

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**TGA YÖNTEMİNE DAYALI LABORATUVAR UYGULAMALARININ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ISI VE SICAKLIK”
KONUSUNU ANLAMALARINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe DURMUŞ

**TRABZON
Mayıs, 2014**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**TGA YÖNTEMİNE DAYALI LABORATUVAR UYGULAMALARININ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ISI VE SICAKLIK”
KONUSUNU ANLAMALARINA ETKİSİ**

Ayşe DURMUŞ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nce Yüksek
Lisans Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı
Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI**

**TRABZON
Mayıs, 2014**

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 23/05/2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Üye : Doç. Dr. Suat ÜNAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Sibel ER NAS

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

**Doç. Dr. Nevzat YİĞİT
Enstitü Müdürü**

BİLDİRİM

Tezimin içerdđi yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadđımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldđını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Ayşe DURMUŞ

23/05/2014

ÖN SÖZ

Bu çalışmada, Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmanın planlanması ve yürütülmesi sürecinde engin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli hocam Doç. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin jüri üyeliğini üstlenerek görüş ve düşünceleriyle çalışmanın eksik noktalarını görmemde ve bunları gidermemde bana büyük katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Suat ÜNAL ve Yrd. Doç. Dr. Sibel ER NAS'a teşekkür ederim. Tezin çeşitli aşamalarında değerli görüş ve düşüncelerinden faydalandığım değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Hava İPEK AKBULUT, Arş. Gör. Kadir GÜRSOY ve Arş. Gör. Arzu KİRMAN BİLGİN'e, değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ebru MAZLUM, Arş. Gör. Dilek ÖZBEK ve Arş. Gör. Sinan BÜLBÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın uygulama sürecinde yer alan 2013-2014 akademik yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca TÜBİTAK BİDEB'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Mayıs, 2014
Ayşe DURMUŞ

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xxiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	4
1.2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi.....	4
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	6
1.5. Tanımlar	8
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	9
2.1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi	9
2.1.1. Laboratuvar Uygulamaları İçin Gerekli Becerileri Kazandırma Yaklaşımları	14
2.1.1.1. Teknik Beceriler Yaklaşımı	14
2.1.1.2. Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımı	14
2.1.2. Laboratuvar Uygulamaları Yaklaşımları	17
2.1.2.1. Tümdengelim Yaklaşımı	17
2.1.2.1.1. İspat Yöntemi.....	17
2.1.2.1.2. Tümevarım Yaklaşımı.....	18
2.1.2.2.1. Buluş Esasına Dayalı Öğretim Stratejisi.....	19
2.1.2.2.2. Araştırmaya Dayalı Öğretim Stratejisi	19
2.1.2.2.3. Bütünleştirici Öğretim Stratejisi	20
2.1.2.2.3.1. Tahmin-Gözlem-Açıklama Yöntemi.....	21
2.1.2.2.3.1.1. Tahmin Aşaması	21
2.1.2.2.3.1.2. Gözlem Aşaması.....	22

2.1.2.2.3.1.3. Açıklama Aşaması	22
2.2. Literatür Taramasının Sonucu	24
2.2.1. Isı ve Sıcaklık Konusu ile İlgili Araştırmalar	24
2.2.2. TGA ile İlgili Araştırmalar	31
3. YÖNTEM	45
3.1. Araştırma Modeli	45
3.2. Araştırma Grubu	46
3.3. Verilerin Toplanması	46
3.4. Veri Toplama Araçları	46
3.4.1. Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (ISBT)	47
3.4.2. Öğretim Materyalleri	49
3.4.2.1. Öğretim Materyallerinin Geliştirilme Süreci	50
3.4.2.2. Pilot Uygulama Sonrasında Öğretim Materyallerinde Yapılan Düzenlemeler	53
3.4.3. Öğrenci Görüşleri	53
3.5. Veri Toplama Süreci	53
3.6. Verilerin Analizi	55
3.6.1. Isı ve Sıcaklık Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi	56
3.6.2. TGA Çalışma Yapraklarının Analizi	58
3.6.3. Öğrenci Görüşlerinin Analizi	59
4. BULGULAR	60
4.1. ISBT'nden Elde Edilen Genel Bulgular	60
4.2. ISBT'nin Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgular	64
4.3. TGA Çalışma Yapraklarının Kategorilere Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular	131
4.4. Öğrencilerin TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular	159
5. TARTIŞMA	163
5.1. ISBT'nden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	163
5.2. ISBT Sorularının Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	166
5.3. TGA Çalışma Yapraklarının Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	176

5.4. Öğrencilerin TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma	182
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	184
6.1. Sonuçlar	184
6.2. Öneriler	186
7. KAYNAKLAR	188
8. EKLER	203
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ.....	205

ÖZET

TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının “Isı ve Sıcaklık” Konusunu Anlamalarına Etkisi

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” konusunu anlamalarına etkisini araştırmaktır.

Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem (Quasi Experimental) kullanılmıştır. Çalışma 2013-2014 eğitim öğretim yılı güz döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesinde Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmeliği Lisans Programında 2. Sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik Laboratuvar III dersini alan toplam 104 öğrenciyle yürütülmüştür. 54 öğrenci materyal geliştirme sürecinde pilot uygulama grubunda yer almıştır. Çalışmanın asıl uygulama grubunu uygulamalarda devamlılık gösteren 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 kullanılan iki aşamalı “Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi”, TGA yöntemine göre hazırlanmış 9 adet öğrenci materyali (çalışma yaprağı), 9 adet araştırmacı rehber materyali, İspat yöntemine göre hazırlanmış 9 adet öğrenci materyali (çalışma yaprağı) ve 9 adet araştırmacı rehber materyali araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan materyallerin pilot uygulamaları 6 hafta, asıl uygulamaları 6 hafta sürmüştür. Veri toplama araçları olarak Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi, TGA öğretim materyalleri, yansıtıcı yazılar ve öğrenci görüşleri kullanılmıştır. Uygulamalar öncesinde deney ve kontrol gruplarına “Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi” ön test, uygulamalar sonrasında ise son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. 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 İşaretili Sıralar Testi ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin TGA yöntemine göre hazırlanmış çalışma yapraklarının tahmin ve açıklama aşamalarında verdikleri cevaplar anlama düzeylerine göre kategorilendirilmiş ve anlama düzeyleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinden uygulama sonunda TGA yöntemine ilişkin görüşleri alınmıştır. Bu görüşlerden elde edilen veriler kodlanarak her bir kod içerisinde yer alan öğrenci sayıları belirtilmiştir.

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, TGA yöntemine dayalı uygulamaların deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu ve öğrencilerin TGA yöntemine dayalı uygulamalar hakkında olumlu görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada son test ve kalıcılık testinde hatırlama düzeyinde yer alan sorulara verilen cevaplar doğrultusunda İspat yönteminin TGA yöntemine göre daha başarılı olduğu, anlama düzeyinde yer alan sorulara verilen cevaplar doğrultusunda TGA yöntemi ve İspat yönteminin etkisinin çok farklı olmadığı, uygulama ve üst düzey becerileri ölçen sorulara verilen cevaplar doğrultusunda ise TGA yönteminin İspat yöntemine göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte çalışma sonucunda soyut konularda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının giderilmesinde TGA yönteminin yeterince etkili olmadığı ortaya çıkmıştır. Çalışmada farklı fen bilgisi konularında da TGA yöntemine dayalı materyaller hazırlanıp etkililiklerinin araştırılması önerilmiştir.

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

ABSTRACT

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

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’ understandings of “Heat and Temperature” subject in Introductory Physics Laboratory III.

In the study, the quasi-experimental design with pre-test and post-test 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 activities. 44 pre-service science teachers (Experimental group N= 22, Control group N= 22) was participated in the main activities who attended courses continuously. 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 14 week (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, 9 activities for students which were based on Verification laboratory method (Worksheets) and 9 Researcher Guidance Materials 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 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. Worksheets that were designed based on the POE method were analyzed, pre-service science teachers’ responses were compared in estimates and descriptions stages responses, were categorized according to their level of understanding levels. In addition, the experimental group students' opinions have been

taken about POE activities. The opinions were coded and indicated the number of students in each code.

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 addition, activities based on POE method had positive effect on experimental group students' conceptual understanding and the pre-service science teachers' had positive opinions about activities based on POE. As regards to answers given to the post-test and retention test, it was found that for the recall level participants showed more success on laboratory activities based on Verification method than laboratory activities based on POE; for comprehension level, participants' success was not significantly different on laboratory activities based on POE and Verification methods; for high-level skills participants were more successful on laboratory activities based on POE than laboratory activities based on Verification. In addition to that, the study results showed that POE method didn't have significant effect on remediation to students' misconceptions related to abstract subjects. In the study, it was proposed to investigate effectiveness of teaching materials based on POE method on other science subjects.

Key Words: POE Method, Introductory Physics Laboratory III, Heat and Temperature, Pre-service Science Teachers.

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.	Deneysel Süreç.....	45
Tablo 2.	Araştırma Grubu	46
Tablo 3.	Alt Problemlerin Çözümüne Yönelik Veri Toplama Araçları	46
Tablo 4.	Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi İçin Hazırlanan Belirtke Tablosu	48
Tablo 5.	TGA Yöntemine Dayalı Etkinlikler ve İlişkili Kazanımlar	51
Tablo 6.	İspat Yöntemine Dayalı Etkinlikler ve İlişkili Kazanımlar	52
Tablo 7.	ISBT'nin İkinci Aşamasının Analizinde Kullanılan Kategoriler, Puanları ve İçerikleri.....	57
Tablo 8.	ISBT'den Elde Edilen Verilerin Analizinde Kullanılan Kategoriler, Kategorilerin Kısaltmaları ve Puanları	57
Tablo 9.	TGA Çalışma yapraklarının Analizinde Kullanılan Kategoriler	58
Tablo 10.	ISBT Ön Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	60
Tablo 11.	ISBT Son Test Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	61
Tablo 12.	ISBT Kalıcılık Testi Puanlarının Deney ve Kontrol Gruplarına Göre Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	61
Tablo 13.	Deney Grubunun ISBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	61
Tablo 14.	Deney Grubunun ISBT Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	62
Tablo 15.	Deney Grubunun ISBT Ön Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	62
Tablo 16.	Kontrol Grubunun ISBT Ön Test ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	63

Tablo 17.	Kontrol Grubunun ISBT Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	63
Tablo 18.	Kontrol Grubunun ISBT Ön Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları	64
Tablo 19.	ISBT'nin 1. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	65
Tablo 20.	ISBT'nin 2. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	68
Tablo 21.	ISBT'nin 3. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	72
Tablo 22.	ISBT'nin 4. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	75
Tablo 23.	ISBT'nin 5. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	78
Tablo 24.	ISBT'nin 6. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	82
Tablo 25.	ISBT'nin 7. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	85
Tablo 26.	ISBT'nin 8. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	89
Tablo 27.	ISBT'nin 9. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	92

Tablo 28. ISBT'nin 10. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	96
Tablo 29. ISBT'nin 11. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	99
Tablo 30. ISBT'nin 12. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	103
Tablo 31. ISBT'nin 13. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	106
Tablo 32. ISBT'nin 14. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	109
Tablo 33. ISBT'nin 15. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	112
Tablo 34. ISBT'nin 16. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	116
Tablo 35. ISBT'nin 17. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	119
Tablo 36. ISBT'nin 18. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	123
Tablo 37. ISBT'nin 19. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri	127
Tablo 38. Deney Grubu Öğrencilerinin 1. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	132

Tablo 39. Deney Grubu Öğrencilerinin 2. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	134
Tablo 40. Deney Grubu Öğrencilerinin 3. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	138
Tablo 41. Deney Grubu Öğrencilerinin 4. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	141
Tablo 42. Deney Grubu Öğrencilerinin 5. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	144
Tablo 43. Deney Grubu Öğrencilerinin 6. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	147
Tablo 44. Deney Grubu Öğrencilerinin 7. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	150
Tablo 45. Deney Grubu Öğrencilerinin 8. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	152
Tablo 46. Deney Grubu Öğrencilerinin 9. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları.....	156
Tablo 47. Deney grubu öğrencilerinin TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleri.....	160

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
1.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 1. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	66
2.	D8 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna verdiği cevap	66
3.	D8 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna verdiği cevap.....	67
4.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 1. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	67
5.	K24 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna verdiği cevap.....	68
6.	K24 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna verdiği cevap.....	68
7.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 2. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	69
8.	D3 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna verdiği cevap	70
9.	D3 kodlu öğrencinin son testin 2. sorusuna verdiği cevap	70
10.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 2. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	71
11.	K15 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna verdiği cevap	71
12.	K15 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 2. sorusuna verdiği cevap.....	72
13.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 3. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	73
14.	D17 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 3. sorusuna verdiği cevap	74
15.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 3. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	74
16.	K4 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 3. sorusuna verdiği cevap.....	75

17.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 4. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	76
18.	D2 kodlu öğrencinin son testin 4. sorusuna verdiği cevap	77
19.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 4. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	77
20.	K24 kodlu öğrencinin son testin 4. Sorusuna vermiş olduğu cevap	78
21.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 5. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	79
22.	D10 kodlu öğrencinin ön testin 5. sorusuna verdiği cevap	80
23.	D22 kodlu öğrencinin son testin 5. sorusuna verdiği cevap	80
24.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 5. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	81
25.	K2 kodlu öğrencinin son testin 5. sorusuna verdiği cevap	81
26.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 6. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	83
27.	D19 kodlu öğrencinin kalıcılık testin 6. sorusuna verdiği cevap	83
28.	D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testin 6. sorusuna verdiği cevap	84
29.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 6. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	84
30.	K20 kodlu öğrencinin son testin 6. sorusuna verdiği cevap	85
31.	K20 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği cevap.....	85
32.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 7. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	86
33.	D21 kodlu öğrencinin ön testin 7. sorusuna verdiği cevap	87
34.	D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 7. sorusuna verdiği cevap	87
35.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 7. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	88
36.	K18 kodlu öğrencinin son testinin 7. sorusuna verdiği cevap.....	88
37.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 8. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	90

38.	D23 kodlu öğrencinin ön testin 8. sorusuna verdiği cevap	90
39.	D11 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 8. sorusuna verdiği cevap	91
40.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 8. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	91
41.	K2 kodlu öğrencinin son testin 8. sorusuna verdiği cevap	92
42.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 9. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	93
43.	D2 kodlu öğrencinin ön testin 9. sorusuna verdiği cevap	94
44.	D2 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği cevap	94
45.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 9. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	95
46.	K10 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği cevap	95
47.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 10. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	97
48.	D6 kodlu öğrencinin son testin 10. sorusuna verdiği cevap	97
49.	D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 10. sorusuna verdiği cevap	98
50.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 10. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	98
51.	K3 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 10. sorusuna verdiği cevap.....	99
52.	K13 kodlu öğrencinin son testinin 10. sorusuna verdiği cevap.....	99
53.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 11. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	100
54.	D17 kodlu öğrencinin ön testin 11. sorusuna verdiği cevap.....	101
55.	D17 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 11. sorusuna verdiği cevap	101
56.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 11. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	102
57.	K16 kodlu öğrencinin son testin 11. sorusuna verdiği cevap	102
58.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 12. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	104

59.	D10 kodlu öğrencinin ön testin 12. sorusuna verdiği cevap	104
60.	D10 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği cevap	105
61.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 12. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	105
62.	K20 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği cevap	106
63.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 13. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	107
64.	D14 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği cevap	107
65.	D2 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 13. sorusuna verdiği cevap	108
66.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 13. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	108
67.	K3 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği cevap	109
68.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 14. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	110
69.	D20 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği cevap	111
70.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 14. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	111
71.	K7 kodlu öğrencinin ön testin 14. sorusuna verdiği cevap	112
72.	K7 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği cevap	112
73.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 15. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	113
74.	D9 kodlu öğrencinin ön testin 15. sorusuna verdiği cevap	114
75.	D9 kodlu öğrencinin son testin 15. sorusuna verdiği cevap	114
76.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 15. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	115
77.	K7 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 15. sorusuna verdiği cevap.....	115
78.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 16. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	117
79.	D8 kodlu öğrencinin ön testin 16. sorusuna verdiği cevap	117

80.	D8 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap	118
81.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 16. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	118
82.	K14 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap	119
83.	K7 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap	119
84.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 17. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	120
85.	D3 kodlu öğrencinin ön testin 17. sorusuna verdiği cevap	121
86.	D3 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği cevap	121
87.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 17. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	122
88.	K9 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği cevap	122
89.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 18. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	124
90.	D5 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği cevap	124
91.	D5 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 18. sorusuna verdiği cevap	125
92.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 18. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	125
93.	K2 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği cevap	126
94.	K2 kodlu öğrencinin son testin 18. sorusuna verdiği cevap	126
95.	Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	128
96.	D8 kodlu öğrencinin ön testin 19. sorusuna verdiği cevap	128
97.	D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 19. sorusuna verdiği cevap	129
98.	Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması	129
99.	K10 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği cevap	130
100.	K5 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği cevap	131

101.	D21 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap	133
102.	D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap	133
103.	D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	133
104.	D6 kodlu öğrencinin “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” sorusuna verdiği cevap	134
105.	D6 kodlu öğrencinin ISBT’nin 6. sorusuna verdiği cevap.....	134
106.	D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap	135
107.	D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	136
108.	D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” sorusuna verdiği cevap	136
109.	D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap	136
110.	D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	137
111.	D12 kodlu öğrencinin ISBT’nin 5. sorusuna verdiği cevap.....	137
112.	D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği cevap.....	139
113.	D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	139
114.	D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar.....	140
115.	D2 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 7. sorusuna verdiği cevap	140
116.	D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği cevap.....	142

117.	D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	142
118.	D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız.</i> ” sorusuna verdiği cevap.....	143
119.	D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” ve “ <i>Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.</i> ” sorularına verdiği cevap.....	143
120.	D9 kodlu öğrencinin ISBT'nin kalıcılık testinin 9. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı.....	144
121.	D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği cevap.....	145
122.	D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	146
123.	D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” ve “ <i>Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.</i> ” sorularına verdiği cevap.....	146
124.	D23 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 11. sorusuna verdiği DS-KDN kategorisinde yer alan cevabı	147
125.	D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap	148
126.	D1 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte gözlem aşamasında verdiği cevap	148
127.	D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı	149
128.	D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” ve “ <i>Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.</i> ” sorularına verdiği cevap.....	149
129.	D22 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 14. sorusuna verdiği cevap	150
130.	D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı.....	151
131.	D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı	151

132.	D14 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” sorusuna verdiği cevap	152
133.	D14 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 16. sorusuna verdiği cevap	152
134.	D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği cevap.....	154
135.	D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	155
136.	D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan “ <i>Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.</i> ”, “ <i>Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.</i> ” ve “ <i>Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız.</i> ” sorularına verdiği cevaplar.....	155
137.	D5 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 18. sorusuna verdiği cevap	156
138.	D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan tahmin sorularına verdiği cevapları	158
139.	D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap.....	158
140.	D1 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 19. sorusuna verdiği cevap	159
141.	Ö18 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	160
142.	Ö2 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	160
143.	Ö4 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	161
144.	Ö12 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	161
145.	Ö6 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	161
146.	Ö15 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü.....	162

KISALTMALAR LİSTESİ

TGA : Tahmin-Gözlem-Açıklama

POE : Predict-Observe-Explain

ISBT : Isı ve Sıcaklık Başarı Testi

AAAS : American Association for the Advancement of Science

NRC : National Research Council

1. GİRİŞ

Bilgi bolluğu yaşadığımız ve hızlı iletişimle küçülen günümüz dünyasında, bilimsel düşünme becerisine sahip, araştırmacı, bilgiyi ezberleyen değil, bilgiye ulaşabilen, elde ettiği bilgiyi deneyimleriyle bağ kurarak yorumlayabilen, kullanıp paylaşabilen ve karşılaştığı problemleri çözebilen, üretken bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 2009; National Research Council [NRC], 1996). Bu çağda, geleneksel anlamda, belli bilgi stoğuna erişmiş bireylerin yerini, artık bilgi elde etme yöntemlerini bilen bireyler almalıdır (Özdemir, 2000). Çağın ihtiyaç duyduğu bu nitelikteki bireyleri yetiştirmek ancak kaliteli bir eğitim ile mümkündür. Bu bağlamda bilginin tabiatını düşünme, mevcut bilgi birikimini anlama, kullanma ve yeni bilgi üretme süreci olan fen bilimlerinin eğitimi oldukça önemlidir (Çepni, 2001). Fen bilimleri, hem bilgi edinme hem de elde edilen bilgileri kullanma yollarını içeren bir alandır (Ayas, Karamustafaoğlu, Sevim ve Karamustafaoğlu, 2001).

Fen bilimleri eğitimi, fiziksel çevre hakkında bilgi toplamak üzere gözlem yapma, yapılan gözlemleri açıklamak için hipotezler üretme, bu hipotezleri geçerli ve güvenilir yollarla test etme gibi bilimsel yöntemlerin kullanıldığı süreçtir (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2007'den aktaran: Denizoğlu, 2008). Tüm bunları dikkate aldığımızda, fen bilimleri eğitiminin temel amacı, öğrencilerin çevresindeki problemleri tanımlaması, gözlem yapması, hipotez kurması, deney yapması, sonuç çıkarması, analiz etmesi, genelleme yapması ve elde ettiği bilgi ve gerekli becerileri günlük hayatta uygulamasıdır (Saxene, 1994'den aktaran: Aktamış ve Ergin, 2006).

Fen bilimleri gibi temel ve uygulamalı bilimlerde çok fazla etkin olan, çoğalan bilgi yükü karşısında gün geçtikçe önemi artan, öğrencilerin bilgi edindikleri ve bilgi ürettikleri ortamlar laboratuvar ortamlarıdır (Kirişçiöğlü, 2009). Fen eğitiminde laboratuvarlar, her düzeyde yaparak yaşayarak öğrenme, aktif katılım, anlamlı öğrenme, bilimsel süreç becerilerinin gelişimi, öğrencilerin kendi öğrenmelerinden sorumlu olması gibi özellikleri ile son derece önemli ve gerekli öğrenme ortamlarıdır (Baykara, 2011).

Eğer laboratuvarlar gerçek birer öğrenme ortamları haline getirilirse, öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenmeleri, derse yönelik pozitif tutumlar geliştirmeleri sağlanabilir ve böylece öğrenciler bilgi üretme sürecine aktif olarak dâhil edilebilirler (Hofstein ve Lunetta, 2004). Tobin (1990), anlamlı öğrenmenin öğrencilerin yaşlılarıyla 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 ortamların sağlanmasıyla mümkün olduğunu

belirtmektedir. Anlamli öğrenmeye yönelik bu bakış açısı, öğrencilerin bilimsel araştırma süreciyle meşgul olmalarını sağlayan, bilim üretmeye ilgi ve istek oluşturan, bilimsel bakış açılarını geliştiren, işbirliği ve iletişim becerilerinin gelişimine olanak sağlayan öğrenme ortamlarının önemini yeniden ortaya koymaktadır (Akpınar ve Yıldız, 2006).

Laboratuvar ortamlarında anlamli öğrenme sürecini etkileyen en önemli faktör öğrencilerin mevcut bilgi birikimi ve önceki deneyimleriyle öğrenme ortamına gelmesidir (Ausubel, 1968'den aktaran: Çakıcı, Alver ve Ada, 2006). Ausubel'in öğrenme kuramına göre, anlamli öğrenmenin temelinde, mevcut bilgi ile yeni öğrenilecek bilginin ilişkilendirilmesi yatmaktadır. Öğrenciler yeni kazandıkları bilgileri daha önceden sahip oldukları bilgi ve deneyimler ile karşılaştırarak yorumlamakta ve anlamli hale getirmektedir (Jonassen, 1994). Çoğu zaman öğrencilerin öğrenme ortamına taşıdıkları ön bilgileri bilimsellikten uzaktır ve bilimsellikten uzak bu ön bilgiler öğrencilerin anlamli öğrenme sürecinde karşılaştıkları yeni kavramları öğrenmelerini engellemektedir (Özmen, 2004). Öğrencilerin fikirlerindeki bu bilimsel olarak doğru olmayan ön bilgiler, kendilerine özgü yorumlar ve anlamlar kavram yanılgıları olarak adlandırılır (Bahar, 2003; Nakhleh, 1994). Kavram yanılgıları öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları olayları yanlış yorumlamalarına, problemlerle karşı karşıya kaldıklarında geçersiz çözümler üretmelerine ya da hiç çözüm üretememelerine sebep olan önemli öğrenme sorunlarıdır (Akgün, 2005). Anlamli 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 anlamli 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. Bunun için ya öğrencileri daha güçlü bir kavramın inşasına gerek duyulan yeni bir problem durumuyla karşı karşıya bırakmaları ya da öğrencilerinin gördükleri şey ile bekledikleri şey arasındaki farklılıkları görebilmeleri için onları zorlayarak bir müdahalede bulunmaları gerekmektedir (Bodner, 1990).

Kavram yanılgılarının tespit edilerek, ortadan kaldırıp anlamli ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleştirilmesi, öğretmenler tarafından etkili öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasıyla sağlanabilir (Akgün, Gönen ve Yılmaz, 2005). Bu bağlamda öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilerinin 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 yöntemi, son zamanlarda kavram yanılgılarının belirlenmesinde, anlamli ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Özdemir, 2011; Watson, 2001).

TGA, öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak ve fikirlerini tartışmalarına teşvik etmek amacıyla, önce bir olayın sonucunu tahmin etmeleri sonra olayı gözlemlenmeleri, gözlemleri ve tahminleri arasında herhangi bir uyumsuzluk olup olmadığının farkına varmaları, varsa bu uyumsuzluğu ortadan kaldırıcı açıklamalar yapmaları sürecini kapsamaktadır (Kearney ve Treagust, 2001; White ve Gunstone, 1992). Bu çerçevede öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkararak, kavramlarını yeniden yapılandırmasını sağlayan TGA yöntemi tahmin, gözlem ve açıklama olmak üzere 3 aşamalı olarak uygulanır. Bu basamaklardaki sorumlulukları yerine getiren öğrencilerin her bir basamakta verdikleri cevaplar ve açıklamalara bakılarak onların anlamaları hakkında yorum yapılmaktadır (Ayas ve diğ., 2001). Bu yöntem öğrencilerin, bilim insanlarının kullandıkları yöntemlere benzer şekilde önce tahminlerini kullanarak hipotez geliştirmelerine, sonrasında topladıkları bilgiler ile hipotezlerini test edip bir sonuca ulaşmalarına olanak tanır (Güven, 2011). 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; Palmer, 1995; Tekin, 2006; White ve Gunstone, 1992; Wu ve Tsai, 2005).

Laboratuvar ortamlarında sık kullanılan birçok öğretim yönteminin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede etkisiz veya yetersiz kaldığı, öğrenciyi bilgiyi ezberlemeye yönlendirdiği ve öğrencilerde kavram yanlışları oluşmasına neden olabildiği vurgulanmaktadır (Sönmez, Geban ve Ertepinar, 2001). Öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkararak, kavramlarını yeniden yapılandırmasına fırsat veren Tahmin-Gözlem-Açıklama gibi öğretim yöntemlerinin öğrenme ortamlarında kullanılması önem kazanmaktadır. TGA yöntemi öğrencilerin kavram yanlışlarının, eksik veya yanlış öğrenmelerin ortaya çıkarılması, düzeltilmesi, eksik öğrenmelerin tamamlanması ve kavramlar arasında sıkı ilişkilerin kurulması yönüyle etkilidir (Ayas ve diğ., 2010; Mpofu, 2006). Bu çalışmada Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin ve laboratuvar ortamlarında sık kullanılan İspat yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisi karşılaştırılmıştır.

“Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisi nedir?” bu çalışmanın temel problem cümlesidir. Bu temel probleme dayalı olarak araştırmanın alt problem cümleleri aşağıdaki gibidir:

1. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunda akademik başarılarına etkisi nedir?
2. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine etkisi nedir?
3. TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına katılan deney grubu öğrencilerinin bu uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?

