Eden Faktörler	2.1. Hal değişimi ile enerji alışverişi arasındaki ilişkiyi açıklar. 2.2. Kaynama ve donma noktalarına etki eden faktörleri açıklar.
3. Hafta	4. Farklı Katıların Isınma Isıları	4. Öz Isı	3.1. Öz ısı ve ısı sığası kavramlarını ilişkilendirir. 3.2. Öz ısının maddeler için ayırt edici bir özellik olduğunu belirtir.
4. Hafta	5. Farklı Katı Maddeler Enerjiyi Aynı Hızla Mı İletirler?	5. Katıların Enerji İletimi	4.1. Katı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar. 4.4. Enerji iletim hızına etki eden faktörleri açıklar.
	6. Sıvılarda Enerji İletimi	6. Sıvıların Enerji İletimi	4.2. Sıvı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
5. Hafta	7. Gazlarda Enerji İletimi	7. Gazların Enerji İletimi	4.3. Gaz maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
	8. Katı Maddelerde Isının Etkisi	8. Katıların Genleşmesi	5.1. Enerji ile genleşme ve büzülme olayları arasındaki ilişkiyi açıklar. 5.2. Farklı maddelerin genleşme katsayılarının farklı olduğunu belirtir. 5.3. Bir metalin boyca genleşme katsayısını tayin eder.
6. Hafta	9. Isının Korunması	9. Isı Yalıtımı	6.1. Isı yalıtımını sağlamaya yönelik tasarımlar yapar.

Verilerin Toplanması

Çalışmanın deney grubunda laboratuvar uygulamaları Tahmin-Gözlem-Açıklama yöntemine göre, kontrol grubunda ise İspat yöntemine göre hazırlanmış ve yürütülmüştür. Laboratuvar uygulamaları öncesinde deney ve kontrol gruplarına Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBT) öntest olarak uygulanmıştır. Uygulamalar öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanacak TGA yöntemi ve İspat yöntemine dayalı uygulamaların nasıl yürütüleceği hakkında öğrenciler bilgilendirilmiştir. Uygulama süresince öğrencilerden, verileri doğru şekilde, zamanında kaydetmeleri ve çalışma yapraklarını içtenlikle doldurmaları istenmiştir. Her iki gruptaki öğrenciler 3-4 kişilik gruplara ayrılmıştır. Uygulamanın

sonunda öğrencilere ISBT son test olarak uygulanmıştır. Uygulamadan 6 hafta sonra da ISBT kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada kullanılan ISBT, Coştu (2002), İpek Akbulut (2013) ve Şahin ve Çepni (2011)'nin çalışmalarında kullandıkları kategorilerden yararlanılarak analiz edilmiştir. İki aşamalı ISBT'nin analizi de iki aşamada yapılmıştır. ISBT'nin birinci aşaması Doğru Seçenek (DS), Yanlış Seçenek (YS) ve Boş (B) şeklinde üç kategori altında analiz edilmiştir. DS 5 puan, YS 1 puan ve B 0 puan olarak puanlandırılmıştır. YS ile B kategorisinin ayırt edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple YS'ye 0

puan verilmemiştir. Çünkü öğrencinin yanlış seçeneği işaretlemesi, hiçbir şey bilmediği anlamına gelmemektedir.

ISBT'nin ikinci aşamasının analizinde öğrenci cevapları, Coştu (2002)'nin açık uçlu sorulara verilen cevapların sınıflandırmasına benzer bir şekilde, Doğru Neden (DN), Kısmen Doğru Neden (KDN), Kavram Yanılgılı Neden (KYN), Yanlış Neden (YN), İlişkısiz Neden/ Boş (B) şeklinde kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategoriler önem sırasına göre sıralanmış ve puanlandırılmıştır. Öğrencilerin her bir soruya verdikleri cevaplar oluşturulan bu kategorilere göre sınıflandırılmıştır. Sorulara verilen cevaplar fen bilgisi eğitimi alanında uzman 1 öğretim elemanı tarafından ayrıca tekrar

sınıflandırılmış ve yapılan sınıflandırmalar karşılaştırılarak bağımsız gözlemciler arası uyum ile testin kategorilere göre analizinin güvenilirliği sağlanmıştır (Çepni, 2012). Bağımsız iki gözlemcinin yaptığı sınıflandırmaların tutarlılığına bakılmıştır.

Bağımsız iki gözlemcinin yaptığı sınıflandırmadan elde edilen verilerin puanlamalarının tutarlılık oranları %89 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, bağımsız gözlemciler tarafından yapılan puanlamalar arasında tutarlılık olduğunu, testin kategorilere göre analizinin güvenilir olduğunu göstermektedir. ISBT'nin analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin kısaltmaları ve puanları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. ISBT'den elde edilen verilerin analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin kısaltmaları ve puanları

ISBT'nin Analizindeki Kategoriler	Kısaltmalar	Puanlar
Doğru Seçenek- Doğru Neden	DS-DN	15
Doğru Seçenek- Kısmen Doğru Neden	DS- KDN	13
Yanlış Seçenek- Doğru Neden	YS- DN	11
Yanlış Seçenek- Kısmen Doğru Neden	YS- KDN	9
Doğru Seçenek- Kavram Yanılgılı Neden	DS- KYN	8
Doğru Seçenek- Yanlış Neden	DS- YN	7
Doğru Seçenek- Boş	DS- B	5
Yanlış Seçenek- Kavram Yanılgılı Neden	YS- KYN	4
Yanlış Seçenek- Yanlış Neden	YS- YN	3
Yanlış Seçenek- İlişkısiz/ Boş	YS- B	1
Boş- İlişkısiz/ Boş	B- B	0

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS paket istatistik programı (Statistical Package for the Social Sciences) ile analiz edilmiştir. Kategorik verilerde (sınıflamalı ölçeklerde) parametrik olmayan istatistiklerin kullanılması daha uygundur (Büyüköztürk, 2010). ISBT'nin sınıflamalı bir ölçek olması nedeniyle, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test, son test ve kalıcılık testlerinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı non-parametrik testlerden Mann-Whitney U testi yapılarak karşılaştırılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı açısından bir gruba ait ön test, son test ve kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında ön test-son test,

son test-kalıcılık testi ve ön test-kalıcılık testi puanları bazında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla non-parametrik testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar testi yapılmıştır.

Bulgular

ISBT'nden elde edilen nicel verilerin istatistiksel analiz sonuçlarına ait bulgular tablolar halinde sunulmuştur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nden aldıkları ön test puanlarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. ISBT ön test puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre Mann-Whitney U testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	22	23,66	520,50	216	0,549
Kontrol Grubu	22	21,34	469,50		

Analiz sonuçlarına göre uygulama öncesinde deney ve kontrol grubuna uygulanan ISBT ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($U=216$, $p>.05$). Grupların uygulama öncesinde ISBT'nden aldıkları puanlar birbirine yakındır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nden aldıkları son test puanlarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. ISBT son test puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre Mann-Whitney U testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	22	26,95	593,00	144	0,021
Kontrol Grubu	22	18,05	397,00		

Analiz sonuçlarına göre uygulama sonrasında deney ve kontrol grubuna uygulanan ISBT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($U=144$, $p<.05$). Sıra ortalamalarına bakıldığında grupların son test puanları arasındaki anlamlı farklılığın deney grubu lehinde olduğu görülmektedir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nden aldıkları kalıcılık testi puanlarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. ISBT kalıcılık testi puanlarının deney ve kontrol gruplarına göre Mann-Whitney U testi sonuçları

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	22	27,39	602,50	134	0,012
Kontrol Grubu	22	17,61	387,50		

Analiz sonuçlarına göre uygulama sonrasında deney ve kontrol grubuna uygulanan ISBT kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($U=134$, $p<.05$). Sıra ortalamalarına bakıldığında grupların kalıcılık testi puanları arasındaki anlamlı farklılığın deney grubu lehinde olduğu görülmektedir.

ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını, son test ve kalıcılık testi puanları arasında ise deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir.

Deney grubunun ISBT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 8'de verilmiştir.