1. 1. Araştırmanın Amacı

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” konusunu anlamalarına etkisini karşılaştırmaktır.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Birçok öğretim yönteminin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede, kavramsal değişimi gerçekleştirmede etkisiz veya yetersiz kaldığı, öğrenciyi bilgiyi ezberlemeye yönlendirdiği, öğrencilerde tanımlama, açıklama ve tahmin yürütme gerektiren konularda kavram yanlışları oluşmasına neden olduğu vurgulanmaktadır (Sönmez, Geban ve Ertepinar, 2001). Fen konularının birçok soyut kavramdan oluşması, diğer derslere göre daha karmaşık zihinsel faaliyetler içermesi kavram öğretimini oldukça zorlaştırmaktadır. Bu durum öğrencilerin bazı kavramları farklı yorumlamalarına ve kavram yanlışlarına sahip olmalarına neden olmaktadır. Yapılan birçok çalışmada öğrencilerin bazı fen kavramlarında yanlışlara sahip oldukları, bazı konulara ait kavramları öğrenmede güçlük çektikleri tespit edilmiştir (Eryılmaz ve Tatlı, 1999; Klangmanee ve Sumranwanich, 2009; Koray ve Tatar, 2003; Köse, 2004; Küçüközer, 2008; Stepans, 1996; Tekkaya ve Balcı, 2003; Treagust, Pathommapas ve Tsui, 2007).

Öğrencilerin yaygın olarak kavram yanlışlarına sahip olduğu konulardan birisi de “Isı ve Sıcaklık” konusudur. Literatürde “Isı ve Sıcaklık” konusu ile ilgili, kavram yanlışlarının belirlendiği (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Carlton, 2000; Lewis ve Linn, 1994; Tunç, Akçam ve Dökme, 2011), 5E modeli ile geleneksel öğretimin etkisinin karşılaştırıldığı (Er Nas, Çoruhlu ve Çepni 2010; Turgut ve Gürbüz, 2011) ve kavramsal değişimi sağlamada kullanılan çeşitli yöntemlerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkililiğinin araştırıldığı (Başer ve Geban, 2007; Çalık ve Kurnaz, 2008; Turgut ve Gürbüz, 2012) çalışmalara rastlanmaktadır.

Isı ve sıcaklık konusunda öğrencilerin yasadıkları öğrenme güçlüklerini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çok sayıda çalışma, öğrencilerin sıcaklık ve ısı konusunu anlamakta ve ayırt etmekte zorlandıklarını göstermiştir (Adamczyk ve Willson, 1996; Aydoğan ve diğ., 2003; Bar ve Travis, 1991; Carlton, 2000; Clark ve Jorde 2004; Gönen ve Akgün, 2005; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Kesidou ve Duit, 1993; Koray ve Bal, 2002; Lewis ve Linn, 1994; Maskill ve Pedrosa, 1997). Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda her yaş grubundaki öğrencilerde ısı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları olduğu, ilköğretim, lise ve üniversite öğrencilerinin paylaştıkları kavram yanlışlarının benzer olduğu saptanmıştır (Bayram, 2010). Yapılan çalışmalar fen bilgisi öğretmen adaylarının da ısı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışlarının olduğunu ve bu konuyu kavramakta zorlandıklarını göstermiştir (Aydoğan, ve diğ., 2003; Damlı, 2011; Gönen ve Akgün, 2005; Ongun, 2006; Tanahoung, Chitaree, Soankwan, Sharma ve Johnston, 2009).

Yapılan araştırmalarda öğrencilerde oluşan bazı kavram yanlışlarının öğretmenlerin temel bilgilerdeki yanlış anlamalarından kaynaklandığı belirlenmiştir (Yip, 1998). Öğretmenlerin kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağlayabilmeleri için konu alan bilgisine sahip olmaları ve bu bilgilerini öğrencilerin anlayabilecekleri hale getirmeleri gerekmektedir (Gürdal, Şahin ve Çağlar, 2001). Laboratuvar uygulamalarında, öğrencilere kazandırılması hedeflenen konu alan bilgisi, beceri ve tutum, öğretmenlerin sahip olduğu, konu alan bilgisi, beceri ve tutum ile doğru orantılıdır (Kaya ve Büyük, 2011).

Ülkemizde yürütülen birçok çalışmada laboratuvar uygulamalarıyla desteklenen fen öğretiminin, öğretmen adaylarının konu alan bilgisi, beceri ve tutumlarının gelişimine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Budak, 2001; Kanlı, 2007; Kanlı ve Yağbasan, 2008; Nakiboğlu ve Meriç, 2000; Nuhoğlu, 2003). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirlemeye veya kavramsal anlamalarını sağlamaya yönelik çeşitli öğretim yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır (Açıslı, 2010; Baykara, 2011; Bozkurt, 2008). Öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarını sağlamaya yönelik kullanılan öğretim yöntemlerinden birisi de Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemidir (Bilen, 2009; Güven, 2011; Özdemir 2011; Tekin, 2006).

TGA yöntemi öğretmen adaylarının bir olay hakkında fikirlerini ortaya çıkarmak ve onları tartışmaya teşvik etmek amacıyla, önce bir olayın sonucunu tahmin etmeleri sonra olayı gözlemlenmeleri ve gözlemleri ile tahminleri arasında herhangi bir uyumsuzluk olup olmadığının farkına varmaları sürecini kapsayan öğretim yöntemidir (Kearney ve Treagust, 2001; White ve Gunstone, 1992). TGA yönteminin en önemli özelliği, öğretmen adaylarının mevcut bilgisini ve deneyimlerini günlük hayatta karşılaştığı benzer olaylardan yararlanıp bunları tahminlerini desteklemek için kullanmalarını sağlamasıdır. Ayrıca TGA

yönteminin diğ er bir özelliğ i de kavram öğ retimini kolaylaştırmak ve varsa kavram yanılgılarını veya yanlış öğ renmeleri ortadan kaldırmaya çalışmaktır (White ve Gunstone, 1992). Öğrenciler TGA yönteminin gözlem sürecinde bilimsel çelişkiye düşmeleri durumunda bu çelişkinin çözümlenmesinde kendi çıkarımlarını yapmak durumunda kalmaktadırlar (Akgün ve Deryakulu, 2007).

Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin uygulandığı çalışmalar incelendiğ inde, yöntemin daha çok ilköğretim (Akgün Tokur ve Özkara, 2013; Aydın, 2010; Klangmanee ve Sumranwanich, 2009; Wu ve Tsai, 2005) ve lise öğrencilerinin (Ayas, Yaman ve Kala, 2010; Liew, 2004; McGregor ve Hargrave, 2008; Mthembu, 2001) kavramsal anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmaktadır. Literatürde TGA yönteminin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıvıların Genleşmesi” (Liew ve Treagust, 1995), “Bitkilerde Madde Taşınımı” (Bilen ve Köse, 2013), “Asitler-Bazlar” (Özdemir, 2011), “Kaynama ve Buharlaşma” (Ergül, Bolat ve Mazı, 2006), “Çözünme ve Çözünürlük” (İpek ve diğ., 2010), “Ayın Evreleri ve Mevsimler” (Küçüközer, 2008), “Basınç” (Akgün, Tokur ve Özkara, 2013) gibi konuları anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Fakat TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin araştırıldığı kapsamlı çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisi karşılaştırılmıştır.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Bu çalışma, 2013–2014 Eğitim-Öğretim Dönemi Güz yarıyılında KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi'nin İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı Genel Fizik Laboratuvarı III dersini alan öğrencilerle sınırlıdır.
2. Araştırmada ele alınan konu Genel Fizik Laboratuvarı III dersi içeriği ile sınırlıdır.
3. Çalışmanın süresi 12 hafta ile sınırlıdır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öğrenmeye karşı ilgilerinin eşit olduğu varsayılmıştır.
2. Deney grubu ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin araştırmanın sonucunu etkileyecek bir etkileşimde bulunmadıkları varsayılmıştır.

3. Öğrencilerin kullanılan ölçekteki ve çalışma yapraklarındaki soruları cevaplarırken fikirlerini doğru ve objektif bir şekilde yansıttıkları varsayılmıştır.
4. Araştırmada kullanılan ölçek ve materyallerin kapsam geçerliliği ile ilgili görüşü sorulan uzmanların objektif ve samimi oldukları varsayılmıştır.
5. Araştırmanın uygulama sürecinde; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kontrol altına alınamayan dışsal etkenlerden eşit düzeyde etkilendikleri varsayılmıştır.
6. Ön testte yer alan soruların öğrenciler tarafından son testte ve kalıcılık testinde hatırlanmadığı varsayılmıştır.

1. 5. Tanımlar

Tahmin–Gözlem–Açıklama Yöntemi (TGA): Öğrencilerin yapılacak bir gösteri, deney ya da sunulacak bir durumla ilgili öncelikle gerekçesiyle birlikte bir tahminde bulunması, sonra olayı gözlemlemesi ve önceden yaptığı tahmini ile gözlemini karşılaştırarak açıklama yapması şeklinde gerçekleşen bir süreçtir (Kearney ve Treagust, 2001; White ve Gunstone, 1992).

İspat Yöntemi: Öğretmenlerin deneyle ilgili ön bilgileri ve deneyin yapılışını anlattığı, ardından öğrenciler veya öğretmen tarafından deneyin yapıldığı ve son olarak öğrencilerin deney sonucunda elde ettikleri verileri kaydederek sonuçlarını rapor haline getirdikleri bir laboratuvar yöntemidir.

Sıcaklık: Moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür (Carlton, 2000).

Isı: Sıcaklık farklılıklarına göre bir sistemden diğerine taşınan enerji formudur (Kesidou & Duit, 1993).

2. LİTERATÜR TARAMASI

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini açıklamaya yönelik birçok yaklaşım öne sürülmüş ve bu yaklaşımlar öğretim ortamlarında denenmiştir. 1960'lı yıllara kadar öğretim ortamlarının düzenlenmesinde davranışçı öğrenme yaklaşımı esas alınmıştır. Davranışçı öğrenme yaklaşımı, bilginin bireyden bağımsız olarak dış dünyada var olduğunu belirtir ve öğretimin hedefini, bu bilgilerin öğrencilere olabildiğince etkili biçimde aktarılması olduğunu öne sürer (Özden ve Şimşek, 1998). Davranışçı öğrenme yaklaşımının amacı, gözlemlenebilir davranışları incelemek ve davranışı ortaya çıkaran etkileri tespit etmektir (Özden, 2003). Davranışların incelenmesi sırasında, bilginin nasıl kazanıldığı üzerinde değil, davranışı ortaya çıkaran ya da bu davranış için organizmayı tetikleyen koşulların ve bu koşullarda gözlenen davranışların üzerinde durulmaktadır (Saban, 2004). Bu amaçla hazırlanan öğretim ortamlarında, öğretmenin anlatımından sonra öğrenciler, öğrenilecek bilgi ya da kazanılacak beceriye ilişkin hedef davranışı içeren sorular sorularak değerlendirilir. Öğrencinin doğru cevabı vermesi, ilişkilerin doğru kurulduğu anlamına gelir. Davranışçı yaklaşımda, öğretim öğretmenlerin açıklamaları aracılığıyla yapılır ve açıklamalar kitaplara dayandırılır, öğretmenler öğrencilere bilgileri aktarmakla görevlidir. Öğrenciler ise öğretmenin aktardığı bilgiyi direk almak ve gerektiğinde bu bilgileri tekrar etmekle yükümlüdür (Selçuk, 2003; Senemoğlu, 2004). Bu yaklaşımda, öğrencilerin hepsinin öğretmenin aktardığı bilgiden aynı anlamı çıkarması beklenir (Selçuk, 2003).

Her öğrencinin farklı bireysel (psikolojik, bedensel, sosyal ve gelişimsel) özelliklere sahip olduğu göz önüne alındığında, öğretimin bireyselleştirilmesi, öğretmen merkezli den öğrenci merkezliye dönüştürülmesi fikrini doğurmuştur (Arı ve Bayram, 2011). 1960'lardan sonra davranışçı öğrenme yaklaşımının yerini, alternatif bir yaklaşım olarak geliştirilen, birçok öğretim yöntem ve tekniğini içeriğinde bulunduran yapılandırmacı yaklaşıma bırakmış ve ülkemizdeki öğretim programlarında da son yıllarda yerini almıştır (Demircioğlu, Özmen ve Demircioğlu, 2004b). Yapılandırmacılık son otuz yılda eğitim uygulamalarını en çok etkileyen felsefelerden biri olmuştur (Arslan, 2007). Kaptan ve Korkmaz (2001)'a göre; temelinde nesnelciliğin olduğu bilişsel kuramlardan gelişen yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, bilgi zihinsel süreçler sonucunda öğrenciler tarafından üretilir ve öğrenciler gerçek yaşam deneyimleri ile karşılaştığı zaman bilgiyi kendi zihinlerinde yapılandırır (İşman, 1999).

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, bireylerin bilgiyi kendi ön bilgileri doğrultusunda farklı olarak özümlediklerini ve anladıklarını savunan bir düşüncüyü temel almakta ve

öğrencilerin öğrenme sürecinde daha fazla sorumluluk aldığı, öğretmenin öğrencilere bu süreçte rehberlik ettiği bir öğrenme ortamını öngörmektedir (Kılıç, Karadeniz ve Karataş, 2003). Bu yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin mevcut ön bilgileriyle yeni fikirleri bağdaştırarak yeni anlamlar oluşturdukları aktif bir süreçtir (Naylor ve Keogh, 1999). Öğrenciler sınıfa kendi deneyimleriyle ve bu deneyimlerden oluşmuş bilişsel yapılarıyla gelirler. Daha önce oluşturulan bu yapılar geçerli, geçersiz veya eksik olabilir. Öğrenciler, yeni bilgi ve deneyimlerini ancak öncekilerle bağdaştırabildiği zaman bilişsel yapılarını yeniden yapılandırabilirler. ,

Yapılandırmacı yaklaşıma göre bilgiyi yapılandırma süreci özetle (Ayas, Çepni, Jhonson ve Turgut, 1997; Çepni, Akdeniz ve Keser, 2000);

Özümleme: Yeni kazandığı bilgiler, önceden sahip oldukları bilgiler ile çelişmiyorsa öğrenciler bu yeni bilgileri kabullenir.

Yerleştirme: Yeni kazanılan bilgiler önceki bilgilerle çelişiyorsa öğrencilerin kafası karışır. Buna zihin dengesizliği denir. Bu zihin dengesizliğinin ortadan kaldırılması için zihin yeniden yapılanmaya yoluna girer. Bu yeniden yapılanma durumu üç şekilde gerçekleşebilir;

- a. öğrenci yeni kazandığı deneyimleri göz ardı eder,
- b. öğrenci yeni kazandığı deneyimleri zihninde kendi istediği şekilde değiştirerek kabullenir,
- c. öğrenci düşüncelerini yeni kazandığı deneyimleri kabullenecek şekilde değiştirir.

Zihinsel denge: Bu süreçte öğrencinin kendisinde daha önceden var olan bilgi ve deneyimler ile yeni kazandığı bilgi ve deneyimler arasında denge kurmak için yaptığı zihinsel işlemler yer almaktadır (Erden ve Akman, 2011). Yerleştirme işlemi başarılı olduğunda öğrenci kendi gayretleri ile bilgilerini genişletmiş ve düzeltmiş olur.

Öğrencilerin bilgiyi doğru yapılandırabilmeleri için eski bilgileriyle yeni fikirler arasındaki çıkarım, ayrıntı ve ilişkileri kendileri oluşturmalıdır. Aksi takdirde önceki deneyimleriyle ilişkilendirilemeyen ezberlenmiş bilgiler doğru anlamlandırılmayacak ve çabuk unutulacaktır. Ausubel (1968)'e göre anlamlı öğrenme, kartopunun yuvarlanarak büyümesi gibi bilgilerin gelişigüzel bir araya gelerek, rastgele birikmesiyle değil, yeni öğrenilen kavramların zihinde yer alan önceden edinilmiş kavramların üzerine bilinçli olarak belirli bir düzen ve hiyerarşi içerisinde sıkı bir şekilde bağlanmasıyla gerçekleşir. Kısaca, anlamlı bir öğrenme olabilmesi için öğrencilerin yeni bilgileri var olan zihinsel yapılarının üzerine aktif bir biçimde yerleştirmeleri beklenir (Arslan, 2007).

Yapılandırmacılığa göre bilgiyi yapılandırma gereksinimi, bireyin çevresiyle etkileşimi sırasında karşılaştığı sorunlarla baş etme çabası sonucunda ortaya çıkar ve bilgi, öğrencilerin kendileri için anlamlı ve önemli olan deneyimler oluşturduğu

durumlardan doğar. Bu durumlar, öğrencilerin materyalleri ustalıkla kullandığı sınıf ortamlarında ortaya çıkar ve böylece bilgilerini beraberce inşa eden öğrenen topluluğu oluşur (Vadeboncoeur, 1997'den aktaran: Arslan, 2007).

Yapılandırmacı öğrenmede amaç, öğrencilerin bilgiyi zihinsel olarak doğru anlamlandırmaları için ne yapacaklarını önceden belirlemek yerine, onlara araçlar ve öğrenme materyalleri sunarak öğrenmelerini kendi istekleri doğrultusunda yönlendirmelerine fırsatlar sunmaktır (Şaşan, 2002). Bu nedenle, öğrencilere kendi kavramlarını oluşturmalarına fırsat verecek öğrenme ortamlarının sağlanması önemlidir. Böylece öğrenciler önceki bilgilerini sınavarak yanlışlarını düzeltme ve önceki bilgilerinden vazgeçerek yerine yenilerini koyacaklardır (Yaşar, 1998). Bu öğrenme ortamlarının sağlanması için Children's Learning in Science grubu tarafından açıklanan prensipler şunlardır:

1. Öğrencilere, ön bilgileri ve yeni bilgiler arasında bağlantı kurabilecekleri deneyimler yaşatılmalıdır.
2. Öğrencilere kendi fikirlerini açıkça ifade edebilme ve paylaşabilme fırsatı verilmelidir.
3. Öğrenciler, fikirlerindeki değişimleri yansıtmaları için teşvik edilmelidir.
4. Öğrenciler, destekleyici öğrenme ortamlarında düşüncelerini geliştirmeleri için teşvik edilmeli ve onların başkalarının fikirlerini dinlemeleri sağlanmalıdır (Süzen, 2007).

Özden ve Şimşek'in 1998 yılında yapmış oldukları çalışmada, yapılandırmacı öğrenme ortamlarının nasıl oluşturulacağı konusunda, literatürde iki önemli etkinliğin yaygın olarak vurgulandığını belirtmişlerdir. Birinci etkinlik "iyi problem"dir. Yapılandırmacı öğretmen, öğrencilerin ön bilgilerini etkin biçimde işe koşabileceği soruları sormakla başlamalıdır. İyi bir problem, öğrencilere yeni tahminler yapma ve yeni şeyleri deneme olanağı vermeli, ilginç olmalı, basit araç ve gereçler kullanılarak çözülebilir olmalıdır. İkinci etkinlik ise, "öğrenmenin grup içerisinde ve karşılıklı etkileşimler sonucu olması"dır. Buna göre, yapılandırmacı yaklaşımda, öğrencilerin kendi aralarında ve öğretmen-öğrenci arasında etkileşimin sağlanması esastır (Çakıcı, 2008).

Yapılandırmacı yaklaşımın öğrenme ortamlarını diğer öğrenme ortamlarından ayıran özelliklerden biri de, bilgiyi aktarmak yerine öğrenci düşüncelerini yönlendiren ve onların bilgiyi sorgulamalarını sağlayan öğretmenlerdir (Akpınar, 2010). Öğretmenler bu süreçte öğrencilerin bilgileri yapılandırmalarında yol göstermeli ve onlara günlük hayattan örnekler vererek yeni karşılaştıkları bilgileri önceki bilgileriyle ilişkilendirmelerini sağlamalıdır (Taber, 2000).

Laboratuvarlar, öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecinde aktif olarak rol almaları, bilgiyi fiziksel etkinlikler yoluyla elde edebilmeleri ve edindikleri bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirebilmeleri bakımından önemli bir işlevi olan, bilginin öğrenciye birinci elden deneyimlerle, uygulamalı olarak verildiği öğretim ortamları olması nedeniyle yapılandırmacı yaklaşımın tüm fırsatlarını sunmaktadır (Sarı, 2011). Koray, Bahadır ve Geçgin (2006), çalışmalarında laboratuvar eğitiminin amaçlarını, kavramları pekiştirme, sorular üretme, fen dersini sevilir ve ilginç hale getirme, öğrencilere teorileri yeniden keşfetme fırsatını verme, gözlem yapma, bilimsel bir şekilde düşünmeyi öğretme, beraber çalışma becerisi kazandırma ve laboratuvar malzemelerini kullanma becerisini kazandırma şeklinde sıralanmıştır. Teorik bilgileri uygulamaya aktarabilme, fen bilimlerine karşı merak duygusunu artırma, bilgileri analiz edebilme ve sentez yapabilme, psiko-motor becerilerin gelişimine yardımcı olma da fen bilimleri laboratuvarının amaçları arasında yer almaktadır (Bahar, Aydın, Polat ve Bertiz, 2008; Çepni, Bacanak, Özsevgeç ve Aydın, 2009).

Öğrencilerin kavramları ve deneyimlerini doğru yapılandırmaları, problem çözme becerileri kazanmaları, işbirliği içinde çalışmaları ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerinde laboratuvar etkinliklerinin önemli bir yeri vardır (Bolat, Türk, Sözen ve Turna, 2012). Fenin yapısı itibarıyla inceleme, araştırma, gözlem yapma, sorgulama, açıklama ve yorumlama gibi becerilerin kazandırılabilceği, geliştirilebileceği, deney ve etkinliklerin gerçekleştirileceği öğretim ortamları laboratuvarlardır (Özdemir, 2011). Laboratuvar kullanılarak gerçekleştirilen fen eğitiminin, öğrencilerin fen eğitimi sürecine aktif olarak katılmalarını, merak ettikleri konular hakkında gözlem yaparak yeni fikirler elde etmelerini, kavramlar arası doğru ilişkiler kurabilmelerini, bilimsel bilgiye ulaşma yollarını öğrenmelerini, somut öğrenme deneyimleri kazanmalarını ve fen derslerine karşı olumlu tutumlar geliştirmelerini sağladığı belirtilmektedir (Ayvacı ve Küçük, 2005).

Laboratuvarlar, öğrencilerin bilimle ilgili doğrudan deneyim kazanabilecekleri, problemlerle karşılaştıkları, hipotez kurma ile test etmeyle problem çözümlerini tartışabilecekleri ve bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlayabilecekleri ortamlardır. Öğrenciler bu ortamlarda veri toplayıp analiz edebilir ve problemlere kısmi veya tam çözümler bulabilirler. Doğru çözüme ulaşamayıp alternatif çözüm yollarını araştırabilirler (Tobin, 1990). Bu aktiviteler öğrencilere bilim insanlarının kendi çalışmalarını nasıl yürüttükleri hakkında fikirler verir. Laboratuvar çalışmalarında öğrencilere deneyimleri üzerine düşünceleri için zaman verilmeli ve problemlere çözüm bulmaları için hipotez kurmalarına, deney planlamalarına, hipotezlerini test etmelerine, verilerin yorumlanmasında birbirleriyle iletişim halinde olup bilgi alışverişinde bulunmalarına ve kavramları farklı durumlara uygulamalarına fırsat verilmelidir. Her durumda, öğrencilerin

kendi bilgi ve kavramlarını kullanarak genel bir fikre birlikte varmaları sağlanmalıdır. (Jofili, Geraldo ve Watts, 1999). Ayrıca laboratuvar çalışmalarında hedeflenen, laboratuvarların öğrencilerin derste görülen teorik bilgiler ve laboratuvar çalışmaları esnasında gözlemledikleri arasında anlamlı ilişkiler kurabileceği gerçek öğrenme ortamları haline getirilmesidir (Bilen, 2009). Eğer laboratuvarlar gerçek birer öğrenme ortamları haline getirilirse, öğrencilerin akademik başarıları artırılabilir, anlamlı ve kalıcı öğrenmeleri sağlanabilir, öğrencilerin derse yönelik pozitif tutumlar geliştirmeleri sağlanabilir ve aynı zamanda öğrenciler bilim yaparak bilgiyi yapılandırma sürecine aktif olarak dâhil edilebilirler (Hofstein ve Lunetta, 2004). Ayrıca laboratuvar dersinin teorik derslerle paralel yürütülmesiyle beraber öğrencilerin, teorik konulardaki yetersizliklerinin de giderilebileceği düşünülmektedir (Kurt, Devocioğlu ve Akdeniz, 2002).

Öğrencilerin fen başarılarında ve fene karşı olumlu tutumlar geliştirmesinde laboratuvar uygulamalarının önemli ve anlamlı derecede etkili olduğuna birçok fen eğitimcisi işaret etmektedir (Bilen, 2009; Çepni, Akdeniz ve Ayas, 1994; Hofstein, Navon, Kipnis ve Mamlok, 2005; Lord ve Orkwiszewski, 2006; Nakiboğlu ve Sarıkaya, 1999; Özmen ve Ayas, 2001). Son yirmi yıl içerisinde, laboratuvarların ülkelerin fen eğitimi amaçlarına nasıl hizmet edecekleri, laboratuvarlarda eğitimin nasıl etkin olabileceği, araştırma-sorgulama tipi laboratuvar etkinliklerinin tasarlanması ve laboratuvar etkinliklerinin değerlendirilmesi gibi konularda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir (Hofstein ve Lunetta, 2004; Lord ve Orkwiszewski, 2006). Ülkemizde yapılan birçok çalışmada laboratuvar destekli fen bilgisi öğretiminin, öğretmen adaylarının başarısına olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. (Budak, 2001; Kanlı, 2007; Kanlı ve Yağbasan, 2008; Nakiboğlu ve Meriç 2000; Nuhoğlu, 2003; Tümay, 2001). Yapılan bazı araştırmalarda ise laboratuvar çalışmalarının öğrencilerin gözlemleri ile teorik bilgiler arasındaki ilişkiyi kavraması noktasında yeterli olmadığı ve sonuçta laboratuvarların anlamlı bir öğrenme ortamı sağlamaktan çok uzak olduğu belirlenmiştir (Nakhleh ve Krajcik 1993). Bu durumun laboratuvarlarda öğretim yöntemlerinin doğru bir şekilde yapılandırılmaması ve uygulanmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu noktada öğrencilere hangi metodun uygulanacağı, öğrencilerin başarısının hangi yöntemle artırılacağı çok önemlidir (Bilen, 2011). Laboratuvarların verimliliğinin artırılması ve gerçek öğrenme ortamları haline dönüştürülebilmesi için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar laboratuvar uygulamaları için gerekli becerileri kazandırma yaklaşımları ve laboratuvar uygulamaları yaklaşımları olmak üzere iki grupta ele alınarak sınıflandırılmıştır (Çepni ve Ayvaci, 2014).

1. Laboratuvar Uygulamaları İçin Gerekli Becerileri Kazandırma Yaklaşımları

- a. Teknik Beceriler Yaklaşımı
- b. Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımı

2. Laboratuvar Uygulamaları Yaklaşımları
 - a. Tümdengelim Yaklaşımı
 - b. Tümevarım Yaklaşımı

2. 1. 1. Laboratuvar Uygulamaları İçin Gerekli Becerileri Kazandırma Yaklaşımları

Laboratuvar uygulamaları için gerekli becerileri kazandırma yaklaşımları, teknik beceriler yaklaşımı ve bilimsel süreç becerileri yaklaşımı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2. 1. 1. 1. Teknik Beceriler Yaklaşımı

Bu yaklaşımda, bazı deney araç ve gereçlerinin kullanılması veya deney düzeneği kurma becerisi ile ilgili teknik becerilerin kazandırılması amaçlanır. Bunlar genelde el ve gözün uyum içerisinde kullanılabilme yeteneğinin kazanılması ile ilgili becerilerdir. Bu yaklaşıma göre hazırlanan laboratuvar uygulamalarının etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, deneyler öğrencilerin fizyolojik zihinsel ve psikomotor gelişimlerine göre seçilmelidir ve her öğrenciye deneyi kendisinin yapması için fırsat verilerek öğrencilere bu teknik beceriler kazandırılmaya çalışılmalıdır (Şahin ve Çepni, 2001). Bu yaklaşım özellikle laboratuvara yeni gelen araç ve gereçlerin kullanımının öğrencilere öğretilmesi bakımından uygun bir yaklaşımdır (Köse, 2008; Özmen ve Yiğit, 2006). Teknik beceri yaklaşımı ile hazırlanan laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin fen bilimlerine yönelik etkinlikleri gerçekleştirme becerilerinin gelişimine yardımcı olur (Çepni ve Ayvaci, 2014).