Genel olarak Mann Whitney U testi istatistiksel analiz sonuçları, deney ve kontrol gruplarının

Tablo 8. Deney grubunun ISBT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	0	0	-4,108*	0,000
Pozitif Sıra	22	11,50	253,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunun ISBT ön test ve son testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,108$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında deney grubunun ön test ve son

test puanları arasındaki anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu görülmektedir. Deney grubunun son test puanları, ön test puanlarından daha yüksektir.

Deney grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Deney grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Kalıcılık Testi-Son Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	22	11,50	253,00	-4,108*	0,000
Pozitif Sıra	0	0	0		
Eşit	0				

*Pozitif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunun ISBT son test ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,108$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasındaki

anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu görülmektedir. Deney grubunun son test puanları, kalıcılık testi puanlarından daha yüksektir.

Deney grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Deney grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Kalıcılık Testi-Ön Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	0	0	-4,109*	0,000
Pozitif Sıra	22	11,50	253,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,109$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında deney grubunun ön

test ve kalıcılık testi puanları arasındaki anlamlı farklılığın kalıcılık testi puanları lehinde olduğu görülmektedir. Deney grubunun kalıcılık testi puanları, ön test puanlarından daha yüksektir.

Kontrol grubunun ISBT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Kontrol grubunun ISBT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	0	0	-4,107*	0,000
Pozitif Sıra	22	11,50	253,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubunun ISBT ön test ve son testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,107$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında kontrol grubunun ön test ve son

test puanları arasındaki anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun son test puanları, ön test puanlarından daha yüksektir.

Kontrol grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Kontrol grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Kalıcılık Testi-Son Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	22	11,50	253,00	-4,108*	0,000
Pozitif Sıra	0	0	0		
Eşit	0				

*Pozitif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubunun ISBT son test ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,108$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasındaki

anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun son test puanları, kalıcılık testi puanlarından daha yüksektir.

Kontrol grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Kontrol grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz sonuçları

Kalıcılık Testi-Ön Test	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	0	0	0	-4,107*	0,000
Pozitif Sıra	22	11,50	253,00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubunun ISBT ön test ve kalıcılık testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($z=4,107$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamına bakıldığında deney grubunun ön

test ve kalıcılık testi puanları arasındaki anlamlı farklılığın kalıcılık testi puanları lehinde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun kalıcılık testi puanları, ön test puanlarından daha yüksektir.

Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, deney ve kontrol

gruplarının ön testleri ile son testleri arasındaki anlamlı farklılığın son test, son testleri ile kalıcılık testleri arasındaki anlamlı farklılığın son test, ön testleri ile kalıcılık testleri arasındaki anlamlı farklılığın kalıcılık testi lehine olduğu görülmüştür.

Tartışma ve Sonuç

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu ile İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği kontrol grubu öğrencilerinin uygulamalar öncesinde akademik başarılarının birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

Laboratuvar uygulamaları sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan ISBT son test sonuçlarına bakıldığında, grupların son test puanları arasındaki anlamlı farklılığın deney grubu lehinde olduğu görülmektedir. Grupların uygulamalar öncesinde akademik başarılarının denk olduğu sonucu dikkate alındığında deney grubunda gerçekleştirilen TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının kontrol grubunda gerçekleştirilen İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına göre öğrencilerin Isı ve Sıcaklık konusunda akademik başarılarına etkisinin daha olumlu olduğu söylenebilir. Yapılan bazı çalışmalarda TGA yöntemine dayalı uygulamaların geleneksel öğretime göre öğrencilerin akademik başarılarına daha olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Chew, 2008; Keeratichamroen ve diğ., 2007; Palmer, 1995; Özdemir, 2011). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda da TGA yöntemine dayalı uygulamaların geleneksel yöntemlere dayalı uygulamalara göre konu ve kavramların anlaşılmasında daha etkili olduğu belirlenmiştir (Bilen, 2009; Köseoğlu, ve diğ., 2002; Tekin, 2006).