2. 1. 1. 2. Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımı

Bilimsel süreç becerileri, fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk alma duygusunu geliştiren, öğrenmenin kalıcılığını artıran ayrıca araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran temel becerilerdir (Hazır ve Türkmen, 2008; Turgut ve diğ., 1997). Pekmez (2000), bilimsel süreç becerilerini, öğrenmeye yardım eden, keşfetme metotlarını öğreten, öğrencileri aktif yapan, onların sorumluluklarını geliştiren ve pratik çalışmalarını anlamalarına yardımcı olan temel beceriler olarak tanımlamaktadır. American Association for the Advancement of Science (2009), bilimsel süreç becerilerini, geniş ölçüde aktarılabilir, birçok fen disiplini için benimsenmiş, bilim adamlarının doğru davranışlarının yansıması olarak kabul edilen beceriler olarak tanımlamıştır. Bilimsel süreç becerileri, gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri

değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kapsamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bilimsel düşünme ve araştırma sadece bilim adamlarına özgü değildir. Aksine bu yetenekler, her bireyin bilim okuryazarı olabilmek, bilimin doğasını kavrayarak yaşam kalitesini ve standardını artırabilmek için günlük hayatın her aşamasında kullanabileceği yetenekleri içerir (Harlen, 1999).

Bilimsel süreç becerilerinin fen bilimleri öğreniminde etkili olduğu birçok araştırmada vurgulanmaktadır (Bilen, 2009; Dökme, 2005; Germann, 1996). Bu yüzden son yıllarda gerek yurt dışında, gerekse yurt içinde fen programlarında bu becerilerin geliştirilmesine özel önem verilmektedir. YÖK-Dünya Bankası desteğiyle 1997 yılında hazırlanan Milli Eğitimi Geliştirme Projesinde bilimsel süreç becerileri, temel süreçler, nedensel süreçler ve deneysel süreçler olarak gruplandırılmıştır.

Temel Süreçler, gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, sayı ve uzay ilişkileri, Nedensel Süreçler, önceden kestirme, değişkenleri belirleme, verileri yorumlama, sonuç çıkarma, Deneysel Süreçler ise hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, deney yapma, kontrol etme, karar verme olarak sınıflandırılmıştır (Turgut, Baker, Cunningham ve Piburn, 1997).

Temel becerilerin ilki gözlemdir. Gözlem, bir nesne veya olayla ilgili bilgi toplamak için duyuların (işitme, koklama, görme vb.) kullanılması etkinliğidir (Kanlı, 2007). Bilim gözlem yapmakla başlar ve fenin esası gözlem yapmadır. Bilimsel araştırma doğru bir gözlem yapma ile başlar (Arslan ve Tertemiz, 2004; Çepni ve diğ., 2008). Temel becerilerin ikincisi sınıflamadır. Sınıflama; objelerin veya olayların özelliklerini dikkate alarak, bazı metotlar ve sistemler kullanarak nesnelere veya olayları benzerlik ve farklılıklarına göre gruplara ayırmaktır (Soylu, 2004). Sınıflama yapmadaki amaç, nesne veya olayların öğrenilmesini ve kavranılmasını kolaylaştırmaktır. Bilimsel araştırmada kullanılan temel becerilerden üçüncüsü ölçüm yapmadır. Ölçme bazı niteliklerin (hacim, kütle, uzunluk, vb.) miktarını belirlemek amacıyla benzer birimler kullanılarak karşılaştırılması ve sayılmasıdır (Çepni ve Ayvaci, 2014). Bir nesne veya olayın belirli boyutlarını tanımlamada standart ve standart dışı birimlerin kullanımını kapsar (Tan ve Temiz, 2003). Ölçüm yapma açıklamaların niteliğini, tanımlamaların kesinliğini artırır. Temel becerilerin dördüncüsü olan verileri kaydetme, öğrenciler deney ya da etkinlik sürecinde nitel ve nicel birçok veri elde eder. Elde ettikleri bu verilerin grafik, tablo, çizelge, modeller veya diğer düzenleyici biçimlerle düzenlenip rapor halinde yazılması tüm bilimsel çalışmaların hedeflerini oluşturur (Tan ve Temiz, 2003). Temel becerilerin beşincisi, uzay- zaman ilişkilerini kullanma becerileridir. Uzay ilişkileri üç boyutlu cisim veya nesnelere tanımlamak için kullanılır. Uzayla ilgili süreçler, nesnelere düzlem ve üç

boyutlu şekillerine göre ifade etmeyi içerdiğinden uzayda yer ve yön kavramlarının geliştirilmesini sağlar (Bilen, 2009).

Nedensel Beceriler: Bu süreçlerin birinci kısmında tahmin etme vardır. Tahmin etme, bir olayın sonucunu, elimizdeki verilere veya ön bilgilerimize dayanarak önceden kestirmedir (Kılıç, 2003). Tahmin etme, deney ya da etkinlik yapılmadan önce yapılacak olan gözlem için ön yargıda bulunmadır. (Arslan ve Tertemiz, 2004). İkinci kısmında değişkenleri belirleme bulunur. Bir duruma etki edebilecek bütün etkenlerin ortaya çıkarılması değişkenleri belirlemekle olur. Bir olayda farklı şartlarda değişmeyen ya da değişen elemanları tanımaya, sonuca etki edebilecek faktörleri belirlemeye dayalı beceridir (Aktamış ve Şahin Pekmez, 2011). Üçüncü kısımda verileri yorumlama vardır. Verileri yorumlama, çizelge, tablo gibi araçlardaki veriler hakkında görüş bildirmektir. Verilerin yorumu ile sonuçlar elde edilir, verilerin doğru yorumlanması doğru sonuçlara ulaşılması bakımından önemlidir. Dördüncü kısımda ise sonuç çıkarma bulunur. Sonuç çıkarma, araştırmada değişik etkinliklerle toplanan bilgi ve verilere dayanarak durum ya da olay hakkında yargıya varmadır (Tan ve Temiz, 2003).

Deneysel Beceriler: Bu süreçlerde önce hipotez kurulur. Hipotez kurma, doğruluğu ispatlanmamış bilimsel varsayımlara dayanan önermelerdir. Deneyin sonucu hakkında var olan ön bilgilere dayanarak eğitilmiş tahminlerdir. Bilimsel araştırma bir hipotezin kurulmasıyla yürütülmelidir. Hipotez araştırmayı sonuca götürecek çok önemli bir yol göstericidir. Hipotezsiz bir çalışma, dağınık ve düzensiz olur (Koray, Bahadır ve Geçgin, 2006). Hipotez, teori veya yasa oluşturmak için kullanılır. Ardından elde edilen veriler kullanılarak olayların gerçekleştiğini gösterebilecek model oluşturulur. Modeller rahatlıkla gözlemleyemediğimiz nesne, olay veya olguların basitleştirilmiş temsilleridir (Ünal ve Ergin, 2006). Bilim insanları, bilimsel olguları açıklamak ve elde ettiği verilerle ilgili doğru tahminlerde bulunmak için model oluşturur (Soylu, 2004). Model oluşturulduktan sonra deney yapılır. Deney yapmanın amacı, hipotez kurup onun yardımıyla değişkenler arasında ilişki kurmak ve öğrencilere deney düzeneği kurabilme becerilerini kazandırmaktır (Aydoğdu, 2003). Deney, gözlemin sistemli ve kontrollü olarak yapılan, istenildiği zamanlarda yapay ortamlarda tekrarlanabilen formudur (Köse, 2003). Deney yapma bütün becerileri birleştiren beceridir. Burada amaç bir hipotez kurup, bu hipotez yardımıyla değişkenler arasında ilişki kurmaktır (Tan ve Temiz, 2003). Daha sonra değişkenler belirlenir ve hangi değişkenin değiştirileceği, hangi değişkenlerin kontrol altında tutulacağına karar verilir (Kılıç, 2003). Öğrencilere, sorular sorularak eski ve yeni bilgileri arasında bağ kurulması ve deneylerin ayrıntılı bir şekilde anlaşılması sağlanır (Şimşek ve Kabapınar, 2010). En sonunda karara varılır. Karar verme, bir olay veya durum hakkında diğer süreçlerin de kullanılmasıyla sonuca varılmasıdır (Köse, 2003).

Yani bilimsel süreçler sonunda elde edilen bilgilere göre bir yargıya ulaşmadır (Aktamış ve Şahin Pekmez, 2011).

Son yıllarda bilimsel süreç becerilerine önem verilmesinin nedeni bilim yaparak fen öğrenilebilmesi için bu becerilerin gerekli olmasının yanı sıra, öğrencilerin gözlem ve deneyimlerinden anlamlı bilgiler oluşturabilmelerini sağlamaktır (Mabie ve Baker, 1996). Bilimsel süreç becerilerini kazanan öğrenciler bilimsel bir araştırmanın nasıl yapıldığını anlar ve karşılaştıkları sorunları bilimsel yöntemler kullanarak çözebilir (AAAS, 2009). Bu nedenle, öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kazandıracak öğrenme ortamlarının oluşturulması son derece önemlidir (Aydoğdu, 2008).

2. 1. 2. Laboratuvar Uygulamaları Yaklaşımları

Laboratuvar uygulamaları yaklaşımları, tümdengelim yaklaşımı ve tümevarım yaklaşımı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2. 1. 2. 1. Tümdengelim Yaklaşımı

Fen eğitiminde öğretmenler tarafından en çok tercih edilen bu yaklaşımda, derslerde teorik olarak verilen hipotez, ilke veya kavramlar öğrenci ya da öğretmen tarafından deney araç - gereçleri vasıtasıyla doğrulanır. Burada soyut olan bilimsel bilgiler somut hale getirilip öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesi sağlanır (Özmen ve Yiğit, 2006).

2. 1. 2. 1. 1. İspat Yöntemi

Bu yöntemin kullanıldığı laboratuvar uygulamaları, öğretmenlerin deneyle ilgili ön bilgileri ve deneyin yapılışını anlattığı, ardından öğrenciler veya öğretmen tarafından deneyin yapıldığı ve son olarak öğrencilerin deney sonucunda elde ettikleri verileri kaydederek sonuçlarını rapor haline getirdikleri bir süreçtir. Bu süreç İspat yöntemini yansıtmaktadır ve fen laboratuvarlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Bilen ve Aydoğdu, 2010). Deneyle ilgili teori, deneyin yapılışı ve verilerin nasıl toplanıp, ne şekilde analiz edileceğine dair ayrıntılı bilginin tamamı ve verilerin nasıl olması gerektiğine dair öğrencilere ayrıntılı bilgi verilir ve öğrencilerden bunu laboratuvar da takip etmesi istenir (Bilen, 2009). Bu laboratuvar yöntemi öğrencilerin bir deney yürütürken ihtiyaç duydukları pratik ve teknik becerilerin gelişmesine yardım eder ve öğrenciler temel prensip ve yasaları bizzat deneyerek ispatlama olanağına sahip olurlar, bilimsel süreçlerin bazılarını (gözlem yapma, verileri kaydetme, karşılaştırma yapma, uzay ve sayı ilişkileri kurabilme gibi) geliştirilebilme fırsatı elde eder. Öğrenciler her zaman hangi bilginin önemli, hangi ipuçlarının problem çözümü için uygun olduğunu bilemeyebilir. Bu nedenle birey, özellikle

herhangi bir konu alanıyla ilgili öğrenmesi gereken kavramları, ilkeleri, fikirleri buluş yoluyla değil kendine sunulana alma yoluyla kazanabilir (Budak, 2001). Fakat bu yaklaşımda öğrencilere neleri nasıl yapacakları ve ne bulacakları önceden verilmiş olduğundan öğrencilerin özel yeteneklerinin gelişmesini sınırlayabilir (Çepni, Akdeniz ve Ayas 1995).

“...Öğrencilerin zaten bildikleri bir şeyleri doğrulaması bekleniyor ve sonunda sonucun gerçekten ne olduğu değil ne olması gerektiği soruluyor. Öğrenciler hiçbir zaman sonuçları bağdaştırmaya zorunlu olmuyor” (Pickering, 1987’den aktaran: Budak, 2001). Stewart (1988), geleneksel laboratuvar eğitiminde öğrencilerin deneyi planlama ve organize etmekten ziyade daha çok elde ettiği sonuçların doğru olup olmadığını tespit etmeye zaman harcadıklarını ifade etmektedir (Stewart, 1988’den aktaran: Budak, 2001). Öğrencilere, laboratuvarlarda kullanılan bilimsel yöntemler hakkında düşünceleri, bilgiyi derinlemesine işlemeleri, yeni deneyimlerini ön bilgileriyle bütünleştirebilmeleri ve laboratuvar uygulamalarının amacını belirleyebilmeleri için gerekli zaman verilmez.

2. 1. 2. 2. Tümevarım Yaklaşımı

Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşımın etkileri laboratuvar eğitime de yansımaktadır. Bu süreç içerisinde tümdengelim laboratuvar yaklaşımı yerini, öğrencilerin bilgiyi yapılandırarak kavramalarını sağlayan tümevarım laboratuvar yaklaşımına bırakmaktadır (Akkuş ve Kadayıfçı, 2007). Bu yaklaşımda öğrencilere bir konu verilir, sonra öğrenciler tarafından deney düzeneği kurulur, ardından deneyde elde edilen verilere göre sonuca ulaşılır. Bu yaklaşım açık uçlu deney türüne karşılık gelir. Yani, öğrenciye deney sonucunda ne çıkacağı belirtilmez (Köse, 2008; Özmen ve Yiğit, 2006). Fakat deneyde gerekli olan araç ve gereçler öğretmen tarafından belirlenir. Deneyin yapılması, verilerin kaydedilmesi ve verilerin analiz edilerek yorumlanması öğrenciye bırakılır. Öğrenciler kavram, yasa veya teorileri yaptıkları deneylerle kendileri bulmaya çalışırlar (Çepni ve Ayvaci, 2014). Öğrenciler birinci elden deneyimlerde bilimsel bilgileri elde ederler. Fakat sorumluluk büyük ölçüde öğrenciye verildiği için öğrencilerin daha fazla zamana ihtiyacı olabilir (Çepni, Akdeniz ve Ayas 1995). Tümevarım yaklaşımına göre yapılan laboratuvar uygulamaları sonucunda, öğrencilerde fen kavramlarını anlama, akılda tutma ve bilimsel düşünebilme becerilerinin tümdengelim laboratuvar yaklaşımına nazaran daha iyi geliştirildiği görülmüştür (Köseoğlu ve diğ., 2004; Wu ve Tsai, 2005).

2. 1. 2. 2. 1. Buluş Esasına Dayalı Öğretim Stratejisi

Bu yaklaşım, öğrencilerin önceden belirlenmiş herhangi bir yolu takip etmeksizin bir kavramı, fikri, prensibi veya teoriyi laboratuvar ortamında deney araç ve gereçleriyle baş başa bırakılmasıyla bilgiye kendi çizdiği yol ve yöntemlerle ulaşmasını sağlamaya dayanır. Bu yaklaşımda öğrenciye yapılacak deney, deneyde ulaşılması gereken sonuçlar, deneyde izlemesi gereken yol verilmez. Öğrenciler araştırma sonucunda deneyi nasıl yapacaklarına ve deneyin sonucuna kendileri deneyi yaparak ulaşırlar (Şahin ve Çepni, 2001). Öğrenciler, önce hipotez kurarlar, ardından bu hipotezle ilgili olarak bir deney planlarlar, sonra deney malzemelerini temin ederler, deney düzeneği kurup deneyi yaparlar, sonunda ise deneyden elde ettikleri verileri kaydedip, sonuçlara göre açıklama ve yorum yaparlar. Bu süreçte öğrencilere sadece bazı sorular sorularak veya ipuçları verilerek düşünceleri yönlendirilebilir. Fakat öğrenciyi kısa yoldan ve düşünmeden direkt sonuca götürecek ipuçlarından özellikle kaçınılmalıdır (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1994b).

2. 1. 2. 2. 2. Araştırmaya Dayalı Öğretim Stratejisi

Ulusal Fen Eğitimi Standartları (2004), öğrencilerin kendi öğrenmelerinde sorumluluk almaları gerektiğini vurgulamaktadır. Araştırmaya dayalı öğretim stratejisi, öğrenci merkezli öğrenme-öğretme düşüncesini esas almaktadır. Bu stratejinin kullanıldığı laboratuvar uygulamalarında öğrenciler, öğrenme sorumluluğunun daha çok öğrencide olduğu bir ortamda deneylerini gerçekleştirirler (Domin, 1999), kendi problemlerini belirler ve kendi çözümlerini geliştirirler, bilimsel süreç becerilerini kullanarak aktif olarak bilgileri zihinlerinde kendileri yapılandırır. Öğretmen gözetiminde gerçekleşen bu süreçte yeni bilgi laboratuvarlarda keşfedilir (Köse, 2008).

Araştırmaya dayalı öğrenme, öğrencilerin hem fiziksel olarak hem de zihinsel olarak derse katılmalarını gerekli kılmaktadır. Akademik kuramcılar, etkili ve kalıcı anlamayı sağlamak için önemli bir bileşen olan fiziksel katılımdan daha çok zihinsel katılımın gerekli olduğu konusunda benzer görüşlere sahiptirler (Lord ve Orkwiszewski, 2006). Amerikan Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Standartlarında da vurgulandığı gibi, fen eğitimi, öğrencilerin aktif olarak katıldıkları bir süreç olmalıdır. Öğrenciler nesnelere ve olayları betimlemeli, soru sormalı, bilgiyi elde etmeli, doğal bir olaya ya da probleme olası açıklamalar getirmeli, bu olası açıklamaları farklı yollarla sınımalı ve fikirlerini diğerleriyle paylaşmalıdır (NRC, 1996).

Araştırmaya dayalı laboratuvar uygulamaları; deney öncesi tartışma, deney yapma-verileri elde etme, deney sonrası tartışma olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Deney öncesi tartışma bölümünde, öğrencilerin ilgisini derse çekecek ve derse aktif katılımlarını

sağlayacak, eski bilgileri ile yeni öğrenecekleri konu veya kavram arasında köprü olacak sorular sorulur ve bu sorular üzerinde tartışma ortamı sağlanır (Köse, 2008). Deney yapma-verileri elde etme bölümünde öğrenciler küçük gruplar halinde çalışırlar ve kurdukları hipotezlerini test etmeye yönelik etkinlikler yaparlar. Öğretmen yaklaşımın doğası gereği bilgiyi öğrenciye direk vermekten kaçınması gerektiğinden, farklı yönler yönelen veya ulaşmaları gereken noktaya ulaşamayan öğrencilerin deneyden kopmamaları amacıyla gruplar arası tartışmalar yaptırmalı ve bu şekilde tartışma yoluyla gruplar arası dayanışmayı sağlayarak öğrencilerin öğrenmelerinin yolunu açmalıdır (Çepni ve diğ., 2008).

2. 1. 2. 2. 3. Bütünleştirici Öğretim Stratejisi

Bütünleştirici öğretim stratejisinde, araştırmaya dayalı öğretim stratejisinden farklı olarak, ön bilgiler doğrultusunda oluşturulan problemlere, deneyler yardımıyla çözüm aranır (Aydın, 2005). Bu öğretim stratejisinde, öğrencilerin zihinlerinde yer alan ön bilgilerinden hoşnut olmaması ve yerine yenilerinin getirilmesinin sağlanması amacıyla hipotez kurulur ve öğrenciler hipotezlerini deney yaparak test ederler. Bu aşamada ikna edici gözlemlerle eski bilgiler çürütülmelidir (Köse, 2008). Veriler ışığında bütünleştirici öğrenme stratejisine göre yapılacak laboratuvar uygulamaları dört başlık altında toplanabilir (Çepni ve Ayvacı, 2014).

1. Ön bilgilerin açığa çıkarılması: Öğrencilerin ilgisi konuya çekilerek ve öğrencilerde merak duygusu uyandırılarak onların konu veya kavrama yönelik mevcut kavram yanılgıları ve yanlış öğrenmeleri varsa ortaya çıkarılır, konu veya kavramla ilgili ön bilgilerinin yetersiz ya da hatalı olduğu bir veya birkaç etkinlikle öğrencilere hissettirilir (Yeşilyurt, 2003).
2. Rehberli sorgulama: Bu aşamada öğrencilerin, öğrenilecek kavramla ilgili zengin öğrenme yaşantıları geçirmeleri için çaba gösterilir. Öğrencilerin zihinlerinde oluşan soruları cevaplamaları için deneyler yapıp veri toplamalarına yardım edilen aşamadır.
3. Kavram oluşturma: Bu aşamada öğrenciler elde ettikleri verileri sınıfta tartışarak, yeni kavramlarını eski kavramları ile ilişkilendirirler ve bu şekilde kavramları zihinlerinde oluştururlar. Yeni öğrenilenlerin önceki öğrenilenlerle çatışması durumunda ise öğrenciler zihinlerinde kavramlarla ilgili birtakım yeni düzenlemeler yapar. Öğretmen, yapacağı açıklamaların öğrencilerin anlayabileceği düzeyde olmasına özen göstermelidir.

4. Uygulama: Bu aşama, öğrencilerin kavramla ilgili yeni öğrendiklerini başka durumlara uyguladıkları, böylece yeni öğrenilen kavramın pekiştirildiği aşamadır. Bu son aşamada öğrencilerden, öğrendikleri kavramları başka olay veya durumlarla ilişkilendirmesi, bu kavramlarla ilgili uygulamalar yapmalarını sağlayacak problem çözme, güncel olaylarla ilişki kurma gibi etkinlikler yapmaları ve bu etkinlikler yoluyla ulaştıkları sonuçları rapor halinde yazmaları istenir.

2. 1. 2. 2. 3. 1. Tahmin-Gözlem-Açıklama Yöntemi

Tahmin-Gözlem-Açıklama Yöntemi ilk kez Champagne, Klopfer ve Anderson tarafından 1979 yılında, Pittsburgh Üniversitesi'nde öğrenim gören fizik bölümü birinci sınıf öğrencilerinin düşünme becerilerini araştırma amacıyla gösteri-gözlem-açıklama olarak ortaya atılmıştır. Daha sonra Gunstone ve White tarafından 1981 yılında yürütülen yeni bir çalışma ile gösteri-gözlem-açıklama fikri, tahmin-gözlem-açıklama (TGA) olarak düzenlenmiş ve bugünkü TGA yöntemi ortaya çıkmıştır. Orjinal ismi, Prediction-Observation-Explanation (POE) olan bu yöntem, White ve Gunstone (1992)'un kitabında ayrıntılı olarak sunulmuştur. Yöntem, öğrencilerin yapılacak bir gösteri, deney ya da sunulacak bir konuyla ilgili öncelikle gerekçesiyle birlikte bir tahminde bulunması, sonra olayı gözlemlemesi ve önceden yapılan tahmin ile gözlemin beraberce açıklanması esasına dayanır (Kearney ve Treagust, 2001; White ve Gunstone, 1992). Bu yöntemle öğrencilerin gösteri yapılarak gerçekleştirilen dersleri ya da laboratuvarlarda yapılan gösteri deneylerini daha etkin bir biçimde gerçekleştirmeleri, varsa eksik ya da yanlış öğrenmelerini düzeltmeleri beklenmektedir (Atasoy, 2004).

TGA yöntemi, fikirlerini ortaya çıkarmak ve bu fikirler hakkında öğrencileri tartışmaya teşvik etmek için öğrencilerin, önce bir olayın sonucunu tahmin etmeleri sonra olayı gözlemlemeleri ve gözlemleri ile tahminleri arasında herhangi bir uyumsuzluk olup olmadığının farkına varmaları sürecini kapsamaktadır (Kearney ve Treagust, 2001; White ve Gunstone, 1992). Bu çerçevede TGA yöntemi 3 aşamalı olarak uygulanır.

2. 1. 2. 2. 3. 1. 1. Tahmin Aşaması

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.

Öğrencilerin zihinlerinde var olan yanlış anlamaların, kavram yanlışlarının ve inanışların, deney ya da olaylarla ilgili tahminlerini etkilediği yapılan araştırmalarda

görülmüştür (Köse ve diğ., 2003; Liew, 2004; White ve Gunstone, 1992). Tahmin etmeleri ve tahmin için bir gerekçe göstermeleri öğrencilerin gözlem yapmaya odaklanmasını kolaylaştırır ve motivasyonlarını artırır (White ve Gunstone, 1992). Her ne şekilde uygulanırsa uygulansın özellikle tahminlerin gerekçeleriyle açıklandığı bir basamağın varlığından dolayı bu yöntemin oldukça etkili olduğu belirtilmektedir (Treagust ve diğ., 2007).

2. 1. 2. 2. 3. 1. 2. Gözlem Aşaması

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 (Mpofu, 2006). Öğrencilerin birbirlerinden etkilenerek gözlemlerini değiştirmemesi için olay meydana gelirken her öğrencinin gözlemlerini kaydetmesi sağlanır. Gerekirse olay tekrarlanmalıdır. Bu aşamada etkinlikte yer alan olayın, öğrenci tarafından kolaylıkla gözlenebilir şekilde ve ayrıca öğrenci zihninde çelişki meydana getirebilecek nitelikte olması istenir (Tao ve Gunstone, 1997; White ve Gunstone, 1992). Gözlem aşaması sonunda öğrencilerin ilk aşamada yaptıkları tahminleri ile o an gerçekleştirdikleri gözlemleri arasında çelişki yaratılmaya çalışılmalıdır. Bu aşamada sağlanan bu çelişkili durumların öğrenmeyi hızlandırdığı akıldan çıkarılmamalıdır (White ve Gunstone, 1992).

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).

2. 1. 2. 2. 3. 1. 3. Açıklama Aşaması

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). Öğrencilerin elde ettiği bilgiyi açıklayabilmesi, yorumlayabilmesi o bilgiyi tam ve doğru anlamasını gerektirir. Öğrenciler bu aşamayı genellikle zor bulurlar, ancak öğretmenler bu süreçte açıklamayı doğrudan yapmak yerine öğrencilere rehberlik etmeli, onların düşünebildikleri tüm olasılıkları dikkate almaları, olaylara alternatif yorumlar getirmeleri ve fikirlerini açıkça ifade edebilmeleri için onları cesaretlendirmelidir (Köse ve diğ., 2003; White ve Gunstone, 1992).

TGA yöntemi, öğrencilerin konuyla ilgili ön öğrenmelerini etkinleştirebileceği tahmin aşaması, konunun anlaşılır hale gelmesini sağlayan gözlem aşaması ve varsa tahmin ile gözlemi arasındaki fark sonucu bilişsel çelişki yaşamıyla, konuya ilişkin bir genelleme yapmasına olanak veren açıklama aşamasını içerir (Kearney, 2002; Tao ve Gunstone, 1997; White ve Gunstone, 1992).

Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi yapılandırıcı öğrenme yaklaşımı ile de uyum içerisindedir. Bilginin öğrencinin kendisi tarafından aktif bir şekilde yapılandırılması gerektiğini savunan yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin kendi yanlış öğrenmelerinin farkına varmalarına dikkat çekmektedir (Bilen, 2009; Özmen, 2004). Gerçek olaylarla ilgili gözleme izin vermesi ve öğrencilerin tahmin aşamasında bağımsız olması nedeniyle TGA yöntemi, öğrencinin kavram yanlışlığını kendisinin belirlemesine ve bu yanlışlığı düzeltmesine fırsat vermektedir. Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına göre, anlamlı ve kalıcı bir öğrenme için, öğrenciler kendi düşüncelerini açıklamaya teşvik edilmeli (Tahmin aşaması), düşüncelerine meydan okuyan durumlarla karşı karşıya konulmalı (Gözlem aşaması), hipotez kurmaları ve olaylara alternatif yorumlar getirmeleri için teşvik edilmelidir (Tahmin ve Açıklama aşamaları). Grup tartışmaları yoluyla da öğrencilere alternatif fikirleri düşünme fırsatı verilmelidir (Açıklama aşaması) (Clayton, 1993).

TGA yöntemi laboratuvar uygulamalarında kullanılırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;

- a) Çalışma başlamadan önce öğrencilerin soru sormalarına fırsat verilmelidir.
- b) Öğrencilerin tahminlerinin nedenlerini yazmaları sağlanmalıdır. Bu uygulama öğrencilere seçenekler sunularak yapılabileceği gibi açık uçlu sorular sorularak ta yapılabilir (White ve Gunstone, 1992). Fakat Liew ve Treagust, 1998 yılında yapmış oldukları çalışmalarında seçenekler verilerek hazırlanan soruların öğrencilerin tahminlerini sınırlandırabileceğini dolayısıyla öğrencilerin tahminlerini sınırlandırmayan açık uçlu soruların kullanılmasını önermişlerdir.
- c) Deney gerçekleştirildiğinde öğrencilerin gözlemlerini kendi cümleleriyle ifade etmeleri sağlanmalı. Gözlem aşamasında deneyde gerçekleşen olayların, öğrenciler tarafından kolaylıkla gözlenebilir şekilde olması ve ayrıca öğrencilerin zihninde

çelişki meydana getirebilecek nitelikte olması gerektiği önerilmektedir (Tao ve Gunstone, 1999; White ve Gunstone, 1992). Yeni kazandıkları bilgiler öğrencilerin zihninde bir çelişki oluşturmadığı sürece bir deneyim yeni olarak algılanmaz. Yeni deneyimler sadece çelişkili durum olduğu zaman zihinde yeni bir yer edinir ve öğrenciler tarafından dengeyi tekrar sağlayacak olan yeni bir kavram yapısı oluşturulur (Tümay, 2001).

- d) Gözlem yaparken öğrenciler neler gözlemlediklerini deney gerçekleştirken yazmalıdırlar, gözlemlerini kaydetmelerini sonraya bırakmaları halinde ne gözlemlediklerini unutabilirler veya diğer arkadaşlarından etkilenecek özgün gözlem yazamayabilirler. Öğrencilerin önceki deneyim ve öğrenmeleri gözlemlerini etkileyebileceğinden, öğretmen bu aşamada olayların öğrenciler tarafından dikkatli bir biçimde gözlenmesini sağlamalıdır.
- e) Açıklama aşamasında, öğrenciler tahminleri ile gözlemleri arasında çelişkiyi fark etmesi halinde bu çelişkiyi ortadan kaldırmak için uğraşır, öğretmen öğrencilerin fikirlerini ifade edebilmeleri için onları teşvik etmeli ve öğrencilerin doğru sonuca ulaşabilmeleri için yönlendirici olmalıdır (Köse ve diğ., 2003).

2. 2. Literatür Taramasının Sonucu

Bu bölümde “ısı ve sıcaklık” konusu ve TGA yöntemi ile ilgili literatürde yer alan araştırmalara yer verilmiştir.

2. 2. 1. Isı ve Sıcaklık Konusu ile İlgili Araştırmalar

Lewis ve Linn (1994), erginler, yetişkinler ve bilim adamları üzerinde güncel hayatta kullanılan termodinamik kavramlarının nasıl algılandığı üzerine araştırma yapmışlardır. Üniversite fen bölümü öğrencileri üzerinde yaptıkları araştırma sonucunda ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili bazı kavram yanlışlarının, yanlış bilgilerin birçok ergin ve yetişkinde bulunduğunu hatta bir bilim adamının da aynı görüşlere sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Frederik, Valk, Leite ve Thoren (1999), öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının öğretmen adayları tarafından ne kadar bilindiğinin ölçülmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın örneklem grubu öğretmen adaylarıdır. Çalışmada öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarıyla öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları arasında nasıl bir ilişki olduğu, bunun sonucunda öğretmen yetiştirme programlarının nasıl şekillendirilebileceği tartışılmış ve öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarıyla öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

Aydoğan, Günes ve Gülçiçek (2003) tarafından yapılan araştırmada, lise ve üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ısı ve sıcaklık kavram testi geliştirilmiştir. Bu test, ısı ve sıcaklık konusunu almış olan lise ve üniversitelerde öğrenim gören 1017 öğrenciye uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ısı ve sıcaklık konusunu görmüş lise ve üniversite öğrencilerinin çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu ve paylaştıkları kavram yanlışlarının ise benzer olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmediği durumlarda, yanlışlar öğrencilerin ileriki akademik yaşantılarına taşınmakta ve devam etmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, fen öğreticilerinin, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının farkında olmaları ve yanlışları ortadan kaldırmak amacıyla son zamanlarda kavram öğretimi için tavsiye edilen kavramsal değişim metinlerini, kavram haritalama metodunu, serbest cisim diyagramlarını ve analogileri (benzeştirme metodunu) sınıflarında kullanmaları, istenilen nitelikte kavramsal değişimlerin sağlanmasına yardımcı olunabileceği şeklinde önerilerde bulunulmuştur.

Demirci ve Sarıkaya (2004), sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını belirlemişler ve bu yanlışların düzeltilmesinde İspat yöntemine kıyasla, yapısalcı eğitim yaklaşımının etkisini incelemişlerdir. Çalışma Sınıf Öğretmenliği Programı'nda ikinci sınıfta öğrenim gören ve Fen Bilgisi Laboratuvarı-I dersini alan 60 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deney deseni kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve öğrencilere yeni kavramların öğretilmesinde yapısalcı metodun geleneksel metoda kıyasla daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Özkan ile Azar (2005), çalışmalarında 9. sınıf öğrencilerinin Fizik dersi başarılarına, kavram öğrenmelerine ve derse karşı olan tutumlarına örnek olay yönteminin etkisini geleneksel öğretimle karşılaştırmışlardır. Çalışma 9. Sınıfta öğrenim gören toplam 60 öğrenci ile iki hafta süresince yürütülmüştür. Çalışmada öncelikle örnek olay yöntemine dayalı olarak "ısı ve sıcaklık" ünitesinin içeriği ile hedef ve davranışlar belirlenmiştir. Araştırmada, "ısı ve sıcaklık" konusunda çoktan seçmeli fizik başarı testi ve Fizik dersine karşı tutum ölçeği kullanılmıştır. Çalışma deney ve kontrol grup desenine göre yürütülmüş, testler önce her iki gruba ön test olarak uygulanmıştır. Deney grubunda "ısı ve sıcaklık" konusu örnek olay yöntemiyle işlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilere ise geleneksel öğretim uygulanmış ve öğrencilere aynı testler son test olarak uygulanmıştır. Isı ve sıcaklık başarı testi için, ön testte deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Çalışmada fizik başarı testinden alınan puanlar karşılaştırıldığında, örnek

olay yönteminin uygulandığı deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başer ve Çataloğlu (2005) tarafından yapılan araştırma kavram değişim stratejisine dayalı öğretimin, yedinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavramları öğrenmeleri ve fen bilgisi dersine karşı tutumlarını inceleme amaçlı yapılmıştır. Isı ve sıcaklık konuları ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmak üzere ısı ve sıcaklık kavramları testi kullanılmıştır. Araştırma yedinci sınıfta öğrenim gören toplam 74 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deney deseni kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasındaki tek fark, deney grubundaki öğrencilere laboratuvar saatlerinde kavram değişim stratejisine dayalı uygulamaların yapılmasıdır. Öğretimden önce her iki gruba ısı ve sıcaklık kavramları testi ve fen bilgisi dersine karşı tutum ölçeği ön testler, öğretim süresinin bitiminde ise son testler olarak uygulanmıştır. Çalışma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanlar ile kontrol grubundaki öğrencilerin puanları arasında, deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu, araştırmada kullanılan öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin fen bilgisi dersine karşı tutumları üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Gönen ve Akgün (2005a), çalışmalarında literatürde yer alan ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili kavram yanlışlarını dikkate alarak bir çalışma yaprağı geliştirmişlerdir. Hazırladıkları çalışma yaprağını Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ikinci sınıfta öğrenim gören ve daha önce ısı, sıcaklık konularını içeren ders almış 38 öğrenciye uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda geliştirilen çalışma yaprağının, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, geliştirdikleri çalışma yaprağındaki eksikliklerin giderilerek kavram yanlışlarını giderme ve kavramsal değişimi sağlama boyutlarının incelenmesi gerektiği önerisinde bulunmuşlardır.

Cochran (2005), çalışmasında Fizik Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören öğrencilerin termodinamiğin ikinci kanunundaki ısı, sıcaklık ve ısı denge kavramlarını anlama düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı çalışmasında özel durum yöntemini kullanmış ve çalışmasını 115 öğrenci ile yürütmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak informal gözlemler, mülakatlar ve yazılı sorular kullanılmıştır. Araştırmacı çalışma sonucunda yazılı soruları ve bireysel öğrenci mülakatlarından öğrencilerin termodinamiğin ikinci kanunu ve entropi kavramı ile ilgili kavramsal anlama güçlüğü çektiğini tespit etmiştir.

Ongun (2006), yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ile bilişsel ve motivasyon stilleri arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda 2. ve 3. Sınıflarda

öğrenim gören toplam 104 öğrenci katılmıştır. Çalışmada öğrencilere ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek için Isı ve Sıcaklık Kavram Testi, bilisel ve motivasyon stillerini belirlemek için Saklı Figürler Testi ve Motivasyon Stilleri Testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularında kavram yanılgılarının olduğu, farklı motivasyon stiline sahip öğrencilerin Saklı Figürler Testi ile ölçülen on beş kavram yanılgısı ile motivasyon stilleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Erkaçan (2006), geleneksel öğretim yöntemine kıyasla Çoklu Zekâ Kuramı'nın 9. sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık, genişleme ve sıkıştırılabilirlik konusundaki başarılarına, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisini araştırma amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmaya Anadolu Meslek, Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi'nde öğrenim gören toplam 70 öğrenci katılmıştır. Uygulama haftada 2 saat olmak üzere 40 dakikalık 4 ders boyunca sürmüştür. Bütün öğrencilere ilk haftada ön test, son haftada son test uygulanmıştır. Sınıflardan biri kontrol, diğeri deney grubu olarak seçilmiştir. Kontrol grubundaki öğrenciler ile geleneksel öğretim, deney grubundaki öğrenciler ile Çoklu Zeka Kuramı'na göre hazırlanmış öğretim etkinlikleri ile dersler işlenmiştir. Çalışmada Çoklu Zeka Kuramı'na dayalı öğretim etkinliklerinin, geleneksel öğretime göre, öğrencilerin ısı-sıcaklık, genişleme ve sıkıştırılabilirlik konusunu anlamalarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına anlamlı bir katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan sınıf içi gözlemlerde deney grubu öğrencilerinin, derse daha fazla ilgi gösterdikleri de görülmüştür.

Ayvacı ve Devecioğlu (2006), Keşfedici Laboratuvar Stratejisini tanıtmaya, bu stratejiye uygun olarak geliştirilen ısı iletimi ve yalıtımı konusunda bir deney etkinliğinin uygulanma süreci ve süreç sonunda öğrencilerin düşüncelerine dayalı olarak stratejinin etkililiğini değerlendirme amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma bir ilköğretim okulunda 5. Sınıfta öğrenim gören 16 öğrenci ile yapılmıştır. Çalışmada örnek olay ve doküman incelemesi yöntemleri, veri toplama aracı olarak gözlem ve mülakatlar kullanılmıştır. Uygulama uygun olarak laboratuvar öncesi, laboratuvar aşaması ve laboratuvar sonrası tartışma bölümlerinden oluşturulan "Deney Çalışma Yapağı" ile yürütülmüştür. Çalışma yapağının uygulanması sürecinde öğrencilerin sergiledikleri davranışlar belirlenmeye çalışılmıştır. Son olarak, öğrencilerin tümüyle uygulamanın etkililiği üzerine mülakatlar yapılmıştır. Çalışmada keşfedici laboratuvar stratejisinin uygulanabilirliğine yönelik değerlendirmeler yapılırken, geliştirilen bu deney etkinliğinin, fen kavramlarının öğrenilmesinde etkili ve ilgi çekici olduğu sonucuna varılmıştır.

Aydın (2007), tarafından yapılan araştırmada ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili kavram yanılgılarının tespit edilmesi, tespit edilen kavram yanılgılarının giderilmesinde, geleneksel öğretim yöntemi ve kavram haritası tekniği

kullanılarak desteklenmiş bir fen öğretiminin öğrenci başarısına etkisi karşılaştırılmıştır. Araştırma 7. sınıfta öğrenim gören 56 öğrenci ile yürütülmüştür. Uygulama öncesinde uygulanan ön test sonuçlarına göre her iki gruptaki öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubuna son test uygulanmış ve kavram yanılgıları tekrar incelendiğinde her iki grupta da olumlu farklılıklar görülmesine rağmen deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır.

Başer ve Geban (2007), kavramsal değişim stratejisine dayalı öğretim ve geleneksel öğretimin farklılıklarını, öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamada cinsiyet faktörünü ve fenne karşı tutumlarını araştırma amaçlı bir deneysel çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmanın örneklemini 7. Sınıfta öğrenim gören 72 öğrenci oluşturmuştur. Deney grubu dört hafta boyunca kavramsal değişim etkinlikleriyle, kontrol grubu ise geleneksel yöntemlerle öğrenim görmüştür. Çalışma sonucunda kavramsal değişim odaklı öğretimin ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında geleneksel odaklı öğretime göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Fenne karşı tutum ve cinsiyet açısından ise deney grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin ısı ve sıcaklık kavramlarının öğrenilmesinde önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmiştir.

Zacharia, Olympiou ve Papaevripidou (2008), çalışmalarında gerçek ve sanal yöntemlerle yapılan deneylerin, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları anlamalarına etkilerini incelemiştir. Çalışmanın örneklemini fizik bölümünde öğrenim gören 62 lisans öğrencisi oluşturmuştur. Çalışma deney ve kontrol grup desenine göre yürütülmüş olup, uygulama öncesinde öğrencilere ısı ve sıcaklık konusunda ön test uygulanmıştır. Ardından deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. İki gruba da aynı araştırma sorgulama yöntemleri kullanılmıştır. Kontrol grubu sadece gerçek yöntemlerle yapılan deneyleri kullanırken, deney grubu önce gerçek yöntemlerle deney yapmış ardından da bilgisayar ortamında sanal yöntemlerle de deney yaparak bunu pekiştirmiştir. Çalışma sonucunda deney grubunda kavram öğreniminin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görülmüştür. Aralarındaki bu farkın ise bilgisayar ortamında yapılan deneylerden kaynaklandığı açıklanmıştır.

Chiou (2009), üniversite fizik bölümü öğrencilerinin ısı iletimi ile ilgili zihinsel modellerini ve tahminleri ile zihinsel modelleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada sürekli karşılaştırmalı yöntem kullanılmış ve çalışma 30 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin ısı iletimi konusunda zihinsel modellerini ve konu hakkındaki tahminlerini sorgulamak için öğrencilerle klinik mülakatlar yapılmıştır. Sözlü raporlar, öğrenci notları ve çizimler gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışmada bilimsel olarak doğru kabul edilen bir zihinsel modelin, doğru yapılmış bir tahminden daha önemli

olduğunu, doğru bir tahminin bilimsel olarak kabul edilmiş bir zihinsel modelin sonucu olmayabileceği tespit edilmiştir. Çünkü öğrenciler karşılaştıkları problemleri çözerken zihinsel modellerini işlemek veya tahminler üretmek yerine eski deneyimleri ve önceden öğrendikleri kuralları doğrudan alma eğilimindedirler.

Tanahoung, Chitaree, Soankwan, Sharma ve Johnston (2009), etkileşimli gösteriler (ILD) yoluyla ders işlenmesinin üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamaları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada deneysel yöntem kullanılmış olup, örneklem grubu olarak 327 birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Deney grubunda etkileşimli gösteriler yoluyla öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim metotları kullanılmıştır. Her iki gruba da uygulama öncesinde ve sonrasında öğrenci anlamalarını belirlemek için “Isı ve Sıcaklık Kavramsal Değerlendirme Testi” uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ILD yoluyla öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubundaki öğrencilere göre daha iyi kavradıkları tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, kalıcılığı belirlemek için gecikmiş test uygulanması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Altınok (2011), ilköğretim beşinci sınıfta ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin geleneksel öğretime göre başarıya etkisini araştırdığı bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın örneklemini ilköğretim beşinci sınıfta öğrenim gören 35 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu desen kullanılmış olup, deney ve kontrol grubu rastgele belirlenmiştir. Araştırmada, veri toplama aracı olarak 21 maddelik ısı ve sıcaklık başarı testi kullanılmıştır. Çalışmada deney ve kontrol gruplarının son test puanları karşılaştırıldığında grupların son test puanları arasında anlamlı bir farkın olduğu, laboratuvar yönteminin düz anlatım yöntemine göre ısı ve sıcaklık konusunun öğretiminde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Sarı Ay (2011), kavramsal değişim stratejisi içerisine giren kavramsal değişim metinlerinin 8. sınıf öğrencilerinin ‘Isı ve Sıcaklık’ konusunda kavram yanılgıları üzerine etkisini inceleme amaçlı bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın örneklem grubu olarak 8. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Çalışmada deneysel yöntem kullanılmış olup, deney ve kontrol grubu belirlenmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak, çeşitli araştırmacıların hazırladığı ve araştırmacı tarafından geliştirilen kavram başarı testi ve görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram başarılarının ne şekilde etkilendiği belirlenmiş, ardından da bu kavramsal değişim metinlerinin uygulandığı deney grubunun yöntemle ilgili görüşleri alınmıştır. Çalışma sonucunda, deney grubu öğrencilerine uygulanan kavramsal değişim metinleri ile birleştirilmiş deney yönteminin öğrencilerin kavram başarı testi erişilerini anlamlı düzeyde artırdığı, kavram öğrenimi üzerinde kavramsal değişim yaklaşımının, geleneksel

yaklaşımdan daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca çalışmada öğrencilerin, kavramsal değişim metinleri ile yapılan öğretim konusunda görüşlerinin olumlu olduğu da ifade edilmiştir.

Turgut ve Gürbüz (2011), sekizinci sınıfta öğrenim gören öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgılarını tespit ederek, yapılandırmacı 5E modelinin geleneksel öğretime kıyasla bu yanılgıların giderilmesine ve öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumları üzerine etkisini araştırma amaçlı çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmanın örneklemini, aynı öğretmen tarafından ders işlenen iki şubedeki 37 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Şubelerden biri 5E modeline göre hazırlanan etkinliklerin uygulandığı deney grubu, diğeri ise geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubu olarak rastgele belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak üç aşamalı Isı ve Sıcaklık Kavram Yanılgısı Testi ve Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yapılandırmacı 5E modeline göre yapılan öğretimin geleneksel öğretime göre ısı ve sıcaklık kavramlarında olumlu kavramsal değişimi ve bu değişimin kalıcılığını sağlamada daha etkili olduğu, deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarında herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Bahadır (2011), işbirlikli öğrenme temelli bilimsel mektup, işbirlikli öğrenme ve bilimsel mektup uygulamasının öğrencilerin maddenin halleri ve ısı ünitesi ile ilgili başarılarına, fen ve teknolojiye karşı tutumlarına ve bilimsel okuryazarlıklarına etkisini geleneksel öğretim ile karşılaştırma amaçlı bir araştırma yapmıştır. Çalışmanın örneklemini 8. Sınıfların dört şubesindeki toplam 112 öğrenci oluşturmaktadır. Şubelerden biri rastgele örnekleme yöntemi ile kontrol grubu, diğeri üçü de deney grupları olarak seçilmiştir. Yarı-deneysel araştırma deseninin kullanıldığı araştırma beş hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları olarak "Maddenin Halleri ve Isı Başarı Testi", "Fen ve Teknoloji Dersi tutum Ölçeği", "Bilimsel Mektup Görüş Testi" ve "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada öğrencilerin bilimsel mektup yazmaya yönelik düşünceleri de alınmıştır. Çalışma sonucunda işbirlikli temelli bilimsel mektup ile işbirlikli öğrenmenin uygulandığı grupların bilimsel mektup ve geleneksel yaklaşıma göre akademik olarak daha başarılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışmada uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarına ve bilimsel okuryazarlıklarına etkisinin anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Damlı (2011), çalışmasında kavramsal değişim stratejisine dayalı web tabanlı etkileşimli öğretimin üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgılarını gidermeye etkisini araştırmıştır. 9 kavram yanılgısı incelenmiştir. Çalışmada 35 öğretmen adayıyla çalışılmış ve kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanılmıştır. Isı

ve Sıcaklık Kavram Testinden 11 tane üç aşamalı soru seçilmiş ve çalışmanın amacına göre düzenlenmiştir. Güvenilirliği analiz edildikten sonra ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Deney grubuna deney videoları içeren öğretim uygulanmıştır. Bu videolar giriş ve sonuç kısmı olarak iki parçadan oluşmaktadır. Giriş kısmı deneyde kullanılan materyalleri ve deneyin hazırlanışını içerirken, sonuç kısmında deneyden elde edilen bulgular yer almaktadır. Çalışmanın sonucunda web tabanlı öğretimle ilgili yapılan bu çalışmada geleneksel eğitimle bir kıyaslama yapılmamıştır. Ancak öğretimin, kontrol ve deney grubunun son test puanlarının karşılaştırıldığı alt problem bulguları hariç, kavram yanılgılarını gidermekteki ve başarıyı arttırmaktaki etkisinin olumlu ve anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Okumuş (2012), çalışmasında “Maddenin Halleri ve Isı” ünitesinin bilimsel tartışma (argümantasyon) modeli ile öğretiminin ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin başarıları, anlama düzeyleri ve bilimsel tartışma becerileri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmış olup, çalışmanın örneklemini sekizinci sınıfta öğrenim gören iki farklı şubeden toplam 40 öğrenci oluşturmaktadır. Bu iki şubeden deney ve kontrol grubu rastgele olarak belirlenmiştir. Deney grubunda “Maddenin Halleri ve Isı” ünitesi bilimsel tartışma modeline dayalı çeşitli etkinliklerle yürütülürken, kontrol grubuna ise herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak Maddenin Halleri ve Isı Ünitesi Başarı Testi, Maddenin Halleri ve Isı Ünitesi Kavram Testi, gözlemler ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. Başarı testi ön test ve son test olarak hem deney hem de kontrol grubuna uygulanmıştır. Kavram testi ise uygulamalar sonunda her iki gruba da uygulanmıştır. Öğrencilerin tartışma becerilerindeki gelişimi belirlemek amacıyla deney grubunda tüm öğretim süreci boyunca gözlemler yürütülmüştür. Ayrıca öğretim sonrasında deney grubu öğrencileriyle yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlarla onların bilimsel tartışma modelinin kullanıldığı öğretim süreci hakkındaki görüşleri alınmıştır. Çalışma sonucunda deney grubu ile kontrol grubu arasında başarı açısından deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Bilimsel tartışma modelinin öğrencilerin üniteye yönelik başarılarına etkisinin yanı sıra kavramları anlama düzeylerine de olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacı süreç içerisinde öğrencilerin tartışma becerilerinin de geliştiğini de ifade etmiştir.

2. 2. 2. TGA ile İlgili Araştırmalar

Bu kısımda TGA yönteminin öğrenme ortamlarında uygulanmasına yönelik olarak literatürde yer alan bilimsel çalışmalar sunulmaktadır.

Liew ve Treagust (1995), 18 öğrenci ile yapmış oldukları çalışmalarında, fizik dersinde ısı ve sıvıların genleşmesi konusunu 6 hafta boyunca TGA etkinlikleri ile

yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda, öğrencilerin çalışma öncesi sahip oldukları kavram yanlışlarında önemli ölçüde azalma olduğunu tespit etmişler ve tahmin ve gözlem aşamalarının ardı ardına yapılmasının öğrenci öğrenmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Liew ve Treagust (1998), yürütmüş oldukları çalışmalarında, suyun buharlaşması, tuzun çözünmesi ve ampulün gücü ile direnci konularında TGA etkinlikleri düzenlemişlerdir. 18 kişiden oluşan lise son sınıf öğrencilerinin yapmış oldukları tahminleri değerlendirerek öğrencilerde birçok kavram yanlışlığı tespit etmişlerdir. Çalışma sonrasında ise uygulanan başarı testinde TGA etkinliklerinin öğrencilerin kavram yanlışlıklarını önemli ölçüde azalttığı sonucu elde edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda TGA'nın öğrencilerin başarılarını ve ilerlemelerini belgelediği ve öğrenmelerini kolaylaştırmada etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Russell, Lucas ve McRobbie (1999), 17 lise öğrencisi ile yürüttükleri çalışmalarında mikro işlem temelli fizik konularında öğrencilerin kavrama düzeylerini yükseltme amacıyla laboratuvar aktiviteleri düzenlemişlerdir. Bu çalışmada fizik konularından hareket konusu ile ilgili 7 adet TGA aktivitesi planlamışlardır. Tahmin aşamasında öğrencilere bilgisayar ortamında tahmin soruları sorulmuş ve öğrencilerden tahminlerini yazmaları istenmiştir. Daha sonra öğrenciler bilgisayar ortamında gözlem yapıp gözlem sonuçlarını ve açıklamalarını yazmışlardır. Çalışma sonucunda hız ve ivme kavramlarının anlaşılmasında TGA yöntemine yönelik hazırlanan laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırdığı tespit edilmiştir.

Kearney ve Treagust (2000), lise öğrencileriyle yaptığı bir çalışmada kuvvet ve hareket konularında TGA yöntemine dayalı bilgisayar destekli etkinlikler kullanmışlardır. Öğrencilere bilgisayar ortamında bir tahmin sorusu sormuş ve öğrencilerden tahminlerini yazmalarını istemişlerdir. Ardından öğrencilerde çelişki oluşturmak amacıyla öğrencilerin tahmin yaptıkları konu ilgili gözlem yapmalarını sağlamışlardır. Öğrenciler gözlemlerini kaydettikten sonra özellikle yanlış tahminde bulunan öğrencilere konu hakkında açıklamalar yapmışlardır. Araştırmacılar çalışma sonucunda, TGA yönteminin öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunu öğrenmesine önemli ölçüde katkı sağladığını belirlemişlerdir.

Mthembu (2001), yürüttüğü çalışmada Güney Afrika'da bir lisede 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerine kimyasal reaksiyonlar ve redoks konularının öğretilmesinde TGA etkinliklerinin etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin ön bilgilerinin yapmış oldukları tahminlerini etkilediği ve birçok kavram yanlışlığına sahip olduklarını tespit etmiştir. Çalışma sonunda derse öğrencilerinin bakış açılarını belirleme ile başlamak isteyen öğretmenler için TGA yönteminin uygun olduğu ve TGA etkinliklerinin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir.

Kearney ve Treagust (2001), yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına uygun bir bilgisayar yazılımı geliştirmişlerdir. Bu yazılım öğrencilerin kuvvet ve hareket kavramlarıyla ilgili önbilgilerini ortaya çıkaracak ve onları tartışma ortamına çekecek şekilde TGA yöntemine dayalı olarak düzenlenmiştir. Çalışmada fizik bölümü öğrencilerine konu ile ilgili 16 video gösterilmiştir. Videolar, fizikte bulunan kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak için hazırlanmıştır. Öğrenciler konu ile ilgili tahminlerde bulunmuşlar ve tahminlerini bilgisayara kaydetmişlerdir. Gözlem ve açıklamalarını aynı şekilde bilgisayara kaydetmişlerdir. Araştırma sonucunda, bilgisayar destekli TGA yönteminin kullanıldığı bu öğretimin öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunu anlamalarına olumlu katkı sağladığı vurgulanmıştır.

Köseoğlu, Tümay ve Kavak (2002), Kimya Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 42 öğretmen adayıyla yürütmüş oldukları araştırmalarında, lise öğrencilerine veya öğretmen adaylarına kaynama olayını öğretme amacıyla Tahmin–Gözlem–Açıklama (TGA) yöntemine dayalı etkinlik hazırlamışlardır. Etkinliğin, öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmaya yarayan Tahmin aşamasında öğrencilerden buz ile suyu kaynatıp kaynatamayacaklarını tahmin etmelerini istemişler, Gözlem aşamasında öğrencilerin kavram yanılgılarından hoşnutsuz olmasını sağlayan bir gösteri deneyi sunmuşlardır. Açıklama aşamasında ise öğrencilerin kavramlarını kendilerinin yapılandırması için gözlemler sınıfta tartışılmıştır. Verilerin gözlem ve mülakat yöntemleriyle toplandığı araştırma sonucunda, TGA yönteminin kaynama olayı ve ilgili kavramların öğretilmesinde etkili olduğu, derse karşı olumlu tutum geliştirmelerine ve güdülenmelerine neden olduğu tespit edilmiştir.