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubunun son test puanlarının İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği kontrol grubunun son test puanlarına göre daha yüksek olması, İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarında, kontrol grubu öğrencilerinin konuyla ilgili ön bilgilerinin eksik veya hatalı olduğunun farkında olmadan derse başlamasından kaynaklanabilir. Ön bilgiler hatalı ise onlar

üzerine inşa edilen yeni bilgiler ve uygulamalar da hatalı olabilir (Hewson ve Hewson, 1984). Kavram yanılgıları öğrencilerin edindiği bilgi ve deneyimlerini özümsemelerinin bir sonucu olarak öğrencilerin kendileri tarafından bizzat oluşturulduğundan, öğrenciler kendilerine yakın ve anlamlı gelen yanlış kavramlarından vazgeçmekte gönülsüz davranırlar (Karakuyu, 2006). Öğrencilerin sahip oldukları ön bilgileri değiştirme konusunda oldukça tutucu oldukları düşünüldüğünde, bu durum eksik veya hatalı ön bilgilerinin öğrenciler tarafından fark edilmesini sağlayan TGA yönteminin önemini ortaya koymaktadır. TGA yönteminin olayın doğasını sorguladığı, özellikle tahmin aşamasının varlığından dolayı öğrencilerin yaptıkları etkinliklerdeki işlemleri, elde ettikleri sonuçları daha fazla merak etmelerini ve düşünmelerini sağladığından geleneksel öğretime göre daha güçlü olduğu düşünülmektedir (Köseoğlu ve diğ., 2002; Wu ve Tsai, 2005). Öğrencilerin tahminde bulunmaları ve tahminleri için bir gerekçe göstermeleri deneyde gerçekleşen olayları gözlemlemeye odaklanmalarını kolaylaştırmakta ve motivasyonlarını arttırdığı yapılan çalışmalardan ve bu çalışmanın verilerinden açıkça ortaya çıkmaktadır. (Köseoğlu, ve diğ., 2002). TGA yönteminin gözlem aşaması öğrencilerin, sahip olduğu ön bilgiler ile gözlem aşamasında karşılaştıkları olaylar arasında bir çelişki olup olmadığını fark etmeleri açısından önemlidir. Yöntemde, sunulabilecekler hakkındaki tekrardüşünmeye olanak veren ve ortak sonuca ulaşılan açıklama aşamasının varlığı konuların anlaşılmasında ve öğrencilerin olay veya durumlara alternatif yorumlar getirebilmelerinde etkili olduğu sonucu literatürdeki ilgili diğer araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Sünkür, İlhan ve Sünkür, 2013).

Son testin uygulanmasından 6 hafta sonra her iki gruba da uygulanan ISBT kalıcılık testi sonuçlarına bakıldığında grupların kalıcılık testi puanları arasındaki anlamlı farklılığın deney grubu lehinde olduğu görülmektedir. Literatürde TGA yönteminin öğrenci başarısı üzerine olumlu bir katkısı olduğunu gösteren ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını geleneksel öğretime nazaran daha fazla sağladığını vurgulayan birçok çalışmaya rastlanmaktadır (Bilen, 2009; Chew, 2008; Küçüközer, 2008; Liew, 2004; Liew ve Treagust, 1995; Tao ve Gunstone,

1997; Wu ve Tsai, 2005). TGA yönteminin en önemli yararlarından biri, öğrencilerin TGA öğrenme görevlerini yerine getirirken tahmin ve açıklama aşamalarında durum, konu veya olayların sebeplerini açıklamak için sürece aktif katılımlarının kolaylıkla sağlanmasıdır. Öğrencilerin aktif olarak katıldıkları ve öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldıkları öğrenme ortamlarında kalıcı öğrenmeler gerçekleştirdikleri yönündeki sonuçlar literatürde ortaya konulmuştur (Kaya, 2008; Kayhan, 2009).