Köse, Coştu ve Keser (2003) tarafından TGA yöntemini araştırmacılara, öğretmenlere tanıtmak ve bu yöneme uygun lise sınıflarında “Elektromanyetizma”, “Kaynama”, “Fotosentez” konularında örnek etkinlikler hazırlamak amacıyla yürütülen çalışmada etkinliklerin hazırlanacağı konuların belirlenmesine yönelik olarak fizik, kimya ve biyoloji öğretmenleri ve bu dersleri alan öğrencilerle mülakatlar yapılmıştır. Mülakatlardan elde edilen veriler ile öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmaya yönelik TGA yöntemine göre etkinlikler tasarlamışlardır.

Liew (2004), Avustralya’ da bir lisedeki 9., 10. ve 11. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada, suyun genleşmesi, tuzun çözünmesi ve elektrik konularında TGA yöntemine dayalı etkinlikler hazırlamıştır. Çalışmada TGA yöntemine dayalı etkinlikler ile öğrencilerin var olan kavram yanılgılarını düzelttiği ve kavramları daha iyi öğrendiklerini tespit edilmiştir. Yılsonunda yapılan sınavda bu öğrencilerin başarıları diğer liseler ile karşılaştırıldığında daha başarılı oldukları gözlenmiştir.

Russell, Lucas ve McRobbie (2004), yaptıkları çalışmada termal fiziği konularının daha kolay anlaşılmasını sağlamak için mikro işlem temelli laboratuvar aktiviteleri düzenlemişlerdir. 15 lise öğrencisi ile yürüttükleri çalışma kapsamında 10 adet TGA aktivitesi düzenlenmiştir. Öğrencilere TGA formatında 10 görev verilmiş, Tahmin aşamasında öğrencilere bilgisayar ortamında tahmin sorusu sorulmuş ve öğrencilerden tahminlerini yazmaları istenmiştir. Daha sonra öğrenciler yine bilgisayar ortamında gözlem yapıp açıklamalarını yazmışlardır. Çalışma sırasında öğretmen ve öğrencilerin görüntü ve sesleri kayıt altına alınmıştır. Çalışma sonucunda TGA yönteminin öğrencilerin termal fiziği öğrenmelerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayas ve Yılmaz (2004), Sınıf Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 34 öğrenciyle öğrencilerin asit, baz ve indikatör kavramlarını anlama seviyelerini tespit etmek için TGA etkinliği hazırlamışlardır. Tahmin aşamasında öğrencilerin konuya ne kadar aşina oldukları ve mevcut kavram yanılgıları tespit edilmiştir. TGA yönteminin kavram yanılgısına sahip birçok öğrencinin konuyu öğrenmelerine olumlu yönde etkisinin olduğu gözlenmiştir.

Küçüközer (2004) tarafından yapılan çalışmada, lise 1.sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusu ile ilgili öğretim öncesi ön fikirleri belirlenmiş ve TGA yöntemine dayalı olarak yapılan öğretimin kavramsal anlamaya ve değişime katkıları araştırılmıştır. Araştırmanın verileri, kavramsal anlama testinde yer alan açık uçlu sorular ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. TGA yönteminin öğrencilerin sahip oldukları yanlış fikirler üzerinde olumlu kavramsal değişimi sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan öğretim yönteminin kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretim yöntemine göre kavram değişiminin kalıcılığını sağlamada daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Wu ve Tsai (2005), yaptıkları çalışmada TGA yönteminin öğrencilerin üreme konusunu anlamalarına etkisini araştırmışlardır. Tayvan'da ilkokula devam eden 11 yaşındaki 69 öğrencinin katıldığı çalışmada öğrenciler deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna yapısalcı yaklaşıma uygun TGA etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubu öğrencilerine geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmacılar çalışma sonunda TGA yönteminin uygulandığı gruptaki öğrencilerin konuyu anlama düzeylerinde olumlu yönde gelişme olduğunu ve TGA yönteminin öğrencilerin bilgiyi işleme süreçlerini zenginleştirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca TGA yönteminin öğrencilerin deneyleri anlama düzeylerine de olumlu katkısı olduğu belirtilmiştir.

Akgün (2005), çalışmasında, iki farklı kavramsal değişim stratejisine göre hazırlanan çoklu ortam materyallerinin öğrencilerin bireysel ya da grupta çalışmalarının ve bilişsel, duyuşsal özelliklerinin kavramsal değişimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma grubunu Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Bölümü üçüncü

sınıfta öğrenim gören 73 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacı çalışmasında, düzeltici metin stratejisine göre tasarlanan materyalin, TGA yöntemine göre öğrencilerin kavram yanılgılarını ve bilişsel çelişkiye yönelik kaygılarını anlamlı olarak azalttığını, öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarını ve bilişsel çelişkiye yönelik ilgilerini anlamlı olarak arttırdığını tespit etmiştir. Bireysel olarak çalışıldığında TGA yöntemine göre çalışan öğrencilerin öğrenmeye ilişkin kontrolü daha çok kendilerinde gördükleri ve bireysel çalıştıklarında öğrenme görevlerini daha kararlı bir biçimde gerçekleştirdikleri bulunmuştur.

Ergül, Bolat ve Mazi (2006), yapmış oldukları çalışmada Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 130 öğretmen adayı ile kaynama ve buharlaşma kavramlarının öğretime TGA yöntemi ve deneyle zenginleştirilmiş öğretim yönteminin etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Üç aşamadan oluşan "suyu buzla kaynatabilir miyim?" etkinliği gösteri deneyi olarak uygulanmıştır. İki sınıfta TGA yöntemi, bir sınıfta ise deneyle zenginleştirilmiş öğretim yöntemi kullanılmıştır. TGA yönteminin uygulandığı gruplarda, ilk aşamada, yapılacak deneysel etkinlik anlatılmış ve adaylardan etkinliğin her bir aşaması için tahmin ve neden ilişkisini açıklamaları istenmiş, ikinci aşamada gösteri deneyi yapılmış ve üçüncü aşamada da öğrencilerden gözlemlerinden yararlanarak neden-sonuç ilişkilerini tartışmaları istenmiştir. Son aşamada ise tahmin ve gözlem aşamalarındaki farklılıkları not etmeleri istenmiştir. TGA yöntemine göre hazırlanmış olan etkinlik öncesinde öğrencilerin suyun buzla kaynatılamayacağını düşünmesine rağmen etkinlik sonrasında düşüncelerinin değiştiği tespit edilmiştir.

Tekin (2006), TGA yöntemine göre hazırlanan "Donma noktası alçalması yoluyla kükürdün molekül kütlesinin tayini" etkinliği, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. Sınıfta öğrenim gören 44 öğrenci ile yürütülmüştür. Etkinlik sonrasında öğrencilerden etkinlik ile ilgili görüşleri alınmıştır. Yapılan uygulama sonucunda TGA yönteminin öğrencilerin ilgisini deneylere çeken bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Yöntemin öğrencilerin deneyi daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu ve dolayısıyla kavramsal anlamayı desteklediği, ispata dayalı deneyleri kavramsal açıdan zenginleştirebileceği tespit edilmiştir.

Çepni ve Özsevgeç (2006), 10. ve 11. sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin, ilköğretim fen bilgisi öğretim programında yer alan "yüzme ve batma" kavramlarını nasıl algıladıklarını incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada özel durum yöntemi kullanılmış, literatür taraması sonucunda açık uçlu, çoktan seçmeli 4 soruluk kavram testi geliştirilmiş ve öğrencilere uygulanmıştır. Uygulanan test sonucunda sınıf farkı gözetmeksizin öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin oldukça alt düzeyde olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda yoğunluk kavramı ve bunun alt kavramları olan hacim ve kütle kavramlarının öğrenciler tarafından doğru olarak kullanılmadığı, öğrencilerin yoğunluk-basınç-hacim ve yoğunluk-kaldırma kuvveti-hacim kavramları arasındaki ilişkileri

de tam olarak algılayamadıkları belirlenmiştir. Çalışmada yüzme ve batma kavramlarının gelişimini ve anlaşılmasını sağlamak amacıyla TGA yöntemi temel alınarak örnek bir etkinlik geliştirilmiştir.

Karaer (2007) tarafından yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bir laboratuvar aktivitesi düzenlenmiştir. Çalışma, mürekkebin bileşenlerine ayrılmasında kromatografi yöntemi ve bu yöntemle ilgili kavramların öğretiminde TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanmış etkinliğinin nasıl uygulanabileceğini göstermek amacıyla Sınıf Öğretmenliği Programı'nda 2. sınıfta öğrenim gören 96 öğrenci ile yürütülmüştür. Verilerin toplanması ve değerlendirilmesi aşamasında; nitel gözlemler, öğrencilerle yapılan mülakatlar, rapor kâğıtları ve dönem sonunda yapılan sınav sonuçları kullanılmıştır. Karaer'in TGA yöntemini kullandığı bu çalışmada, öğrencilerin saf madde - karışım, homojen - heterojen karışım, çözünme, çözelti, fiziksel ve kimyasal yolla ayırma, ayırma ve saflaştırma yöntemlerini bilimsel anlamda yeniden yapılandırdıkları tespit edilmiş ve etkinliğin amacına ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Keeratichamroen, Panijpan ve Dahsah (2007), çalışmalarında öğrencilere kimyasal reaksiyonların öğretiminde Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı Tapyoka Bombası yapımını içeren bir etkinlik hazırlamışlardır. Çalışma sonucunda araştırmacılar, TGA yönteminin öğrencilerin öğrenmelerini olumlu etkilediğini, Tapyoka Bombası örneğini gördükten sonra kimyasal reaksiyonlarla ilgili kavramlarını değiştirmede etkili olduğunu, yöneme ilişkin ilgi ve isteklerinin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir.

Akgün ve Deryakulu (2007), iki farklı kavramsal değişim stratejisinin bireysel ya da grupla kullanımının öğrencilerin bilişsel çelişki tür ve düzeyleri, kavramsal değişimleri, kimyaya yönelik tutumları ve kavramsal değişimlerinin kalıcılığı üzerindeki etkilerini inceleme amaçlı bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada, Sınıf Öğretmenliği Programı üçüncü sınıfında okuyan 73 öğrenci, kimya alanında "maddenin yapısı" konusuyla ilgili kavram yanlışlarının giderilmesi için hazırlanan iki farklı web öğretim materyalini çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, düzeltici metin yöntemine dayalı web materyalini kullanan ve ortaklaşa çalışan öğrencilerin daha çok kavramsal değişim gerçekleştirdikleri, bilişsel çelişkiye yönelik ilgilerinin daha yüksek, kaygılarının ise daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışma sonuçları, düzeltici metin yöntemine göre tasarlanan web materyaliyle çalışan öğrencilerin kimyaya yönelik tutumlarının, TGA yöntemine göre tasarlanan materyalle çalışan öğrencilerin tutumlarından daha olumlu olduğunu göstermiştir.

Treagust, Pathommapas ve Tsui (2007), TGA yöntemine dayalı etkinliklerin, öğrencilerinin elektrokimyadaki Galvanik ve elektrolitik piller ile ilgili kavramları anlamalarına etkisini araştırma amacıyla, elektrokimya konusunu gören 120 öğrenci ile bir

çalışma yapmışlardır. Yapılandırmacı laboratuvar yaklaşımına uygun TGA etkinlikleri öğrencilerin elektrokimya kavramlarını içerecek şekilde düzenlenmiştir. Çalışma sonunda, TGA yönteminin öğrencilerin bilimsel kavramları ve elektrokimyadaki kavramları anlamaları için daha iyi fırsatlar sunduğu ortaya çıkmıştır.

Çimer ve Çakır (2008), osmoz konusunda TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanmış etkinliklerle 16 fen bilgisi öğretmen adayı ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonunda TGA yönteminin osmoz konusuna ait kavramların öğretiminde ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti konusunda oldukça etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca diğer biyoloji konularında da bu yöntemin etkisinin araştırılmasını önermişlerdir.

Küçüközer (2008), Balıkesir Üniversitesi 76 fen bilgisi öğretmen adayı ile yaptığı çalışmada, Astronomi dersini alan öğretmen adaylarına ayın evreleri ve mevsimler konusunda bilgisayar destekli TGA etkinlikleri düzenlemiştir. Çalışma sonunda tahmin aşamasında öğrencilerin birçok kavram yanlışlığına sahip oldukları ve bunları gözlem yaparak büyük ölçüde düzelttikleri tespit edilmiştir. Araştırmacı TGA yönteminin öğretmen adaylarının kavramsal değişimlerinde oldukça etkili olduğunu belirtmiştir.

McGregor ve Hargrave (2008), 44 lise öğrencisiyle yaptıkları deneysel çalışmada bitkilerde solunum ve fotosentez konuları ile ilgili bilgisayar destekli TGA etkinlikleri hazırlamışlardır. Öğrencilere deneysel işlem öncesi ön test olarak başarı testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda uygulanan başarı testinde TGA yöntemi ile ders işlenen deney grubundaki öğrencilerin ortalamasının diğer gruptan daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmacılar TGA yönteminin öğrencilerin yeni kavramları öğrenmesinde zihinsel çelişki oluşturduğunu bunun sonucunda tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırarak anlamlı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Tekin (2008), temel kimya laboratuvar uygulamaları dersini alan, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 44 birinci sınıf öğrenciyle gerçekleştirdiği çalışmasında, kimya laboratuvarında etkili bir öğrenme ortamı oluşturmak için yapılabilecekleri ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Çalışmada 22 şer kişilik iki grup oluşturulmuştur. Aksiyon araştırması yöntemi kullanılmıştır. Araştırma verilerini tam katılımlı gözlem, TGA formları ve sınıf tartışmaları oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda TGA yönteminin kimya laboratuvarındaki öğrenme ürünlerini geliştirmede yararlı bir yöntem olduğu ve deneylerin anlaşılmasına katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Bilen (2009), TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, kavramsal başarılarına, biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına ve bilimin doğasını hakkındaki görüşleri üzerine anlamlı düzeyde bir etkisinin olup olmadığını araştırma amaçlı bir çalışma yapmıştır. Çalışma grubunu Biyoloji Laboratuvarı I dersini alan 122 ikinci sınıf öğrencisi

oluşturmuştur. Çalışma sonucunda TGA yöntemi ile birlikte öğrencilerin konuya daha çok motive olup mevcut bilgilerini de sınyarak yanlış bilgilerini düzeltme imkânı buldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca araştırmacı TGA uygulamalarının öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ifade etmiştir.

Mısır ve Saka (2009), “Elektrik Akımı” ünitesindeki “elektiriksel iş ve ısı” konusunda TGA yöntemine dayalı olarak geliştirdiği etkinlikleri uyguladığı ve etkililiğini incelediği çalışmasını, 11. sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci ile iki ders saatinde laboratuvar ortamında yarı-deneysel yöntemle dayalı olarak yürütmüştür. Araştırma verileri, etkinlik öncesi-sonrasında öğrencilere uygulanan başarı testi, uygulama sonrası öğretmenlerle yürütölen yarı-yapılandırılmış mülakat ve öğrencilerle yapılan grup mülakatından, ayrıca uygulanan etkinlik ile ilgili dokümanların analizinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda TGA yönteminin, öğrencilerin alternatif kavramlarını açığa çıkaran, çeşitli fizik kavramlarını kendi zihinlerinde yapılandırılmalarını sağlayarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilen, fizik dersine karşı daha pozitif tutumlar geliştirmesini sağlayan, motivasyonunu artıran ve pratik, kolay uygulanabilen bir öğretim yöntemi olduğu sonucuna varılabileceği belirtilmiştir.

Klangmanee ve Sumranwanich (2009), “Kuvvet” ve “Basınç” konularında 5. sınıf öğrencileriyle TGA yöntemine dayalı etkinliklerin öğrencilerin biliş ötesi stratejileri ve bilimsel öğrenme başarılarına güç katıp katmadığını inceleme amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada özel durum yöntemi kullanılmıştır. Veriler öğrencilerin biliş ötesi stratejilerinin gelişimini görmek için kullanılan rubrikler yardımıyla toplanmıştır. Biliş ötesi stratejiler 3 stratejiden oluşur. Bu stratejiler; planlama, kontrol etme ve değerlendirmedir. Çalışma sonucunda TGA yöntemine dayalı etkinlikler ile öğrencilerin; planlama, kontrol etme ve değerlendirme stratejilerinde bilimsel başarı sağladığı tespit edilmiştir.

Ayas, Yaman ve Kala (2010), 12 lise öğrencisi ile 11. sınıf “Asitler ve Bazlar” ünitesine yönelik TGA yöntemine dayalı etkinlikleri kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, birinci aşamada, günlük hayatta karşılaşılan maddelerin asit, baz ya da nötr olup olmadıkları doğal indikatörle; ikinci aşamada ise ilk aşamada asit ve baz olduğu belirlenen iki madde arasında herhangi reaksiyonun gerçekleşip gerçekleşmeyeceği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda TGA yönteminin “Asitler ve Bazlar” ünitesinin öğretilmesinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Aydın (2010), çalışmasında, “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinde yer alan basit elektrik devreleri konusunda 7. sınıf ilköğretim öğrencilerinde görölen kavram yanlışlıklarını tespit etmiş ve Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlıklarının giderilmesine ve Fen ve Teknoloji dersine karşı tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Ayrıca elektrik konusuna ilişkin öğrencilerin uygulama öncesi ve

sonrası tutumları değerlendirilmiştir. Araştırmanın verileri Kavramsal Anlama Testi, Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi, Elektrik Devreleri Tutum Ölçeği ve Fen ve Teknoloji Dersi Tutum Ölçeği ile elde edilmiştir. Araştırmanın örneklemini 7. sınıfta öğrenim gören toplam 63 öğrenci oluşturmaktadır. Ölçme araçları, deney ve kontrol grubundaki öğrencilere ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Veri analizi sonucunda öğrencilerin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin çok sayıda kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin öğrencilerde kavramsal değişimin sağlanmasında ve öğrenci başarısı üzerinde geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin derse yönelik tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çinici ve Demir (2010), lise öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmeleri üzerine işbirlikli ve bireysel TGA etkinliklerinin etkilerini inceleme amaçlı 9. sınıfta öğrenim gören 60 öğrenci ile 4 hafta süren bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla difüzyon ve osmoz kavramlarıyla ilgili TGA etkinlikleri içeren işbirlikli bireysel çalışma yapıları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışmada tek gruplu ön-test son-test deneysel modeli kullanılmıştır. Sınıflardan biri, işbirlikli TGA etkinliklerinin yürütüldüğü birinci deney grubu, diğeri ise bireysel TGA etkinliklerinin yürütüldüğü ikinci deney grubu olarak seçilmiştir. Grupların son test puanları karşılaştırıldığında ise gruplar arasında işbirlikli TGA etkinliklerinin yürütüldüğü birinci deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Çalışma sonucunda TGA etkinliklerinin işbirlikli öğrenme ile birlikte kavram öğrenme sürecinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

İpek, Kala, Yaman ve Ayas (2010), öğrencilerin çözünürlük, çözünme ve madde türünün çözünürlüğe etkisini araştırmayı amaçlayan, 1. sınıfta öğrenim gören 77 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılan çalışmada TGA yöntemine dayalı etkinlikler kullanmışlardır. Araştırmanın verilerini öğrencilerin TGA formatında hazırlanmış olan çalışma yapıları ve bu öğrencilerin arasından seçilen 6 öğrenciyle yapmış oldukları mülakatlar oluşturmuştur. TGA yöntemine dayalı etkinlikler sonucunda öğrencilerin bu konularda bazı kavram yanlışlıklarına sahip olduğu, etkinliklerin de öğrencilerde mevcut olan bu kavram yanlışlıklarının düzeltilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Özdemir (2011), Kimya III dersinde Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının asitler-bazlar konusunu anlamalarına etkisini araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören ve Genel Kimya III dersini alan 69 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada kontrol 1 grubu, kontrol 2 grubu ve deney grubu olmak üzere üç grup bulunmaktadır. 6 hafta boyunca deney ve kontrol 2 grubu öğretmen adaylarına Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi, kontrol 1 grubu

öğretmen adaylarına ise klasik yöntemle dayalı laboratuvar yaklaşımı uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları, “Asitler ve Bazlar Kavram Testi” ve “Bilimsel Süreç Beceri Testi”dir. Çalışma sonuçları, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına olumlu etkisinin olduğunu, bilimsel süreç becerilerine ise anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Bilen ve Köse (2012), Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına ve fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisini araştırma amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmanın örneklemini, 2. sınıfta öğrenim gören 74 fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırma deseni olarak ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel gruptaki öğrencilere TGA yöntemine dayalı hazırlanan etkinlikler, kontrol grubundaki öğrencilere ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmanın verileri “Kavram Başarı Testi” ve “Fen Öğretimi Tutum Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır. Çalışma sonuçları TGA yöntemine dayalı hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına ve fen öğretimine yönelik tutumlarına anlamlı etkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, fen bilgisi öğretmen adaylarının; TGA yönteminin daha önce kullanılan yöntemlere göre daha etkili ve öğrenci merkezli olduğunu, yorum yapmaya ve düşünmeye sevk ettiğini, kalıcı öğrenmeyi sağladığını, fen derslerinde uygulanmasının yararlı olacağını ve öğretmen olduklarında bu yöntemi kullanmak istediklerini ifade ettiklerini belirtmişlerdir.

Bilen ve Aydoğdu (2012), Genel Biyoloji Laboratuvarında Tahmin Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisini İspat yöntemi ile karşılaştırarak inceleme amaçlı bir araştırma yapmışlardır. Araştırmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ikinci sınıfta öğrenim gören Genel Biyoloji Laboratuvarı I dersini alan 122 öğrenci oluşturmaktadır. Veriler, “Bilimsel Süreç Beceri Testi” ve “Bilimin Doğası Görüş Anketi” kullanılarak elde edilmiştir. Çalışma sonuçları iki farklı laboratuvar yöntemine dayalı uygulamaların yapıldığı öğrencilerin Bilimsel Süreç Beceri Testi testinden aldıkları ortalama puanlar arasında TGA grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar, TGA yöntemine dayalı laboratuvar yaklaşımı ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası görüşleri üzerine doğrulama yöntemine göre daha olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.

Saka (2012), yapmış olduğu çalışmada Fotosentez-Işık konularında TGA yöntemine uygun bilgisayar destekli bir yazılım seçmiştir ve çalışmasını Fen Bilgisi

Laboratuvar Uygulamaları I dersini alan 188 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütmüştür. Araştırmacı çalışmada aksiyon araştırması yöntemini kullanmış ve öğrencilerle yapılan mülakatları ortak görüşlere göre analiz etmiştir. Çalışmada bu yöntemin uygulama süreci anlatılmış ve yöntem fen bilgisi öğretmen adaylarına tanıtılmıştır.

Rakkapao, Pengpan, Srikeaw ve Prasitpong (2013), Tayland'da Prince of Songkla University'de yapmış oldukları çalışmalarında öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunu anlamalarında TGA yöntemi ile problem çözme yönteminin etkisini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın örneklemini Fen Fakültesi (Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik, İstatistik, Uygulamalı Bilim, Bilgisayar) 1. Sınıfta öğrenim gören 420 öğrenci, Mühendislik Fakültesi 1. Sınıfta öğrenim gören 434 öğrenci oluşturmuştur. Çalışma sonuçları multimedya destekli TGA yönteminin problem çözme yöntemine göre öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunu anlamalarına özellikle hız ve ivme konularında etkisinin daha fazla olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışmada TGA yönteminin öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkardığı için öğretmenlere büyük fayda sağladığı ifade edilmiştir.

Ayvacı (2013), TGA yöntemini tanıtmak ve etkililiğini öğretmen adaylarının uygulama süreci ve uygulama sonrasında görüşlerinden faydalanarak değerlendirme amaçlı bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın örneklemini 16 Fen Bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışmada TGA yönteminin aşamalarını içeren çalışma yapıları hazırlanmıştır. Uygulama sırasında 4 farklı grupta yaklaşık 10-12 dakikalık tartışma ortamları düzenlenmiştir. Öğrencilerin çalışma yapıları ve uygulama sırasında yapılan deneysel tartışmaların analizinden yola çıkılarak TGA yönteminin kullanılabilirliğine yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda TGA yöntemine göre geliştirilen etkinliklerin fen kavramlarını öğrenmede etkili olduğu ve öğrencilerin dikkatini çektiği tespit edilmiştir.

Sünkür, İlhan ve Sünkür (2013), yapmış oldukları çalışmalarında Sınıf Öğretmenliği öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesine TGA yönteminin etkisi araştırılmıştır. Çalışma ön test-son test kontrol gruplu deneysel desene göre yürütülmüştür. Araştırma Sınıf Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören 83 öğrenci ile yürütülmüştür. 4 hafta boyunca 42 öğrencinin bulunduğu deney grubunda TGA yöntemine göre öğretim yapılırken, 41 öğrencinin bulunduğu kontrol grubunda ise İspat yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri Gümüş, Öner, Kara, Orbay ve Yaman (2003) tarafından geliştirilen kavram yanlışları testi ile toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde, öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavram yanlışları testinden aldıkları puanlar dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında, son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır. Kontrol grubunda ise, ön test ve son test puanları arasında istatistiksel

açıdan anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde, TGA yönteminin İspat yöntemine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Akgün, Tokur ve Özkara (2013), TGA yöntemine dayalı etkinliklerin basınç konusunun öğretimine olan etkisini araştırma amaçlı 50 ilköğretim 8. Sınıf öğrencisi ile bir çalışma yürütmüşler ve çalışmalarında ön test-son test kontrol grup desenini kullanmışlardır. Çalışmada veri toplama araçları olarak; “Basınç Başarı Testi”, “Bilimsel Bilgiye Yönelik Görüş Ölçeği” ve “Fen Bilgisi Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Verilerin analizinde bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin, öğrencilerin basınç konusundaki kavramsal başarılarını ve bilimsel bilgiye yönelik görüşlerini deney grubu lehine anlamlı düzeyde değiştirdiği tespit edilmiştir.

Yavuz ve Çelik (2013) tarafından yürütülen çalışmada, Sınıf Öğretmenliği Programı’nda öğrenim gören 60 birinci sınıf öğrencisinin “Gazlar” konusunda sahip oldukları kavram yanlışları tespit edilmiş, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanlışlarının giderilmesine ve Kimya dersine karşı tutumlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma ön test-son test kontrol gruplu deneysel desene göre yürütülmüştür. Araştırmanın verileri “Gazlar Kavram Testi”, “Kimya Dersi Tutum Ölçeği” ve TGA etkinlikleri ile elde edilmiştir. Çalışmada, öğrencilerin “Gazlar” konusuna ilişkin çok sayıda kavram yanlışına sahip oldukları görülmüştür. Çalışma sonucunda, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin öğrencilerin kavramları daha iyi öğrenmesine yardımcı olduğu ve öğrenci başarısı üzerinde geleneksel öğretime göre daha olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra deney ve kontrol grubu öğrencilerinin derse yönelik tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tokur, Duruk ve Akgün (2014), çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerin büyüme ve gelişmesiyle ilgili kavram yanlışlarının belirlenip, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı etkinlikler yoluyla giderilmesi amaçlamışlar. Çalışma Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı ikinci sınıfta öğrenim gören 80 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Kavram yanlışlarının tespiti ve giderilme düzeyinin belirlenmesi amacıyla, öğretmen adaylarına uygulama öncesinde ve sonrasında iki aşamalı “Çiçekli Bitkilerin Büyüme ve Gelişimi” testi uygulanmıştır. Testten elde edilen veriler yüzde ve frekans olarak verilmiştir. Testin tamamından alınan puanların deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. TGA yöntemine dayalı hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi öğretmen adaylarının “Çiçekli Bitkilerde Büyüme ve Gelişim” konusundaki

kavramsal başarılarına anlamlı düzeyde etkisinin olduğu ve TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanan etkinliklerin kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının ve öğrencilerin açıklama basamağında yaptıkları gözlemlerden sonra ortaya koyacakları açıklamaların eleştirel boyutta bir gelişim gösterip göstermediğinin araştırılması önerilmiştir.