Deney grubunun son test puanları, ön test puanlarından daha yüksektir. Yapılan bazı çalışmalarda TGA yönteminin fen konularının anlaşılmasına etkisi araştırılmış ve yöntemin uygulandığı öğrencilerin konuyu anlama düzeylerinde gelişmeler olduğu ifade edilmiştir (Liew ve Treagust, 1998; Mthembu, 2001). Wu ve Tsai (2005), TGA yönteminin öğrencilerin konuları anlama düzeylerinde gelişme sağladığını tespit etmişlerdir. Bu durum TGA yönteminin, öğrencilerin eksik veya hatalı ön bilgilerini açığa çıkararak, çeşitli fen kavramlarını kendi zihinlerinde yapılandırmalarını sağlayarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilen, motivasyonunu artıran bir yöntem olmasından kaynaklanabilir (Bilen, 2009; Özdemir, 2011). TGA yöntemi öğrencilerin kavram yanlışlarının, eksik veya yanlış öğrenmelerin ortaya çıkarılması, düzeltilmesi, eksik öğrenmelerin tamamlanması ve kavramlar arasında sıkı ilişkilerin kurulması yönüyle etkili olduğu açıkça ortaya çıkmıştır (Ayas ve diğ., 2010; Mpofu, 2006). Çalışmada deney grubunun ön test puanları ile son test puanları arasında son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın çıkması deney grubunda uygulanan TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısına olumlu etkisinin olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Deney grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu, fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamlarına bakıldığında anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunun son test puanlarının kalıcılık testi puanlarından anlamlılık derecesinde yüksek olması TGA yönteminin kalıcılığı yeterince sağlayamadığını

göstermektedir. Fakat deney grubunun kalıcılık testi puanlarının kontrol grubunun kalıcılık testi puanlarından yüksek olmasının tespit edilmesiyle birlikte TGA yönteminin İspat yöntemine göre kalıcılığı sağlamada daha başarılı olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde TGA yönteminin öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırdığının tespit edildiği çalışmalara rastlanmaktadır (Bilen, 2009; Bullock, 2008; Çinici, Sözbilir ve Demir, 2011; McGregor ve Hargrave, 2008; Mthembu, 2001). Ayrıca literatürde, TGA yöntemine dayalı olarak yürütülen uygulamaların öğrenci başarısını arttırmada olumlu etki sağladığının, öğrencilerin derse karşı ilgi ve tutumlarını arttırdığının, motivasyonlarını pozitif yönde etkilediğinin, derse aktif katılımlarını sağladığının, kavramsal anlama ve uygulama becerilerini geliştirdiğinin tespit edildiği çalışmalara da rastlanmıştır (Aydın, 2010; Bilen, 2009; Özdemir, 2011; Sünkür ve diğ., 2013). Bu durumun uygulamalar sırasında TGA yöntemine dayalı hazırlanan materyallerde yer alan TGA öğrenme görevlerinin öğrenciler tarafından tamamlanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırmada etkili olması, yanlış veya eksik ön bilgilerini bilimsel olarak doğru açıklamalar ile yer değiştirmelerine yardımcı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Atılboz, 2007; McGregor ve Hargrave, 2008; Özdemir, 2011). Öğrencilerin öğretmenin sunduğu veya kitaplarda yer alan bilgileri düşünmeden tekrar ederek ezberlemek yerine, durum, konu veya olaylara kendilerince açıklama getirmiş olmaları ve bilgiye kendilerinin ulaşmaları elde ettikleri bilgilerin kalıcılığını sağlamada etkili olmaktadır (Mpofu, 2006).

İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği kontrol grubu öğrencilerinin son test puanlarının, ön test ve kalıcılık testi puanlarından daha yüksek olduğu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarısını artırdığı çalışma bulgularında görülmektedir.

Çalışma sonuçlarından yola çıkılarak, "Isı ve Sıcaklık" konusunda TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları ile yapılandırmacı yaklaşıma uygun başka yöntemlere dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısına etkisinin yanı sıra

bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, bilimin doğasının unsurlarını kazandırmaya etkisinin araştırıldığı çalışmalar da yürütülmelidir.

TGA yöntemi öğrencilerin analiz, değerlendirme ve yeniden oluşturma gibi üst düzey becerilerini ön plana çıkaran ve onların hipotez kurup, hipotezlerini test etmelerine fırsatlar veren bir yöntemdir. Bu yöntemi laboratuvar uygulamalarında

kullanmak isteyen öğretmenler öncelikle öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin ne derecede gelişmiş olduğunu tespit etmeli ve TGA uygulamalarına başlamadan önce öğrencilerinin bu tür becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler yürütmelidir. Ayrıca uygulama sürecinde kullanılan materyallere ek olarak animasyon destekli TGA etkinlikleri geliştirilerek laboratuvar ortamları daha zengin hale getirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akgün, A., Gönen, S. ve Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1 – 8.
- Akgün, A., Tokur, F. ve Özkara. (2013). TGA stratejisinin basınç konusunun öğretime olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Atılboz, G. (2007). Öğrenme halkası modelinin biyoloji öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz konularını öğrenmeleri, biyoloji öğretime yönelik özyeterlik inançları ve tutumları üzerine etkileri. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayas, A., Yaman, F. ve Kala, N. (2010). Bilgisayar destekli tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinlikleriyle öğrencilerin günlük hayatta karşılan asitler ve bazlar ve bunlar arasında gerçekleşen reaksiyonlar hakkındaki anlamalarının belirlenmesi, IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.
- Ayas, A. ve Yılmaz, M. (2004). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin asit - baz ve indikatör kavramlarını anlama seviyelerini tespit etmede tahmin-gözlem-açıklama (TGA) metodunun web ortamında kullanılması, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aydın, M. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin kullanımının kavram yanılgılarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Bahar, M. (2003). A study of pupils' ideas about the concept of life. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(1), 93-104.
- Baykara, H. (2011). Araştırmaya dayalı fen laboratuvarlarının etkinliğinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Bilen, K. (2009). "Tahmin Et-Gözle-Açıkla" (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar yaklaşımı ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına ve bilimin doğasını hakkındaki görüşlerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bullock, S. M. (2008). Building concepts through writing-to-learn in college physics classrooms. *The ontario action researcher*, 9(2). <http://www.nipissingu.ca/oar/archive-V922E.htm> adresinden 20 Mart 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Büyükoztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Chew, C. (2008). Effects of biology-infused demonstrations on achievement and attitudes in junior college physics. Unpublished PhD dissertation. The University of Western Australian, Australia.

- Chandrasegaran, A. L. , Treagust D. F. & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Coştu, B. (2002). Ortaöğretim farklı seviyelerindeki öğrencilerin buharlaşma yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama düzeylerine ilişkin bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Çakıcı, D., Alver, B. ve Ada, Ş. (2006). Anlamlı öğrenmenin öğretimde uygulanması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 71-80.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözeltiler konusunda materyal geliştirilmesi ve uygulanması. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Çepni, S. (2012). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (6. baskı). Trabzon: Erol Ofset Matbaacılık.
- Çepni, S. ve Özsevgeç, T. (2006). Farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını anlama düzeyleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 172, 297-311.
- Çinici, A., Sözbilir, M. ve Demir, Y. (2011). İşbirlikli ve bireysel öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin difüzyon ve osmoz kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 43, 19-36.
- Er Nas, S. (2008). Isının yayılma yolları konusunda 5E modelinin derinleştirme aşamasına yönelik olarak geliştirilen materyallerin etkililiğinin değerlendirilmesi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ergül, S., Bolat, M. ve Mazi, C. (2006). Öğretim yönteminin kaynama ve buharlaşma kavramlarının öğretimine etkisinin incelenmesi, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Frederik, I., Valk, T., Leite, L. And Thoren, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 61-73.
- Gönen, S. ve Akgün, A. (2005). Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili geliştirilen çalışma yaprağının uygulanabilirliğinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 96-106.
- Hewson, P.W. and Hewson, M.G.A. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- İpek Akbulut, H. (2013). İkili yerleşik öğrenme modeli ile yapılan öğretimin öğrencilerin bilişsel alandaki başarılarına ve kavramsal değişimlerine etkisinin incelenmesi: kuvvet ve hareket ünitesi örneği, Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- İpek, H., Kala, N., Yaman, F. and Ayas, A. (2010). Using POE strategy to investigate student teachers' understanding about the effect of substance type on solubility. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 648-653.
- Karataş, F.Ö., Köse C. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kaya H. Ve Büyük U. (2011). Fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına yönelik yeterlikleri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(1), 126-134.
- Kayhan, E. (2009). Sekizinci sınıf fen bilgisi dersi maddedeki değişim ve enerji ünitesinde analogi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kearney, M., and Treagust, D. F. (2000). An investigation of the classroom use of prediction-observation-explanation computer tasks designed to elicit and promote discussion of students' conceptions of force and motion. Paper presented at the Annual Meeting Of The National Association For Research In Science Teaching, USA.
- Kearney M. and Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64-79.