Literatürde ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlendiği (Aydoğan ve diğ., 2003; Carlton, 2000; Frederik ve diğ., 1999; Lewis ve Linn, 1994; Tunç ve diğ., 2011; Turgut ve Gürbüz, 2011), laboratuvar yöntemi ile geleneksel öğretimin etkilerinin karşılaştırıldığı (Altınok, 2011), örnek olay yöntemi ile geleneksel öğretimin etkilerinin karşılaştırıldığı (Özkan ve Azar, 2005), 5E modeli ve geleneksel öğretimin etkisinin “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin karşılaştırıldığı (Er Nas ve diğ., 2010; Turgut ve Gürbüz, 2011) ve kavramsal değişim stratejisinin kavram yanılgılarını gidermek için kullanıldığı (Başer ve Geban, 2007; Çalık ve Kurnaz, 2008; Damli, 2011; Sarı Ay, 2011; Turgut ve Gürbüz, 2012) çalışmalara rastlanmaktadır. Ayrıca ısı ve sıcaklık konusunun öğretimi ile ilgili yapılan çalışmaların daha çok ilköğretim (Aydın, 2007; Başer ve Çataloğlu, 2005; Okumuş, 2012) ve lise (Erkaçan, 2006; Özkan ve Azar, 2005) öğrencilerine yönelik olduğu görülmüştür. Fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların ise öğrencilerin kavram yanılgılarını belirleme noktasında yoğunlaştığı (Aydoğan ve diğ., 2003; Frederik ve diğ., 1999; Gönen ve Akgün, 2005; Ongun, 2006), bu kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik kapsamlı çalışmaların sınırlı olduğu olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde TGA yöntemine dayalı uygulamaların yapıldığı çalışmalar incelendiğinde ise; yöntemin öğrencilerin “Kuvvet” (Klangmanee ve Sumranwanich, 2009; Kearney ve Treagust, 2000; Rakkapao ve diğ., 2013), “Elektrik” (Aydın, 2010; Küçüközer, 2004; Liew, 2004; Mısır ve Saka, 2009), “Fotosentez” (McGregor ve Hargrave, 2008; Saka, 2013), “Kimyasal Reaksiyonlar” (Keeratichamroen ve diğ., 2007; Mthembu, 2001), “Asit ve Bazlar” (Ayas ve diğ., 2010; Ayas ve Yılmaz, 2004; Özdemir, 2011), “Kaynama” (Köseoğlu ve diğ., 2002; Köse ve diğ., 2003; Ergül ve diğ., 2006) konularını anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. Literatürde araştırmacıların TGA yönteminin web tabanlı yazılımlar kullanılarak uygulandığı çalışmalara da sıklıkla rastlanmıştır (Kearney ve Treagust, 2001; Küçüközer, 2008; McGregor ve Hargrave, 2008; Saka, 2013). Ayrıca yöntemin daha çok ilköğretim (Akgün ve diğ., 2013; Aydın, 2010; Klangmanee ve Sumranwanich, 2009; Wu ve Tsai, 2005) ve lise öğrencilerinin (Ayas ve diğ., 2010; McGregor ve Hargrave, 2008; Liew, 2004; Mthembu, 2001) kavramsal anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalarda uygulandığı görülmüştür. TGA yöntemine dayalı uygulamaların öğretmen adayları ile yürütüldüğü çalışmalar

incelendiğinde sınıf öğretmeni adaylarının fen konularını anlamalarına etkisinin incelendiği bazı çalışmalara da rastlanmıştır (Akgün ve Deryakulu, 2007; Karaer, 2007; Sünkür ve diğ., 2013, Yavuz ve Çelik, 2013). 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 ve diğ., 2010), “Ayın Evreleri ve Mevsimler” (Küçüközer, 2008), “Basınç” (Akgün, 2013), “Yüzme ve Batma” (Çepni ve Özsevgeç, 2006) gibi konuları anlamalarına etkisinin araştırıldığı çalışmalara rastlanmıştır. Fakat literatürde TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin araştırıldığı kapsamlı çalışmaların sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının Fen Bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisi araştırılması amaçlanmıştır.

3. YÖNTEM

3. 1. Araştırma Modeli

Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem (Quasi Experimental) kullanılmıştır. Yarı deneysel yöntem; kişilerin deney ve kontrol gruplarına rastgele dağıtılmasının imkânsız olduğu veya istenmeyen durumlarda kullanılır. Bu araştırmada, 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.

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 hazırlanan etkinlikler Genel Fizik III Laboratuvarı kapsamında 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 yapıları, 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 yapıları, Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (kalıcılık testi)

3. 2. Araştırma Grubu

Bu çalışma, 2013-2014 eğitim öğretim yılı güz yarısında Karadeniz Teknik Üniversitesinde Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programında 2. Sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik Laboratuvar III dersini alan toplam 104 öğrenciyle yürütülmüştür. 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. 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

3. 3. Verilerin Toplanması

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (ISBT), Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı hazırlanan çalışma yaprakları deney grubu öğrencilerinden alınan yansıtıcı yazılar ve deney grubu öğrencilerinin uygulamalar hakkındaki görüşleri kullanılmıştır.

3. 4. Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları olarak Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBT), TGA öğretim materyalleri, deney grubu öğrencilerinden alınan yansıtıcı yazılar ve deney grubu öğrencilerinin uygulamalar hakkındaki görüşleri kullanılmıştır.

Her bir alt problemin çözümüne yönelik kullanılan veri toplama araçları Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Alt Problemlerin Çözümüne Yönelik Veri Toplama Araçları

Alt Problemler	Veri Toplama Araçları
1. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunda akademik başarılarına etkisi nedir?	Isı ve Sıcaklık Başarı Testi

Tablo 3'ün devamı

2. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yönteminin deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerinde etkisi nedir?	TGA Çalışma Kâğıtları
3. TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına katılan deney grubu öğrencilerinin bu uygulamalar hakkındaki görüşleri nelerdir?	Öğrenci Görüşleri

3. 4. 1. Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi (ISBT)

Testler, öğrencilerin öğretim öncesi bilişsel giriş davranışlarını ölçmek amacıyla ve öğretim programının amaçlarına ne ölçüde ulaşabildiğini belirlemek, öğrencilerin öğrenme eksikliklerini ve öğrenme düzeylerini tespit etmek amacıyla hazırlanan ölçme araçlarıdır (Demirel, 2003). Araştırma için geliştirilen "Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi" (ISBT), öğrencilerin Isı ve Sıcaklık konusu ile ilgili ön bilgilerini ve öğrenme düzeylerini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır.

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). 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).

Test geliştirme öncesinde İlköğretim 6., 7., 8. Sınıf Fen ve Teknoloji, 9. sınıf Fizik Öğretim Programında yer alan Isı ve Sıcaklık konusuna ait kazanımlar ve Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı Genel Fizik III Laboratuvarı derslerinin içeriğinde yer alan Isı ve Sıcaklık konularının kapsamı dikkate alınarak kazanımlar oluşturulmuş ve belirtke tablosu hazırlanmıştır. Hazırlanan belirtke tablosu Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi İçin 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

Belirtke tablosu oluşturulduktan sonra öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları literatür ışığında tespit edilmiştir. Geliştirilen iki aşamalı “Isı ve Sıcaklık Konusu Başarı Testi” nin ilk aşaması olan çoktan seçmeli sorular hazırlanırken öncelikle, oluşturulan kazanımlar, yurt içinde ve yurt dışında ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili yapılmış çalışmalarda uygulanan testler dikkate alınarak konu ile ilgili 23 maddeden oluşan çoktan seçmeli bir başarı testi oluşturulmuştur. İkinci aşamada ise birinci aşamada seçilen seçenekleri işaretleme sebeplerini özgürce yazabilecekleri “bu şıkkı seçmemin nedeni” ile başlayan açık uçlu bir bölüm yer almıştır. Testin ikinci aşaması, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçülebilmek 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; Treagust ve Chandrasegaran, 2007). Treagust, Chandrasegaran ve Mocerino (2007), iki aşamalı testlerin ikinci aşamasının açık uçlu olması ile öğrencilerin kavramlarının derinlemesine incelenebileceğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin kavramlarının derinlemesine incelenmesine

fırsat sunan iki aşamalı testler ulusal ve uluslararası pek çok araştırmada kullanılmaktadır (Çalık, 2006; Er Nas, 2008; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Treagust ve Chandrasegaran, 2007). İki aşamalı testler, çoktan seçmeli testlerdeki şans başarısını aşağı düşürmesi açısından ölçmenin güvenilirlik ve geçerliğini artırır (Jang, 2003; Karataş, Köse ve Coştu, 2003).

Pilot çalışma öncesi 23 sorudan oluşan iki aşamalı bir test geliştirilmiştir. Hazırlanan soru köklerinin ve cevap şıklarının, ifade açıklığını ve bilimsel bilgilerle tutarlılığını kesinleştirme amacıyla alanında uzman 3 öğretim elemanının, dil bilgisi yönünden de 1 dil uzmanının görüşlerinden faydalanılarak test maddelerinde çeşitli düzenlemeler yapılmış ve ISBT'nin pilot uygulama süreçlerine geçilmiştir. Hazırlanan testin, alan uzmanlarının verdikleri dönütler ile yapılan düzeltmelerden sonra Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda 2. Sınıfta öğrenim gören 54 öğrenci ile pilot çalışması yapılmış ve öğrencilerin testte yer alan sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda madde analizi yapılmıştır.

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.

3. 4. 2. 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 uygulamalar sırasında kullanacakları 18 adet çalışma yaprağı hazırlanmıştır. Hazırlanan bu materyallerden 9 tanesi Tümdengelim laboratuvar yaklaşımı çerçevesinde İspat yöntemine yönelik, 9 tanesi ise Tümevarım laboratuvar yaklaşımı çerçevesinde TGA yöntemine yönelik öğrenme görevleri içerecek şekilde düzenlenmiştir. TGA Çalışma Kâğıtlarına etkinliklerin öğrencilerde ilgi ve merak uyandırmasına, kullanılabilirliğine yönelik düşüncelerinin ve anlamakta zorlandıkları konuların belirlenmesinde rehber olması amacıyla “Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.”, “Etkinliklerde ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığımız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız.” soruları eklenmiştir. Ayrıca uygulamalara yönelik 18 adet Araştırmacı Rehber Materyali hazırlanmıştır.

3. 4. 2. 1. Öğretim Materyallerinin Geliştirilme Süreci

1. İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Fen ve Teknoloji dersi Isı ve Sıcaklık konuları kazanımları ve Genel Fizik Laboratuvar III Dersinin içeriği incelenmiş ve materyal geliştirilmesi düşünülen alt konular belirlenerek kazanımlar oluşturulmuştur.
2. Konuyla ilgili çeşitli makaleler, tezler ve kitaplar incelenerek Tahmin-Gözlem-Açıklama ve İspat yöntemlerine yönelik materyallerin düzenlenmesine ilişkin bilimsel ve biçimsel fikirler alınmıştır.
3. 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.
4. Pilot uygulama süreçlerinde hazırlanan materyallerin aksayan yönlerini belirleyebilmek için uygulama sonrasında öğrencilerden alınan yansıtıcı yazılar ve araştırmacı tarafından alınan notlar kullanılmış ve bunlar dikkate alınarak materyallerde bazı düzenlemeler yapılmıştır.
5. Pilot uygulama sonrasında yapılan düzenlemelerle ilgili alanında uzman 2 öğretim elemanının görüşleri alınmış ve alınan görüşler doğrultusunda materyaller yeniden düzenlenmiştir.
6. Materyallerin asıl uygulamalarına geçilmiştir.

TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanan etkinlikler ve kazanımları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. TGA Yöntemine Dayalı Etkinlikler ve İlişkili Kazanımlar

Uygulama Süreci	TGA Yöntemi Etkinlikleri	Kazanımlar
1. Hafta	1. Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?	1.1. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.
2. Hafta	2. Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?	1.2. Her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğini belirtir.
	3. Kaynama Noktasını Neler Etkiler?	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	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?	4.1. Katı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar. 4.4. Enerji iletim hızına etki eden faktörleri açıklar.
	6. Sıvılarda Enerji İletimi	4.2. Sıvı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
	7. Gazlarda Enerji İletimi	4.3. Gaz maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
5. Hafta	8. Katı Maddelerde Isının Etkisi	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	6.1. Isı yalıtımını sağlamaya yönelik tasarımlar yapar.

İspat yöntemine dayalı olarak hazırlanan etkinlikler ve kazanımları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. İspat Yöntemine Dayalı Etkinlikler ve İlişkili Kazanımlar

Uygulama Süreci	İspat Yöntemi Etkinlikleri	Kazanımlar
1. Hafta	1. Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?	1.1. Isı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi açıklar.
2. Hafta	2. Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?	1.2. Her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğini belirtir.
	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. 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. Katıların Enerji İletimi	4.1. Katı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar. 4.4. Enerji iletim hızına etki eden faktörleri açıklar.
	6. Sıvıların Enerji İletimi	4.2. Sıvı maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
	7. Gazların Enerji İletimi	4.3. Gaz maddelerde enerji iletim yollarını açıklar.
5. Hafta	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. Isı Yalıtımı	6.1. Isı yalıtımını sağlamaya yönelik tasarımlar yapar.

3. 4. 2. 2. Pilot Uygulama Sonrasında Öğretim Materyallerinde Yapılan Düzenlemeler

1. “Kaynama Noktasına Etki Eden Faktörler” etkinliğinde kaynama sıcaklığının belirlenmesi hedeflenen yağın, kaynama noktası yüksek olduğundan öğrenciler için herhangi bir tehlike oluşturmaması amacıyla TGA ve İspat yöntemine göre hazırlanan materyallerde yer alan etkinlikte düzenleme yapılmış ve yağ yerine sütün kaynama noktasının belirlenmesi hedeflenmiştir.
2. “Farklı Katıların Isınma Isıları” etkinliğinde, pilot uygulama sürecinde alaşımların öz ısısı konusunun öğrencilerde kavram yanlışlarına sebep olduğu, sıcaklık değişimlerinin uygulama esnasında istenen aralıkta olmadığı gözlemlenmiştir. Materyalde yer alan etkinlikte düzenleme yapılmış ve alaşımların öz ısısı konusu etkinlikten çıkarılmıştır.
3. “Katı Maddelerde Isının Etkisi” etkinliğinde öğrencilerin tahminlerinin sorulduğu bölümde bazı tahmin sorularında yer alan malzemeler ile ilk defa karşılaştıkları fark edilmiş ve çalışma yapraklarında tahmin sorularının yanına etkinlikte kullanılan malzemelerle ilgili resimler eklenmiştir.
4. “Isının Korunması” etkinliğinin pilot uygulama sürecinde öğrencilerin havanın iyi bir ısı iletkeni olup olmadığı noktasında çelişkiler yaşadığı fark edilmiş ve materyale bu konu ile ilgili tahmin sorusu eklenmiştir.

3. 4. 3. Öğrenci Görüşleri

Asıl uygulama sonunda deney grubunda yer alan 22 öğrenciden TGA yöntemine dayalı yapılan laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleri “*TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirdiğimiz laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleriniz nelerdir?*” sorusu sorulup görüşleri yazılı olarak alınmıştır.

3. 5. Veri Toplama Süreci

Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin araştırıldığı bu araştırmanın deneysel çalışması 6 hafta pilot uygulama, 6 hafta asıl uygulama olmak üzere 12 hafta sürmüştür. Uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına ISBT ön test olarak uygulanmıştır.

Çalışmanın deney grubunda laboratuvar uygulamaları Tahmin-Gözlem-Açıklama yöntemine göre, kontrol grubunda ise İspat yöntemine göre araştırmacının kendisi

tarafından hazırlanmış ve yürütülmüştür. Laboratuvar uygulamaları öncesinde deney ve kontrol gruplarına Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBT) ön test 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.

- Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları süreci;
1. Her uygulama dersinin başında öğrencilere, yapacakları etkinliğe ait öğrenme görevlerini içeren TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılmıştır.
 2. Öğrencilerden yapacakları etkinlikle ilgili çalışma yapraklarında yer alan tahmin sorularını cevaplamaları, tahminlerini gerekçeleriyle birlikte çalışma yapraklarına kaydetmeleri ve tahminlerini yazarken birbirleriyle iletişim kurmamaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin tahminlerini gerekçeleri ile birlikte yazmış olmalarına dikkat edilmiştir. Öğrenciler, kendi ön bilgilerini, eksik ve yanlış öğrenmelerini görmeleri adına tahmin ve gerekçelerini yazarken samimi ve gerçekçi olmaları konusunda cesaretlendirilmiştir.
 3. Öğrencilerin tahmin aşamasını bitirmiş olduklarından emin olunduktan sonra öğrencilerden çalışma yapraklarında yer alan deneyi yapmaları ve deneyde gerçekleşen olayları dikkatlice gözlemleyip gözlemlerini çalışma yapraklarının ilgili kısımlarına kaydetmeleri istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin grup arkadaşlarından etkilenip gözlemlerini değiştirmemeleri adına gözlemlerini bireysel olarak ve gözlem anında yazıyor olmalarına dikkat edilmiştir.
 4. Öğrencilerin gözlem aşamasını bitirmiş ve gözlemlerini çalışma yapraklarına kaydetmiş olduklarından emin olunduktan sonra tahminlerini göz önüne alarak deneyin sonuçlarını değerlendirmeleri, tahminleri ve gözlemleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları açıklamaları beklenmiştir. Bu aşamada öğrenciler tahminlerini ve gözlemlerini rahatça ifade edebilmeleri adına cesaretlendirilmiş, öğrencilerin tahmin ettikleri ile gözlemledikleri arasındaki çelişkileri ortadan kaldırarak doğru açıklamalara ulaşmış olmalarına dikkat edilmiştir. Konu ile ilgili açıklamalar öğrencilere araştırmacı tarafından doğrudan verilmemiş, öğrencilerin doğru açıklamalara ulaşabilmesi için fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri, aktif ve tartışmaya açık ortam oluşturulmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin tahmin ve gözlemleri arasındaki çelişkileri giderme noktasında zorlandıkları durumlarda doğru açıklamalara ulaşmaları için araştırmacı tarafından ipuçları verilmiştir.

5. Öğrencilerin doğru açıklamalara ulaştıklarına ve tahminleri ile gözlemleri arasındaki farkları ortadan kaldırdıklarına emin olununcaya kadar açıklama aşaması sürdürülmüştür.
6. Öğrencilerden açıklamalarını çalışma yapraklarının ilgili kısımlarına kaydetmeleri istenmiş ve etkinliklerle ilgili çalışma yapraklarının sonunda yer alan soruları (etkinlik sonunda neler öğrendikleri, nelerin ilgilerini çektiği ve anlamakta zorlandıkları kısımları) cevaplamaları gerektiği söylenmiştir.
7. Öğrencilerin çalışma yapraklarında yer alan TGA görevlerini yerine getirdiklerinden emin olunduktan sonra ders bitirilmiş ve çalışma yaprakları öğrencilerden toplanmıştır.

İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları süreci;

1. Her uygulama dersinin başında öğrencilere, yapacakları etkinliğe ait İspat yöntemine dayalı hazırlanmış çalışma yaprakları dağıtılmıştır.
2. Çalışma yaprakları dağıtıldıktan sonra düz anlatım, soru-cevap ve sınıf içi tartışma yöntemleri kullanılarak öğrencilerin yapacakları deneyler ve deneyde gerçekleşen olaylar hakkında bilgi verilmiştir.
3. Deneye başlamadan önce malzemeler tanıtılmış, deneyin nasıl yapılacağı tarif edilmiş, öğrencilere deney sonucunda ne bulacakları hakkında bilgi verilmiştir.
4. Deneyin yapılışı ve deney sonucunda ne bulacakları bilgisi verildikten sonra öğrencilerden öğrendikleri bilgileri çalışma yapraklarında yer alan deneyi yaparak ispat etmeleri istenmiştir.
5. Öğrencilerden deneyi yapıktan sonra çalışma yapraklarında yer alan soruları bireysel olarak cevaplamaları söylenmiştir.
6. Öğrencilerin çalışma yapraklarında yer alan soruları cevaplandırırdıklarından emin olunduktan sonra ders bitirilmiş ve çalışma yaprakları öğrencilerden toplanmıştır.

Her iki grupta da laboratuvar uygulamaları tamamlandıktan sonra deney grubu öğrencilerinden derste uygulanan öğretim yöntemi ve materyaller hakkında görüşleri yazılı olarak alınmıştır. ISBT son test olarak uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından 6 hafta sonra her iki gruba da ISBT kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır.

3. 6. Verilerin Analizi

Bu bölümde çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının analizlerinin nasıl yapılacağı ile ilgili bilgiler sunulmuştur

3. 6. 1. Isı ve Sıcaklık Başarı Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

İlk aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması açık uçlu bir yapıda olan ve ikinci aşamasında öğrencilerden “Çünkü...” veya “Sebebini açıklayınız...” şeklinde gerekçe isteyen iki aşamalı testlerin analizleri tek aşamalı test tiplerine göre biraz daha farklıdır. Öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplar için sundukları gerekçelerle anlama düzeylerini ortaya koymaya çalışan iki aşamalı testlerin gerekçe kısımlarının da analizi sağlıklı bir değerlendirmenin yapılması için önemlidir (Karataş ve diğ., 2003).

Bu araştırmada kullanılan ISBT, Coştu (2002), Çalık (2005), İpek Akbulut (2013), Karataş (2003) 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)'nun açık uçlu sorulara verilen cevapların sınıflandırmasına benzer bir şekilde, Doğru Neden (DN), Kısmen Doğru Neden (KDN), Kavram Yanılgılı Neden (KYN), Yanlış Neden (YN), İlişkisiz 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, 2001). Bağımsız iki gözlemcinin yaptığı sınıflandırmaların tutarlılığına bakılmıştır.

Tutarlılık yüzdesi;

P: Tutarlılık yüzdesi

Na: İki formda aynı şekilde kodlanan madde sayısı

Nt. Bir formdaki toplam madde sayısı

$P = Na * 100 / Nt$ formülünden faydalanılarak hesaplanmıştır (Çepni, 2012).

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 ikinci aşamasının analizinde kullanılan kategoriler, kategorilerin puanları ve içerikleri Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. ISBT'nin İkinci Aşamasının Analizinde Kullanılan Kategoriler, Puanları ve İçerikleri

Anlama Düzeyi / Kısaltma	Puan	İçeriği
Doğru Neden/ (DN)	10	Geçerliliği olan nedenin bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen Doğru Neden/ (KDN)	8	Geçerli gerekçenin bütün yönlerini içermeyen, bazı yönlerini içeren cevaplar
Kavram Yanılgılı Neden/ (KYN)	3	Açıklamalarda kısmen doğru açıklamalarla birlikte kavram yanılgısı içeren ifadeler
Yanlış Neden/ (YN)	2	Doğru olmayan bilgiler içeren ifadeler
İlişkisiz Neden/ Boş (B)	0	İlgisiz, soruyla ilgisi anlaşılamayan cevap verme

ISBT'nin analizinde kullanılan 11 kategori, kategorilerin kısaltmaları ve puanları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. 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- İlişkisiz/ Boş	YS- B	1
Boş- İlişkisiz/ Boş	B- B	0

DS-YN, YS-DN ve YS-KDN kategorileri DS-B kategorisine göre daha ön sıradadır. Çünkü öğrencinin sadece seçenek işaretlemesi yerine ISBT'nin birinci aşamasındaki seçeneği işaretleme gerekçesini doğru ya da kısmen doğru olarak ifade etmesi daha önemli görülmektedir. ISBT'nin analizinde kullanılan 11 kategorinin puanları ISBT'nin birinci ve ikinci aşamasından elde edilen puanların toplanması ile elde edilmiştir.

1. Araştırmadan elde edilen veriler SPSS paket istatistik programı (Statistical Package for the Social Sciences) ile analiz edilmiştir.
2. 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

kalicılık testlerinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı non-parametrik testlerden Mann-Whitney U testi yapılarak karşılaştırılmıştır.

3. 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-kalicılık testi ve ön test-kalicılık testi puanları bazında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla non-parametrik testlerden Wilcoxon İşaretili Sıralar testi yapılmıştır.

3. 6. 2. TGA Çalışma Yapraklarının Analizi

TGA çalışma yapraklarının analizinde, öğrencilerin tahminlerinin gerekçeleri ve açıklamalarının değerlendirilmesi amacıyla Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek (1992) tarafından belirlenen anlama düzeyleri kategorileri kullanılmıştır. TGA yöntemine dayalı hazırlanan çalışma yapraklarının analizinde deney öncesinde öğrencilerin tahminlerini desteklemek için öne sürdükleri gerekçelerin anlamlılık ve doğruluk düzeyleri için; Doğru Gerekçe (DG), Kavram Yanılgılı Gerekçe (KYG), Yanlış Gerekçe (YG), Boş (B), deney sonunda açıklamalarını anlamlı ve doğru bilgiler çerçevesinde ifade etme düzeyleri için ise; Doğru Açıklama (DA), Kısmen Doğru Açıklama (KDA), Kavram Yanılgılı Açıklama (KYA), Yanlış Açıklama (YA) ve Boş (B) şeklinde kategoriler kullanılmıştır.

TGA çalışma yapraklarının analizinde kullanılan kategoriler Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. TGA Çalışma Yapraklarının Analizinde Kullanılan Kategoriler

TGA Çalışma yapraklarının Analizinde Kullanılan Kategoriler
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama
Boş - Doğru Açıklama
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama
Boş - Kısmen Doğru Açıklama
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama

Tablo 9'un devamı

Boş - Yanlış Açıklama
Doğru Gerekçe- Boş
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş
Yanlış Gerekçe- Boş
Boş / Boş

TGA çalışma yapraklarının analizinde ilk olarak öğrencilerin çalışma yapraklarında yer alan sorulara verdikleri cevaplar yukarıda verilen kategorilere göre sınıflandırılmış, her bir kategoride yer alan öğrenci cevaplarının frekansları belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur. Verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla çalışma yaprakları analiz edildikten yaklaşık bir ay sonra tekrar analiz edilmiş iki farklı zaman diliminde analiz edilen kategorilerin tutarlılığına bakılmıştır.

Tutarlılık yüzdesi;

P: Tutarlılık yüzdesi

Na: İki formda aynı şekilde kodlanan madde sayısı

Nt. Bir formdaki toplam madde sayısı

$P = \frac{Na \cdot 100}{Nt}$ formülünden faydalanılarak hesaplanmıştır (Çepni, 2012).

İki farklı zaman dilimindeki sınıflandırmadan elde edilen verilerin puanlamalarının tutarlılık oranları %84 olarak hesaplanmıştır. Bu durum farklı zamanlarda yapılan puanlamalar arasında tutarlılık olduğunu, çalışma yapraklarının analizinin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin her bir etkinlik için tahmin sorularına verdikleri cevaplar ve deney sonunda yaptıkları açıklamalar arasındaki ilişki incelenmiş, her bir kategori içerisinde yer alan öğrenci cevapları belirlenmiştir. Öğrencilerin cevapları, çalışma yapraklarında yer alan yansıtıcı yazılarla birlikte ele alınarak incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin tahminlerinin gerekçeleri ve açıklamaları arasındaki ilişki ile ISBT'nde vermiş oldukları cevaplar arasındaki ilişki irdelenmiştir.

3. 6. 3. Öğrenci Görüşlerinin Analizi

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin uygulamalar hakkındaki görüşleri kategorilendirilerek içerik analizi yapılmıştır. Her bir kategori içerisinde yer alan olumlu ve olumsuz öğrenci görüşlerinin yer aldığı tablo oluşturulmuştur.

4. BULGULAR

Bu bölümde, TGA ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin karşılaştırılması amacıyla uygulanan Isı ve Sıcaklık Başarı Testi (ISBT), TGA yönteminin deney grubu öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisinin incelendiği TGA yöntemine dayalı olarak geliştirilen çalışma yapılarının ve TGA yöntemine dayalı uygulamalar hakkında öğrenci görüşlerinin analizinden elde edilen veriler yer almaktadır.

4. 1. ISBT’nden Elde Edilen Genel Bulgular

Bu bölümde deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan ISBT’nden elde edilen verilerin istatistiksel olarak analizleri sonucunda elde edilen bulgular tablolar halinde verilecektir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan ISBT’nden elde edilen veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir.

Bu aşamada deney grubu öğrencileri, D1, D2, D3, D5, ..., D12, D14, ..., D24, kontrol grubu öğrencileri K1, K2, K3, ..., K18, K20, K22, K23, K24 şeklinde kodlanmıştır. Örneğin, D1, deney grubunda yer alan 1 kodlu öğrenciyi, K1 kontrol grubunda yer alan 1 kodlu öğrenciyi simgelemektedir. 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 10’da verilmiştir.

Tablo 10. 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 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 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 12'de verilmiştir.

Tablo 12. 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.

Genel olarak Mann Whitney U testi istatistiksel analiz sonuçları, deney ve kontrol gruplarının 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 13'te verilmiştir.

Tablo 13. 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 toplamlarına 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 14'te verilmiştir.

Tablo 14. 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 toplamlarına 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 15'te verilmiştir.

Tablo 15. 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 toplamlarına bakıldığında deney grubunun ön test ve kalıcılık testi puanları arasındaki

anlamli farklilikin kalicilik testi puanlari lehinde olduğu gorulmektedir. Deney grubunun kalicilik testi puanlari, on test puanlarindan daha yuksektir.

Kontrol grubunun ISBT on test ve son test puanlarinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. 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		
Pozitif Sıra	22	11,50	253,00	-4,107*	0,000
Eşit	0				

*Negatif sıralar temelinde

Analiz sonuçlarına göre, İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubunun ISBT on 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 on test ve son test puanları arasındaki anlamlı farklılığın son test puanları lehinde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun son test puanları, on test puanlarından daha yüksektir.

Kontrol grubunun ISBT son test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. 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		
Pozitif Sıra	0	0	0	-4,108*	0,000
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 on test ve kalıcılık testi puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile karşılaştırılması Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Kontrol Grubunun ISBT Ön Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi ile Analiz Sonuçları

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

4. 2. ISBT'nin Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgular

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin ISBT'nde yer alan her bir soruya uygulama öncesi ön test, uygulama sonrası son test ve kalıcılık testlerinde verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, kategorilere göre öğrenci dağılımlarının frekans ve yüzdelik halinde gösterildiği tablolar oluşturulmuştur. Her öğrencinin ön test, son test ve kalıcılık testinin her sorusundan aldıkları puanların yer aldığı grafikler verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testlerinde verdikleri cevaplardan örnekler sunulmuştur. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından örnekler sunulurken öğrencilerin cevaplarında sıkça karşılaşılan kavram yanlış ve yanlış ifadeleri seçilmiştir. Her bir soru için deney ve kontrol grubu öğrencilerinin doğru seçeneği işaretleyip doğru açıklama yaptıkları örnekler de sunulmuştur.

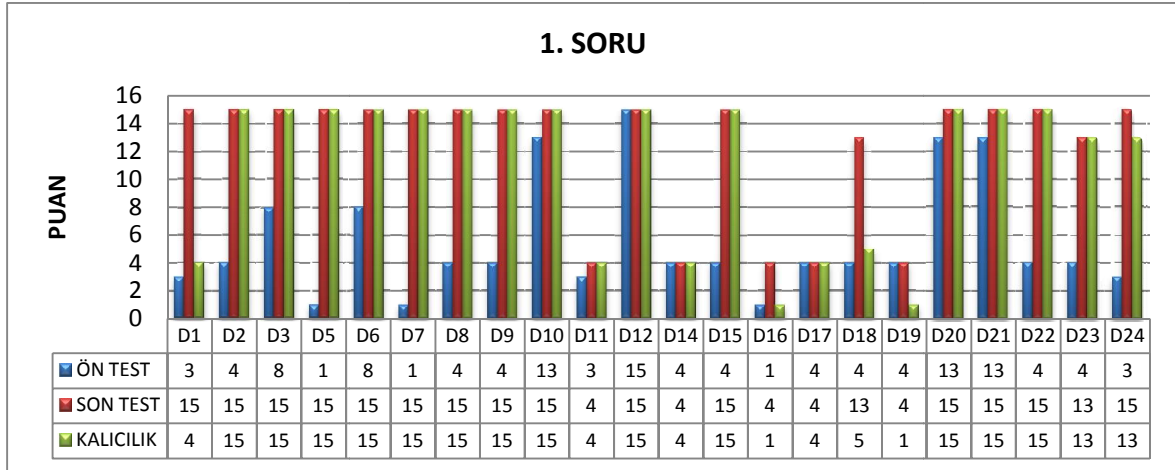
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 1. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. ISBT'nin 1. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

1. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	1	4,55	15	68,18	13	59,09	3	13,64	15	68,18	13	59,09
DS - KDN	3	13,64	2	9,09	2	9,09	1	4,55	2	9,09	3	13,64
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	1	4,55
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09	1	4,55	0	0,00
YS - KYN	10	45,45	5	22,73	1	4,55	7	31,82	4	18,18	1	4,55
YS - YN	2	9,09	0	0,00	4	18,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - B	4	18,18	0	0,00	2	9,09	5	22,73	0	0,00	3	13,64
B - B	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	0	0,00

Tablo 19'da yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %45,45'i YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %22,73'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %59,09'unun DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %18,18'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %59,09'unun DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 1'de 1. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 1. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 1. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 1 incelendiğinde D5 ve D7 kodlu öğrencilerin ön testin 1. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 1. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. D2 kodlu öğrenci ön testin 1. sorusundan 4 puan, son testin ve kalıcılık testinin 1. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-KYN, uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D8 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna vermiş olduğu YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 2'de sunulmuştur.

1. Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

a) Isı, maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.

b) Sıcaklık, maddenin toplam potansiyel enerjisidir.

c) Isı, sıcaklıkları farklı iki madde arasında gerçekleşen enerji alışverişidir.

d) Isı, maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır.

e) Sıcaklık, sıcaklıkları farklı iki madde arasında sıcak cisimden soğuk cisme akan bir büyüklüktür.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

İkisninde bir enerji aesiidi olduğun ısınn → potansiyel enerji
sıcaklığın → kinetik enerji olduğun
bilmediğim için.

Şekil 2. D8 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna verdiği cevap

D8 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 3'te sunulmuştur.

1. Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

a) Isı, maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.
b) Sıcaklık, maddenin toplam potansiyel enerjisidir.
c) Isı, sıcaklıkları farklı iki madde arasında gerçekleşen enerji alışverişidir.
d) Isı, maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır.
e) Sıcaklık, sıcaklıkları farklı iki madde arasında sıcak cisimden soğuk cisme akan bir büyüklüktür.

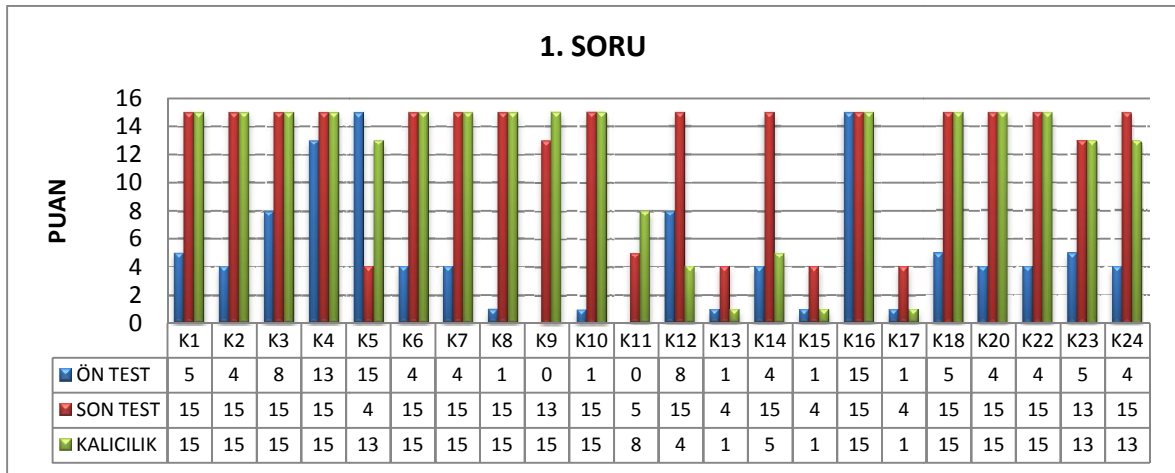
Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Isı, sıcaklıkları farklı maddelerin aldıkları veya verdikleri enerji transferidir.
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
 $Q_{alınan} = Q_{verilen}$

Sıcaklığı yüksek olan, düşük olan enerji verene düşük olan yüksek olan enerji alır.

Şekil 3. D8 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna verdiği cevap

Şekil 4'te 1. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 4. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 1. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 3 incelendiğinde K8 kodlu öğrencinin ön testin 1. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 1. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K5 kodlu öğrenci ön testin 1. sorusundan 15 puan, son testin 1. sorusundan 4 puan, kalıcılık testinin 1. sorusundan 13 puan aldığı şekilde görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-DN kategorisinde yer alırken, uygulama sonrası son testte YS-KYN, kalıcılık testinde DS-KDN kategorisinde yer almıştır.

K24 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna vermiş olduğu YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı cevap şekil 5'te sunulmuştur.

1. Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

a) Isı, maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.
b) Sıcaklık, maddenin toplam potansiyel enerjisidir.
c) Isı, sıcaklıkları farklı iki madde arasında gerçekleşen enerji alışverişidir.
d) Isı, maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır.
e) Sıcaklık, sıcaklıkları farklı iki madde arasında sıcak cisimden soğuk cisme akan bir büyüklüktür.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Günkü maddenin sıcaklıkla potansiyel enerjisi arttığından demek ki sıcaklığın bir potansiyel enerjisi vardır.

Şekil 5. K24 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ön testin 1. sorusuna verdiği cevap

K24 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı şekil 6'da sunulmuştur.

1. Isı ve sıcaklık ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

a) Isı, maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.
b) Sıcaklık, maddenin toplam potansiyel enerjisidir.
c) Isı, sıcaklıkları farklı iki madde arasında gerçekleşen enerji alışverişidir.
d) Isı, maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır.
e) Sıcaklık, sıcaklıkları farklı iki madde arasında sıcak cisimden soğuk cisme akan bir büyüklüktür.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Isı → sıcaklıkları farklı iki maddenin birbirine alıp verdikleri enerji akısıdır.

Şekil 6. K24 kodlu öğrencinin uygulama sonrası son testin 1. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 2. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20. ISBT'nin 2. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

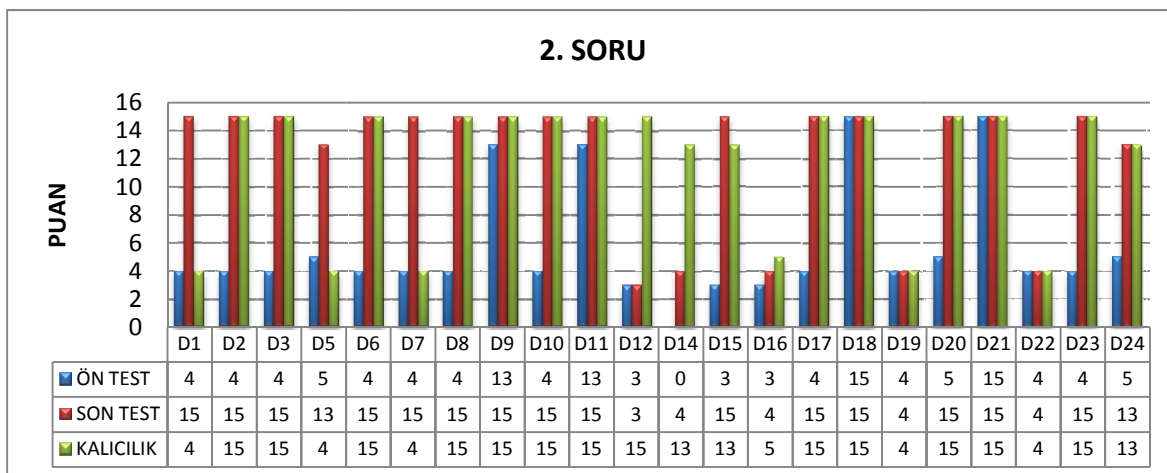
2. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	2	9,09	15	68,18	13	59,09	2	9,09	15	68,18	6	27,27
DS - KDN	2	9,09	2	9,09	3	13,64	0	0,00	2	9,09	0	0,00
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	3	13,64	0	0,00	1	4,55	4	18,18	0	0,00	2	9,09
YS - KYN	12	54,55	5	22,73	5	22,73	10	45,45	5	22,73	9	40,91

Tablo 20'nin devamı

YS - YN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - B	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	22,73	0	0,00	3	13,64
B - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Tablo 20'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'i YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %22,73'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %59,09'unun DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %45,45'i YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %22,73'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %40,91'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 7'de 2. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 7. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 2. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 7 incelendiğinde D2, D3, D8, D10, D17 ve D23 kodlu öğrencilerin ön testin 2. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 2. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D3 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna vermiş olduğu YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 8'de sunulmuştur.

2. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci masada bulunan beherdeki suyun içerisine bir termometre yerleştiriyor. Bu öğrenci termometreyi gözlemlediğinde termometredeki değerin 18 °C'yi gösterdiğini gözlemlemiştir.
Termometredeki bu değer neyi ifade etmektedir? *Sıc.*

a) Su moleküllerindeki toplam enerji miktarını
b) Bir bardak sudaki su moleküllerinin ortalama kinetik enerjilerinin toplamını ✓
c) Bir su molekülünün potansiyel enerjisini
d) Sudaki taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsünü
e) Su moleküllerinin toplam potansiyel enerjisini

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Sıcaklık, moleküllerin kinetik enerjisinin toplamıyla ilgilidir.

Şekil 8. D3 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna verdiği cevap

D3 kodlu öğrencinin son testin 2. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 9'da sunulmuştur.

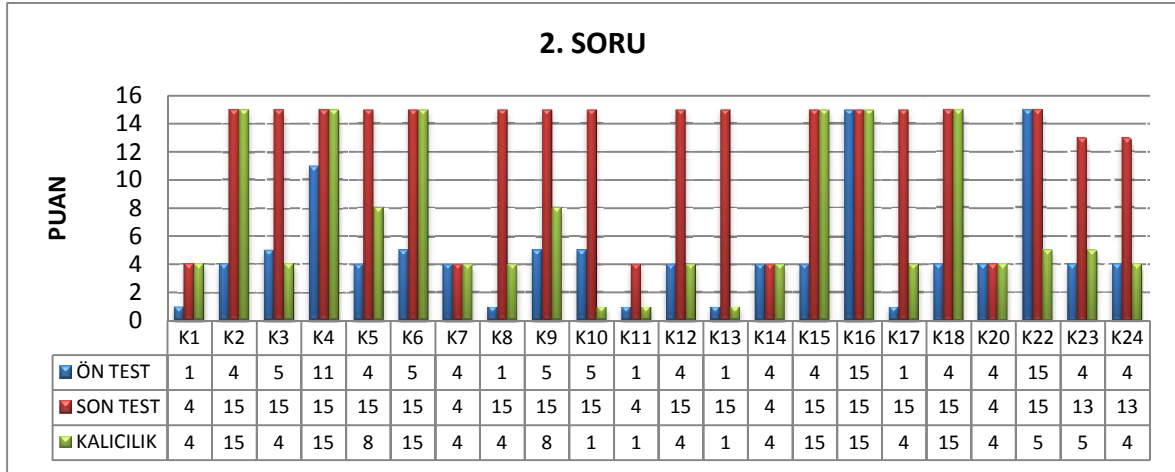
2. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci masada bulunan beherdeki suyun içerisine bir termometre yerleştiriyor. Bu öğrenci termometreyi gözlemlediğinde termometredeki değerin 18 °C'yi gösterdiğini gözlemlemiştir.
Termometredeki bu değer neyi ifade etmektedir?

a) Su moleküllerindeki toplam enerji miktarını
b) Bir bardak sudaki su moleküllerinin ortalama kinetik enerjilerinin toplamını
c) Bir su molekülünün potansiyel enerjisini
d) Sudaki taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsünü ✓
e) Su moleküllerinin toplam potansiyel enerjisini

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Çünkü termometrede ölçülen şey sıcaklıktır. Sıcaklık bir maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsü olduğundan.

Şekil 9. D3 kodlu öğrencinin son testin 2. sorusuna verdiği cevap

Şekil 10'da 2. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 10. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 2. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 10 incelendiğinde K2, K15 ve K18 kodlu öğrencilerin ön testin 2. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 2. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K7, K14 ve K20 kodlu öğrencilerin ön testin son testin ve kalıcılık testinin 2. sorusundan 4 puan aldığı şekilde görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-KYN kategorisinde yer almıştır.

K15 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna vermiş olduğu YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 11'de sunulmuştur.

2. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci masada bulunan beherdeki suyun içerisine bir termometre yerleştiriyor. Bu öğrenci termometreyi gözlemlediğinde termometredeki değerin 18°C 'yi gösterdiğini gözlemlemiştir. Termometredeki bu değer neyi ifade etmektedir?

a) Su moleküllerindeki toplam enerji miktarını
 b) Bir bardak sudaki su moleküllerinin ortalama kinetik enerjilerinin toplamını
 c) Bir su molekülünün potansiyel enerjisini
 d) Sudaki taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsünü
 e) Su moleküllerinin toplam potansiyel enerjisini

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

*Sıcaklık ölçülmez 151 miktarı ölçülür.
 151°C derece olarak ifade edilir.*

Şekil 11. K15 kodlu öğrencinin ön testin 2. sorusuna verdiği cevap

K15 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 2. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 12'de sunulmuştur.

6. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci masada bulunan beherdeki suyun içerisine bir termometre yerleştiriyor. Bu öğrenci termometreyi gözlemlediğinde termometredeki değeri 18°C 'yi gösterdiğini gözlemlemiştir. Termometredeki bu değeri neyi ifade etmektedir?

a) Su moleküllerindeki toplam enerji miktarını ✓ *sıcaklık*
b) Bir bardak sudaki su moleküllerinin ortalama kinetik enerjilerinin toplamını *ısı ile sıcaklık bir birine karıştırılmamalı*
c) Bir su molekülünün potansiyel enerjisini
d) Sudaki taneçiklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsünü
e) Su moleküllerinin toplam potansiyel enerjisini

Bu şıkkı seçmemin nedeni:
Termometrede öğrendi beher içerisindeki suyun sıcaklık değerini ölçmektedir.
Isı kalorimetre kabı ile ölçülür (joule, kalori dir.)
Sıcaklık termometre ile ölçülür, birimi ($^{\circ}\text{C}$, K, F) dir.

Şekil 12. K15 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 2. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 3. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 21'de sunulmuştur.

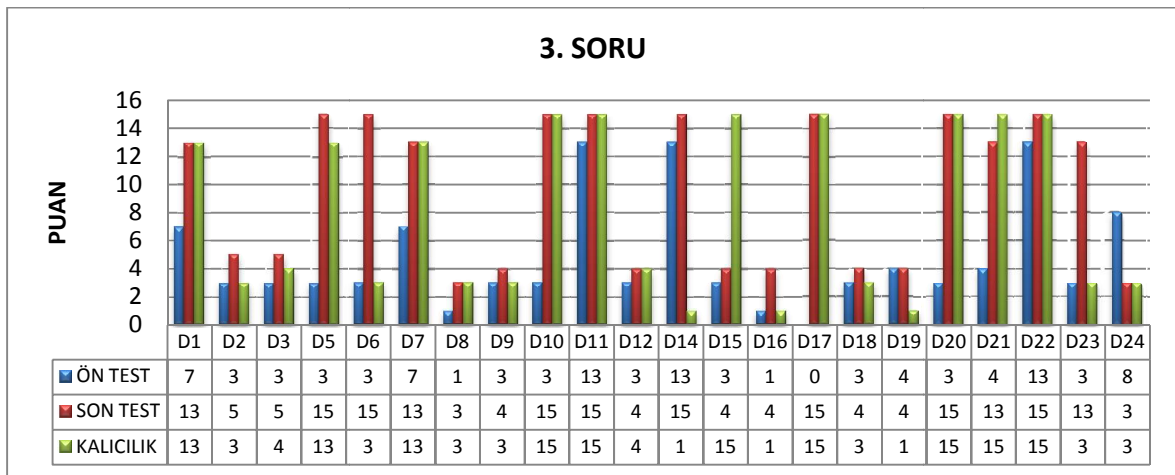
Tablo 21. ISBT'nin 3. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

3. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	9	40,91	7	31,82	0	0,00	7	31,82	4	18,18
DS - KDN	3	13,64	4	18,18	5	22,73	3	13,64	3	13,64	2	9,09
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	0	0,00	2	9,09	0	0,00	2	9,09	2	9,09	4	18,18
YS - KYN	2	9,09	6	27,27	3	13,64	2	9,09	3	13,64	4	18,18
YS - YN	12	54,55	2	9,09	6	27,27	5	22,73	6	27,27	5	22,73
YS - B	1	4,55	0	0,00	2	9,09	8	36,36	0	0,00	3	13,64
B - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00

Tablo 21'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %40,91'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %27,27'ye düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin

cevaplarının %22,73'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %27,27'ye çıkmış ve öğrencilerin cevaplarının %31,82'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,8'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 13'te 3. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 13. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 3. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 13 incelendiğinde D17 kodlu öğrencinin ön testin 3. sorusundan 0 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 3. sorusundan 15 puan aldığı, D24 kodlu öğrencinin ön testin 3. sorusundan 8 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 3. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D17 öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D24 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-KYN kategorisinde yer alırken, uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D17 kodlu öğrencinin son testin 3. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 14'te sunulmuştur.

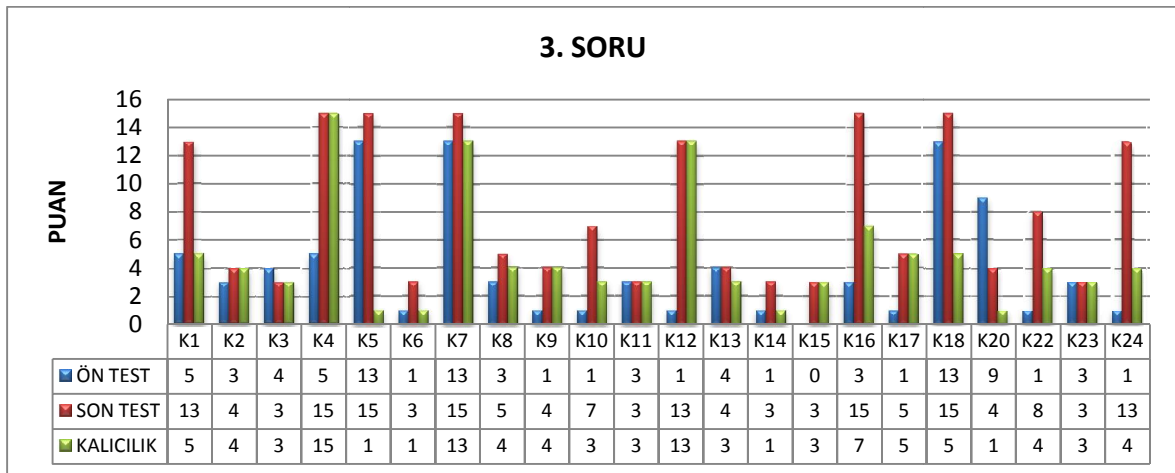
7. Uzun süre laboratuvar ortamında büyük beher içerisinde bekletilmiş suyun, küçük bir kısmı küçük beherde boşaltılıyor. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur?

a) Büyük beherdeki suyun eritebileceği buz miktarı, küçük beherdeki suyun eritebileceğinden daha fazladır.
b) Büyük beherde bulunan su taneceklerinin ortalama enerjisi, küçük beherde bulunan su taneceklerinin ortalama enerjisinden yüksektir.
c) Büyük beherdeki suyun sıcaklığı, küçük beherdeki suyun sıcaklığından daha yüksektir.
d) Büyük beherdeki ve küçük beherdeki su, özdeş ısıtıcılarla ısıtıldığında büyük beherdeki su daha çabuk kaynar.
e) Büyük beherdeki suyun kaynama sıcaklığı, küçük beherdeki suyun kaynama sıcaklığından daha yüksektir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni:
Büyük beherdeki suyun enerjisi daha fazla fazla olduğu için küçük beherdeki sudan daha fazla buz eritebilir. Enerjisi bunu eritmek için kullanabilir.

Şekil 14. D17 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 3. sorusuna verdiği cevap

Şekil 15'te 3. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 15. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 3. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 15 incelendiğinde K11 ve K23 kodlu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testlerinin 3. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında değişmemiş ve YS-KYN kategorisinde yer almıştır. K20 kodlu öğrencinin ön testin 3. sorusundan 9, son testin 3. sorusundan 4 ve kalıcılık testinin 3. sorusundan 1 puan aldığı şekilde görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-KDN, uygulama sonrasında son testte YS-KYN ve kalıcılık testinde YS-B kategorisinde yer almıştır. K4 kodlu öğrencinin ön testin 3. sorusundan 5, son test ve kalıcılık testinin 3. sorusundan 15 puan aldığı şekilde görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-YN iken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

K4 kodlu öğrencinin son testin 3. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 16'da sunulmuştur.

7. Uzun süre laboratuvar ortamında büyük beher içerisinde bekletilmiş suyun, kaçuk bir kısmı küçük behere boşaltılıyor. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur?

a) Büyük beherdeki suyun eritebileceği buz miktarı, küçük beherdeki suyun eritebileceğinden daha fazladır.
b) Büyük beherde bulunan su taneciklerinin ortalama enerjisi, küçük beherde bulunan su taneciklerinin ortalama enerjisinden yüksektir.
c) Büyük beherdeki suyun sıcaklığı, küçük beherdeki suyun sıcaklığından daha yüksektir.
d) Büyük beherdeki ve küçük beherdeki su, özdeş ısıtıcılarla ısıtıldığında büyük beherdeki su daha çabuk kaynar.
e) Büyük beherdeki suyun kaynama sıcaklığı, küçük beherdeki suyun kaynama sıcaklığından daha yüksektir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni:

Büyük beherde daha çok su bulunur ve daha çok tanecik demektir bu çok tanecik fazla miktarda buz ile etkileşime girmesini sağlar bu yüzden büyük beherdeki suyun eritebileceği su küçük beherdeki suya göre daha fazladır. Enerjisi daha fazladır küçük beherdeki suya göre.

Şekil 16. K4 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 3. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 4. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 22'de sunulmuştur.

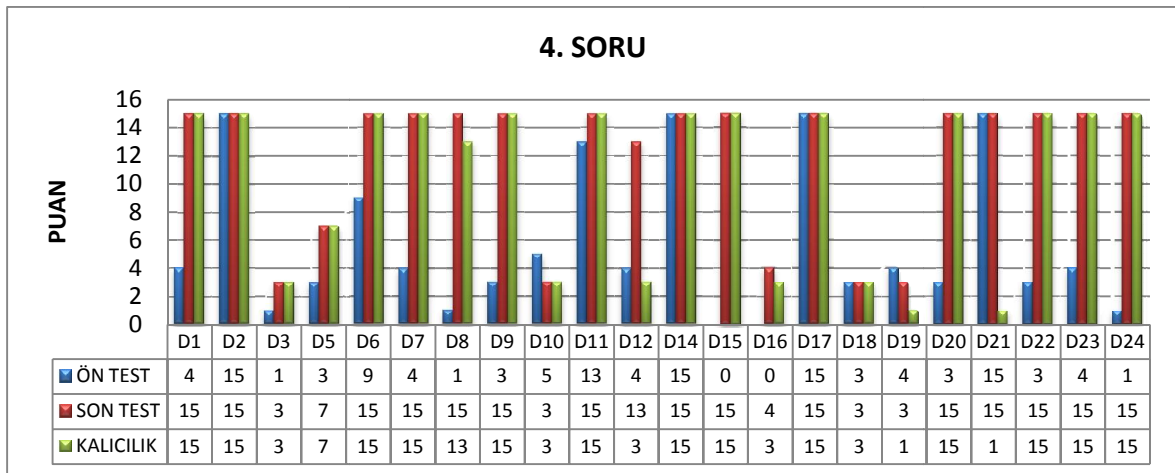
Tablo 22. ISBT'nin 4. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

4. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	4	18,18	15	68,18	13	59,09	2	9,09	11	50,00	9	40,91
DS - KDN	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00	1	4,55	1	4,55
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	1	4,55	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00
DS - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	3	13,64	1	4,55	1	4,55
YS - KYN	5	22,73	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - YN	5	22,73	4	18,18	5	22,73	6	27,27	6	27,27	5	22,73
YS - B	3	13,64	0	0,00	2	9,09	10	45,45	1	4,55	6	27,27
B - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00

Tablo 22'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %22,73'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %8,18'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %59,09'unun DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'te kaldığı görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının

%45,45'i YS-B kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %4,55'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-B kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %27,27'ye düştüğü görülmüştür.