- Keeratchamroen, W., Panijpan, B. & Dahsah, C. (2007). Using the predict-observe-explain (POE) to promote students learning of tapioca bomb and chemical reactions. *Mahidol University Annual Research Abstracts*, 35, 563.
- Klangmanee, K. and Sumranwanich, W. (2009). The development of grade 5 thai students' metacognitive strategies in learning about force and pressure through predict-observe-explain (POE), In *Third International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd)*, Penang, Malaysia.
- Köse, S., Coştu, B. ve Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1). 43–53.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Kavak, N. (2002, Eylül). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan etkili bir öğretim yöntemi–Tahmin Et–Gözle–Açıkla–“Buz ile su kaynatılabilir mi?”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Küçüközer, H. (2004). Yapılandırıcı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi. *Yayınlanmamış doktora tezi*, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Küçüközer, H. (2008). “The effects of 3d computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the moon”, *Physics Education*. (43), 632-636.
- Liew, C-W. (2004). The effectiveness of Predict-observe-explain technique in diagnosing students' understanding of science and identifying their level of achievement. *Unpublished PhD*, Curtin University of Technology, Science And Mathematics Education Centre.
- Liew, C.-W. & Treagust, D. F. (1995). A Predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Australian Science Teachers' Journal*, 41(1), 68-71.
- Liew, C. & Treagust, D. F. (1998, April). The effectiveness of Predict-observe-explain tasks in diagnosing students' understanding of science and in identifying their levels of achievement. *The Annual Meeting of The American Educational Research Association*, 22.
- McGregor, L. & Hargrave, C. (2008). The use of predict-observe-explain with on-linediscussion boards to promote conceptual change in the science laboratory learning environment, *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1, 4735-4740.
- Mısır, N. ve Saka, A.Z. (2009). Fizik öğretiminde elektriksel iş ve ısı konusunda tahmin et–gözle–açıkla yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinlik uygulaması. http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2423-30_05_2012-17_28_01.pdf adresinden 25 Mart 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Mpofu, N. V. (2006). Grade 12 students' conceptual understanding of chemical reactions: a case study of flouridation. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Masters in Education, University of the Western Cape: Cape Town.
- Mthembu, Z. P. (2001). Using predict, observe and explain technique to enhance students' understanding of chemical reactions. *Unpublished paper (ongoing research)*. University of Natal King George V Natal.
- Nakhleh, M. B. (1994). chemical education research in the laboratory environment: how can research uncover what students are learning?. *Journal of Chemical Education*, 71(3), 201-205.
- Ongun, E. (2006). Üniversite öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ile motivasyon ve bilişsel stilleri arasındaki ilişki. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Özdemir, H. (2011). “Tahmin et–gözle–açıkla” stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının asitler-bazlar konusunu anlamalarına etkisi. *Yayınlanmamış yüksek lisans tezi*. Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 3(1), 100-111.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.
- Rakkapao, S., Pengpan, T. & Prasitpong, S. (2013). Evaluation of POE and instructor-led problem-solving approaches integrated into force and motion lecture classes using a model analysis technique. *European Journal of Physics*. (35), 1-10.
- Saka, A. (2012). A different approach to have science and technology student-teachers gain varied methods in laboratory applications: A sample of computer assisted poe application. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 11(4), 25-45.
- Sünkür, M., İlhan, M. ve Sünkür, M. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının giderilmesine tahmin et-gözle-açıkla (TGA) yönteminin etkisi. *International Journal of Social Science*. 6(4), 519-534.
- Şahin, Ç. and Çepni, S. (2011). Development of a two tiered test for determining differentiation in conceptual structure related to "floating-sinking, buoyancy and pressure" concepts. *Turkish Science Education*, 8(1), 79-110.
- Tanahoung, C., Chitaree, R., Soankwan, C., Sharma, M. D. & Johnston, I. D. (2009). The effect of interactive lecture demonstrations on students' understanding of heat and temperature: a study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 27(1), 61-74.
- Tao, P. & Gunstone, R. (1997). The process of conceptual change in 'Force And Motion'. ERIC Document, ED 407 259.
- Tekin, S. (2006). Tahmin-gözlem-açıklama stratejisine dayalı fen bilgisi laboratuvar deneylerin tasarlanması ve bunların öğrenci kazanımlarına katkılarının irdelenmesi. VII. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418.
- Wu, Y.T. & Tsai, C. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures". *Journal of Biological Education*, 39(3), 113-120.

Summary

Introduction

Predict-Observe-Explain (POE) is an instructional method used to reveal the students' prior knowledge that they have and determine the consistency of the prior knowledge in terms of scientific thought. POE method is implemented in 3 stages. The first stage of the POE method is prediction where an information about an event is given to students, asked them to predict the outcomes of this event and make them explain the reasons of their predictions. In the second stage of the POE method, observations where the event is tested are made, the students are told that they should observe carefully and record what they see while observing. Third stage of the POE method is the explanation where the students compare the differences and similarities between their predictions

and observations. If their predictions and observations are different from each other, they try to explain and eliminate these differences.

Any extensive study about the effect of the "Predict-Observe-Explain (POE)" method on pre-service science teachers' academic achievement of "Heat and Temperature" subject isn't found in the literature. The studies which are conducted with pre-service science teachers are focused on determining the misconceptions of the students about the "Heat and Temperature" subject. But extensive studies are limited to eliminate these misconceptions of students. The aim of this study is to investigate the effect of laboratory activities based on "Predict-Observe-Explain

(POE) method on pre-service science teachers' academic achievement of "Heat and Temperature" subject in Introductory Physics Laboratory III.

Methodology

In the study, the quasi-experimental design with pre-test and post-test and control group was used. A total of 104 second year pre-service science teachers who were studying in the Department of Primary Science Education at Karadeniz Technical University and attended Introductory Physics Laboratory III course which was held in the autumn term in 2013-2014 academic year was participated in the study. In the process of developing the materials, 54 pre-service science teachers were involved in pilot study. 44 pre-service science teachers who attended the course continuously (Experimental group N= 22, Control group N= 22) was participated in the main study. Laboratory instruction based on "Predict-Observation-Explain" (POE) method was applied in experimental grup and verification laboratory method was applied in control grup over a period of 12 weeks (Pilot activities 6 Weeks, Main activities 6 weeks). In the study, a two-stage "Heat and Temperature Achievement Test", 9 activities for students which were based on POE (Worksheets), 9 Researcher Guidance Materials based on the POE, 9 activities for students which were based on verification laboratory method (Worksheets) and 9 Researcher Guidance Materials based on the verification laboratory method have been prepared by the researcher. Heat and Temperature Achievement Test, POE teaching materials, reflective articles and students' opinions were used as data collection tools. "Heat and Temperature Achievement Test" was applied to experimental and control groups as pre-test, post-test and the retention test. Pre-service teachers' answers to Heat and Temperature Achievement Test were classified according to the understanding categories and each category was scored. The scores of experimental and control groups received by analyzing the answers to Heat and Temperature Achievement Test according to the understanding categories, were compared Wilcoxon Signed Rank Test and Mann-Whitney U Test.

Findings

According to the analysis, it is seen that the significant difference is in favor of the post-test between pre-test and post-test of the experimental and control group. The significant difference is in favor of the post-test between post-test and retention test of the experimental and control group. The significant difference is in favor of the retention test between pre-test and retention test. In addition, there is no significant difference between the pre-tests of experimental and control group. The significant difference is in favor of the experimental group for the post-test and retention test.

Discussion

In conclusion, it was determined that both POE method and Verification method have a positive effects on the academic achievement of students on "Heat and Temperature" subject. In addition, laboratory activities based on POE method was more effective on pre-service science teachers' academic achievement of students on "Heat and Temperature" subject than activities based on Verification method. In the result of the study it was proposed to prepare materials based POE method and investigate the effectiveness of the POE method on different science subjects.