Şekil 17'de 4. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 17. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 4. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 17 incelendiğinde D8 ve D24 kodlu öğrencilerin ön testin 4. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 4. sorusundan 15 puan aldığı, D2, D14 ve D17 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 4. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D8 ve D24 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D2, D14, D17 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D2 kodlu öğrencinin son testin 4. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 18'de sunulmuştur.

5. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci başlangıçta katı halde bulunan x maddesini ısıtıyor ve x maddesinin zamana göre sıcaklık değişimini termometre yardımıyla ölçüp değerleri aşağıdaki tabloya kaydetmiştir.

Zaman (dk)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sıcaklık (°C)	12	14	16	16	16	19	23	23	23	28

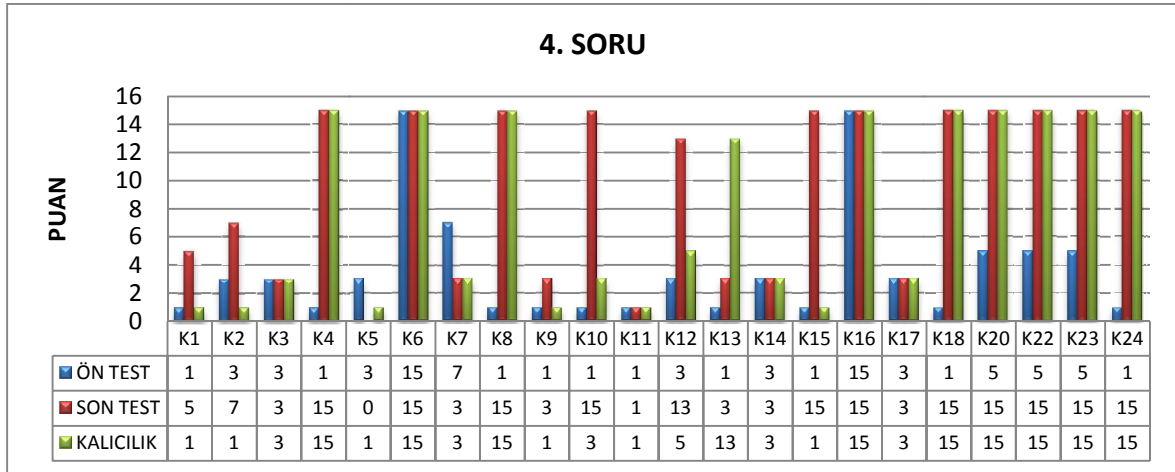
Buna göre öğrencinin ısıttığı bu X maddesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

a) X maddesi ısı almıştır. ✓
b) X maddesi, sıcaklığı 17 °C iken sıvı haldedir. ✓
c) X maddesi üç defa hal değiştirmiştir. ✓
d) X maddesi 9. dakikada gaz haldedir. ✓
e) X maddesinin sıcaklığı artmıştır. ✓

Bu şıkta seçmemin nedeni;
X maddesine ısı veriyorsun ısı alan maddenin hareketi artar. Böylece sıcaklık artar. 2,3,4 dk sıcaklık arttırılır. Çünkü ısı önce katı halde iken sıvı haldedir. Sıcaklığı arttırılmaz. 6,7,8 dk sıcaklık sabittir. Yani 2 defa hal değişimine geçmiştir.

Şekil 18. D2 kodlu öğrencinin son testin 4. sorusuna verdiği cevap

Şekil 19'da 4. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 19. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 4. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 19 incelendiğinde K4, K18 ve K24 kodlu öğrencilerin ön testin 4. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 4. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K3 ve K14 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 4. sorusundan 3 puan aldığı şekilde görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K24 kodlu öğrencinin son testin 4. sorusuna vermiş olduğu DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 20'de sunulmuştur.

5. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci başlangıçta katı halde bulunan x maddesini ısıtıyor ve x maddesinin zamana göre sıcaklık değişimini termometre yardımıyla ölçüp değerleri aşağıdaki tabloya kaydetmiştir.

Zaman (dk)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sıcaklık (°C)	12	14	16	16	16	19	23	23	23	28

Buna göre öğrencinin ısıttığı bu X maddesi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

a) X maddesi ısı almıştır.
b) X maddesi, sıcaklığı 17 °C iken sıvı halindedir.
c) X maddesi üç defa hal değiştirmiştir.
d) X maddesi 9. dakikada gaz halindedir.
e) X maddesinin sıcaklığı artmıştır.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
iki defa sic. sabit kalmış yani iki defa hal değişimi olmuştur.

Şekil 20. K24 kodlu öğrencinin son testin 4. Sorusuna vermiş olduğu cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 5. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 23'te sunulmuştur.

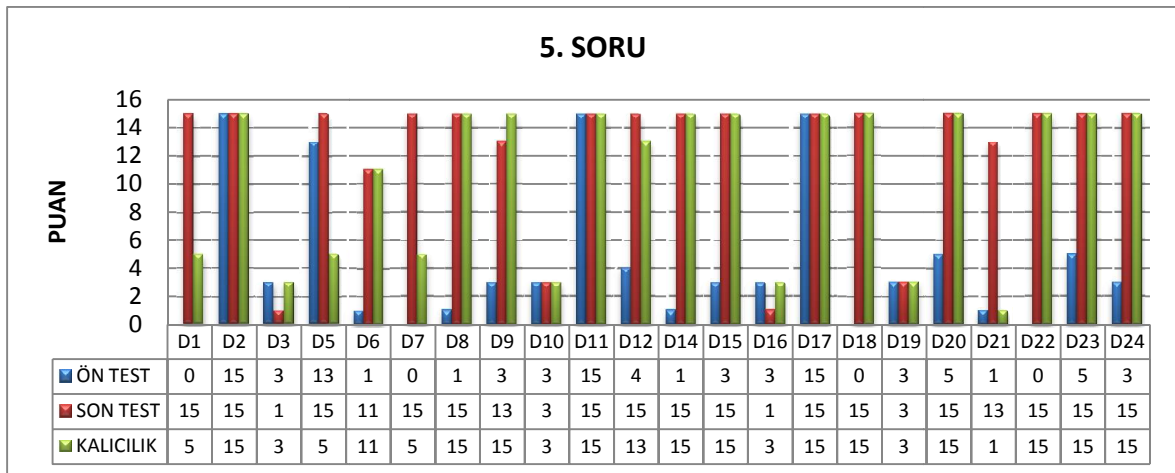
Tablo 23. ISBT'nin 5. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

5. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	2	9,09	14	63,64	13	59,09	3	13,64	9	40,91	5	22,73
DS - KDN	1	4,55	2	9,09	1	4,55	1	4,55	1	4,55	1	4,55
YS - DN	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	3	13,64	0	0,00	3	13,64	2	9,09	2	9,09	4	18,18
YS - KYN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - YN	7	31,82	2	9,09	5	22,73	5	22,73	8	36,36	4	18,18
YS - B	4	18,18	3	13,64	0	0,00	10	45,45	2	9,09	5	22,73
B - B	4	18,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09

Tablo 23'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %63,64'ü DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %59,09'unun DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının

%45,45'i YS-B kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %40,91'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %22,73'ünün DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-B kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 21'de 5. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 21. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 5. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 21 incelendiğinde D18 ve D22 kodlu öğrencilerin ön testin 5. sorusundan 0 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 5. sorusundan 15 puan aldığı, D10 ve D19 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 5. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D18 ve D22 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde B-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D10, D19 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D10 kodlu öğrencinin ön testin 5. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 22'de sunulmuştur.

6. Laboratuarda içerisinde farklı sıvıların yer aldığı 4 çeşit termometre yer bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda laboratuarda bulunan termometreler içerisindeki sıvıların erime ve kaynama noktaları verilmiştir.

Sıvı	Donma Noktası	Kaynama Noktası
Alkol	-115 °C	78 °C
Su	0 °C	100 °C
Zeytinyağı	5 °C	200 °C
Cıva	-39 °C	358 °C

Buna göre sıcaklıkların 15 °C ile 125 °C arasında değiştiği bir ortamda ölçüm yapan bir öğrenci içerisinde hangi sıvının bulunduğu termometreyi kullanmalıdır?

a) Su-Cıva b) Zeytinyağı -Su c) Alkol-Su d) Alkol-Cıva e) Cıva-Zeytinyağı

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Çünkü en düşük Alkol sıcaklığı belirler

Şekil 22. D10 kodlu öğrencinin ön testin 5. sorusuna verdiği cevap

D22 kodlu öğrencinin son testin 5.1.2. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 23'te sunulmuştur.

6. Laboratuarda içerisinde farklı sıvıların yer aldığı 4 çeşit termometre yer bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda laboratuarda bulunan termometreler içerisindeki sıvıların erime ve kaynama noktaları verilmiştir.

Sıvı	Donma Noktası	Kaynama Noktası
Alkol	-115 °C	78 °C
Su	0 °C	100 °C
Zeytinyağı	5 °C	200 °C
Cıva	-39 °C	358 °C

Buna göre sıcaklıkların 15 °C ile 125 °C arasında değiştiği bir ortamda ölçüm yapan bir öğrenci içerisinde hangi sıvının bulunduğu termometreyi kullanmalıdır?

a) Su-Cıva b) Zeytinyağı -Su c) Alkol-Su d) Alkol-Cıva e) Cıva-Zeytinyağı

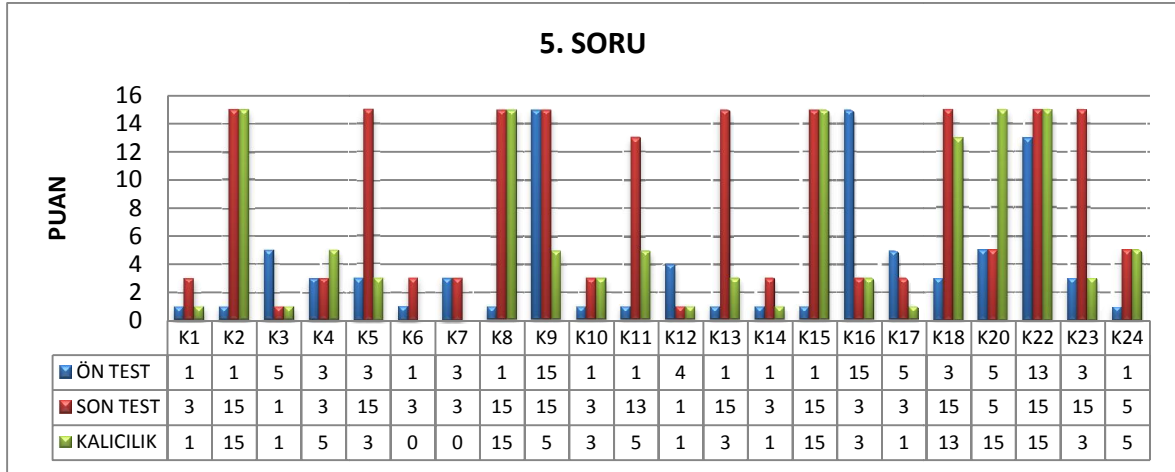
Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Her termometrenin ölçebileceği maksimum ve minimum bir değer vardır. Zeytinyağı ve cıvanın donma ve kaynama noktaları 15 °C ile 125 °C 'yi aşmaz o yüzden için bunlarla ölçüm yapılır

2

Şekil 23. D22 kodlu öğrencinin son testin 5. sorusuna verdiği cevap

Şekil 24'te 5. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 24. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 5. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 24 incelendiğinde K2, K8 ve K15 kodlu öğrencilerin ön testin 5. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 5. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K16 kodlu öğrencinin ön testin 5. sorusundan 15 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 5. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-DN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K2 kodlu öğrencinin son testin 5. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 25'te sunulmuştur.

6. Laboratuarda içerisinde farklı sıvıların yer aldığı 4 çeşit termometre yer bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda laboratuarda bulunan termometreler içerisindeki sıvıların erime ve kaynama noktaları verilmiştir.

Sıvı	Donma Noktası	Kaynama Noktası
Alkol	-115 °C	78 °C
Su	0 °C	100 °C
Zeytinyağı	5 °C	200 °C
Cıva	-39 °C	358 °C

Buna göre sıcaklıkların 15 °C ile 125 °C arasında değiştiği bir ortamda ölçüm yapan bir öğrenci içerisinde hangi sıvının bulunduğu termometreyi kullanmalıdır?

a) Su-Cıva b) Zeytinyağı -Su c) Alkol-Su d) Alkol-Cıva e) Cıva-Zeytinyağı

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

15°C ve 125°C cıva ve zeytinyağının donma ve kaynama noktaları arasında bir değer aldığı için bu sıvı cıva ve zeytinyağı bulunan termometrede ölçülür

2

Şekil 25. K2 kodlu öğrencinin son testin 5. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin

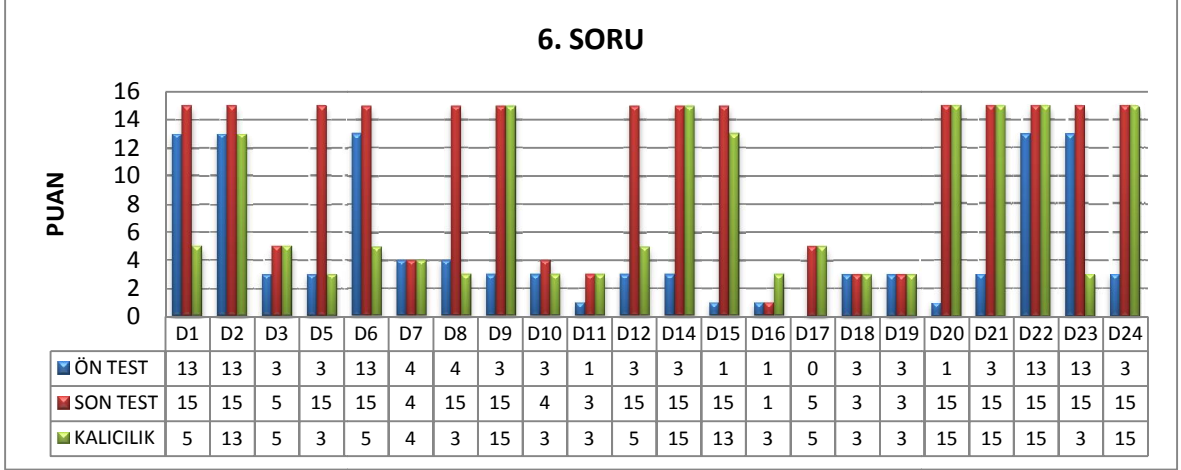
ISBT'nin 6. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24. ISBT'nin 6. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

6. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	13	59,09	7	31,82	3	13,64	11	50,00	6	27,27
DS - KDN	3	13,64	0	0,00	2	9,09	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00
DS - B	0	0,00	2	9,09	4	18,18	3	13,64	2	9,09	3	13,64
YS - KYN	3	13,64	3	13,64	2	9,09	4	18,18	2	9,09	0	0,00
YS - YN	11	50,00	3	13,64	7	31,82	6	27,27	6	27,27	9	40,91
YS - B	4	18,18	1	4,55	0	0,00	2	9,09	0	0,00	4	18,18
B - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	0	0,00

Tablo 24'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %50'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %13,64'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %59,09'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %31,82'ye düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %27,27 olarak kalmış, öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %40,91'e yükseldiği görülmüştür.

Şekil 26'da 6. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 26. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 6. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 26 incelendiğinde D9, D14, D21 ve D24 kodlu öğrencilerin ön testin 6. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 6. sorusundan 15 puan aldığı, D18 ve D19 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 6. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D9, D14, D21 ve D24 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D18 ve D19 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D19 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 27'de sunulmuştur.

Bu şıkkı seçmemin nedeni; Verilen balık zeytinyağı ve suya bulunan bu...
 11. Laboratuvarında ağız açık bir beherde bulunan bir sıvıyı kaynatmakta olan öğrenci, bu sıvının kaynaması esnasında aşağıdaki özelliklerinden hangilerinin değişmeyeceğini gözlemleyecektir?
 a) Sıcaklığı b) Buhar Basıncı c) Isısı d) Kütle e) Hacmi

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
 Buhar basıncı değişmez çünkü aynı ortamda isitil
 mayayı devan edilir.

Şekil 27. D19 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği cevap

D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 28'de sunulmuştur.

11. Laboratuarda ağız açık bir beherde bulunan bir sıvıyı kaynatmakta olan öğrenci, bu sıvının kaynaması esnasında aşağıdaki özelliklerinden hangilerinin değişmeyeceğini gözlemleyecektir?

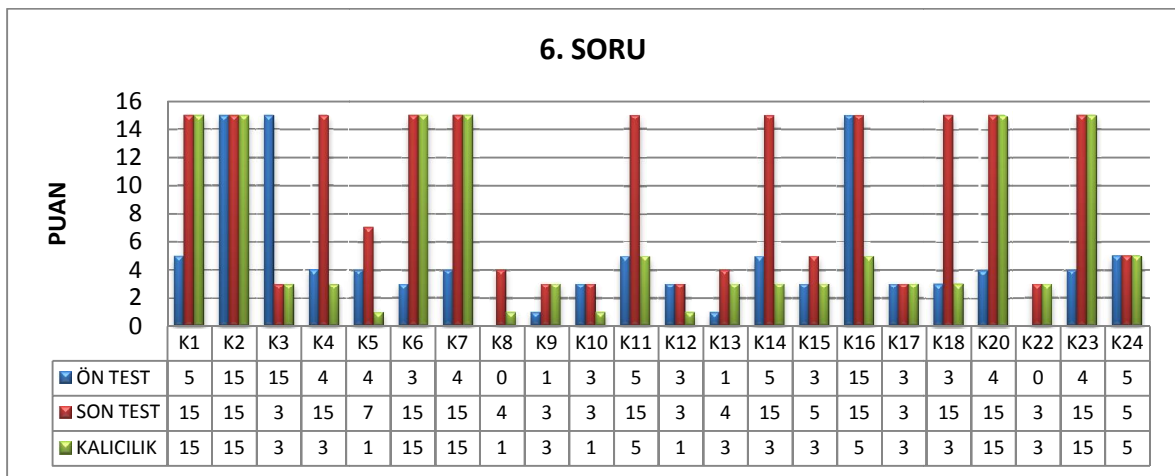
a) Sıcaklığı b) Buhar Basıncı c) Isısı d) Kütle e) Hacmi

Bu şıkla seçmemin nedeni;

Kayna esnasında maddeye verilen ısı boğları kaynamak için harcama. 0 yüzde sıcaklık sabit kalır.

Şekil 28. D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testin 6. sorusuna verdiği cevap

Şekil 29'da 6. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 29. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 6. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 29 incelendiğinde K7 ve K20 kodlu öğrencilerin ön testin 6. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 6. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K3 kodlu öğrencinin ön testin 6. sorusundan 15 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 6. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-DN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K20 kodlu öğrencinin ön testin 6. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 30'da sunulmuştur.

11. Laboratuvarda ağız açık bir beherde bulunan bir sıvıyı kaynatmakta olan öğrenci, bu sıvının kaynaması esnasında aşağıdaki özelliklerinden hangilerinin değişmeyeceğini gözlemleyecektir?

a) Sıcaklığı b) Buhar Basıncı c) Isısı d) Kütleşi e) Hacmi

Bu seçimin nedeni:

Enerjisi boyunca değişmeyecektir.

Şekil 30. K20 kodlu öğrencinin son testin 6. sorusuna verdiği cevap

K20 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 31’de sunulmuştur.

11. Laboratuvarda ağız açık bir beherde bulunan bir sıvıyı kaynatmakta olan öğrenci, bu sıvının kaynaması esnasında aşağıdaki özelliklerinden hangilerinin değişmeyeceğini gözlemleyecektir?

a) Sıcaklığı b) Buhar Basıncı c) Isısı d) Kütleşi e) Hacmi

Bu seçimin nedeni:

Sıcaklıkla değişmeyecektir. Çünkü enerji bir kısmı moleküllerin hareketi için harcanacaktır.

Şekil 31. K20 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 6. sorusuna verdiği cevap

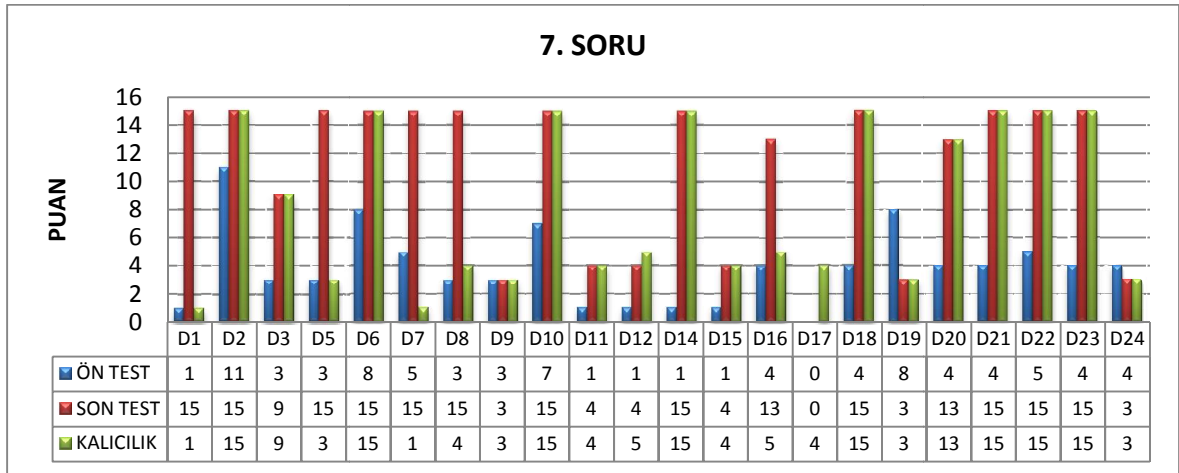
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT’nin 7. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 25’te sunulmuştur.

Tablo 25. ISBT’nin 7. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

7. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	12	54,55	8	36,36	1	4,55	8	36,36	6	27,27
DS - KDN	0	0,00	2	9,09	1	4,55	1	4,55	0	0,00	2	9,09
YS - DN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00
DS - YN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09	2	9,09
DS - B	2	9,09	1	4,55	2	9,09	3	13,64	2	9,09	4	18,18
YS - KYN	6	27,27	2	9,09	4	18,18	7	31,82	4	18,18	2	9,09
YS - YN	4	18,18	3	13,64	4	18,18	2	9,09	5	22,73	6	27,27
YS - B	5	22,73	0	0,00	2	9,09	7	31,82	0	0,00	1	4,55
B - B	7	31,82	1	4,55	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00

Tablo 25'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'si YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %54,55'e DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %36,36'sının DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %18,18'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %18,18'e düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %36,36'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %9,09'a düştüğü görülmüştür.

Şekil 32'de 7. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 32. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 7. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 32 incelendiğinde D21 ve D23 kodlu öğrencilerin ön testin 7. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 7. sorusundan 15 puan aldığı, D9 kodlu öğrencinin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 7. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D21 ve D23 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D9 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-KYN kategorisinde yer almıştır.

D21 kodlu öğrencinin ön testin 7. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 33'te sunulmuştur.

7. Suyun deniz seviyesinde 100 °C' de kaynadığını bilen bir öğrenci deniz seviyesinde bulunan bir miktar suyu daha düşük bir sıcaklıkta kaynatmak istiyor.
Deniz seviyesindeki bir laboratuarda çalışan bu öğrenci;

I. Beherdeki su miktarını azaltma
II. Beherin ağzını kapatarak buz içerisine koyma
III. Beherdeki suyun içerisine bir miktar tuz ekleme
IV. Isı miktarını artırma

İşlemlerinden hangisi/hangileri yapmalıdır?
a) Yalnız II b) Yalnız III c) II ve III d) II ve IV e) I ve IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Suyu azaltmak belki aynı işlem olur ama ikisini aynı anda yapmak daha çabuk kaynamasını sağlar.

Şekil 33. D21 kodlu öğrencinin ön testin 7. sorusuna verdiği cevap

D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 7. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 34'te sunulmuştur.

7. Suyun deniz seviyesinde 100 °C' de kaynadığını bilen bir öğrenci deniz seviyesinde bulunan bir miktar suyu daha düşük bir sıcaklıkta kaynatmak istiyor.
Deniz seviyesindeki bir laboratuarda çalışan bu öğrenci;

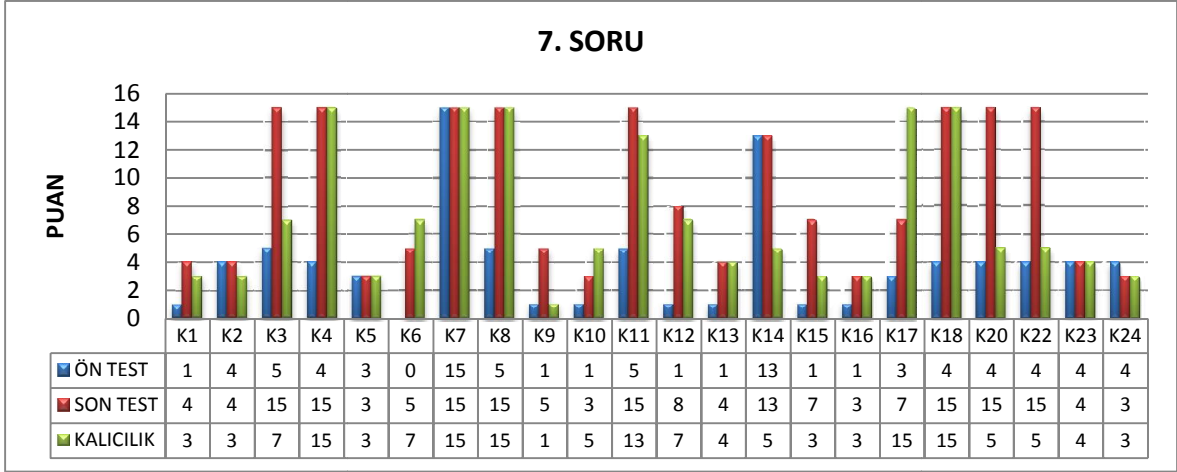
I. Beherdeki su miktarını azaltma
II. Beherin ağzını kapatarak buz içerisine koyma
III. Beherdeki suyun içerisine bir miktar tuz ekleme
IV. Isı miktarını artırma

İşlemlerinden hangisi/hangileri yapmalıdır?
a) Yalnız II b) Yalnız III c) II ve III d) II ve IV e) I ve IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Daha fazla ısı verilerek kaynama daha çabuk olması sağlanır. Miktarın azlığı da aynıdır. Ama kaynamanın daha düşük sıcaklıkta olabilmesi için sıcak hava barmeni dışlamak lazım. Buzla kaparsak barmeni dışlar.

Şekil 34. D21 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 7. sorusuna verdiği cevap

Şekil 35'te 7. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 35. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 7. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 35 incelendiğinde K4 ve K18 kodlu öğrencilerin ön testin 7. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 7. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K7 kodlu öğrencinin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 7. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

K18 kodlu öğrencinin son testinin 7. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 36'da sunulmuştur.

7. Suyun deniz seviyesinde 100 °C' de kaynadığını bilen bir öğrenci deniz seviyesinde bulunan bir miktar suyu daha düşük bir sıcaklıkta kaynatmak istiyor.
Deniz seviyesindeki bir laboratuarda çalışan bu öğrenci;

I. Beherdeki su miktarını azaltma
II. Beherin ağzını kapatarak buz içerisine koyma
III. Beherdeki suyun içerisine bir miktar tuz ekleme
IV. Isı miktarını artırma

İşlemlerinden hangisi/hangileri yapmalıdır?
a) Yalnız II b) Yalnız III c) II ve III d) II ve IV e) I ve IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Laboratuarda deneyini yaptık. Balon jöjeyin ağzını kapattık. Soğuk suyun altına tuttuğumuzda dış basıncı düşürdüğümüz için su erken kaynadı.

Şekil 36. K18 kodlu öğrencinin son testinin 7. sorusuna verdiği cevap

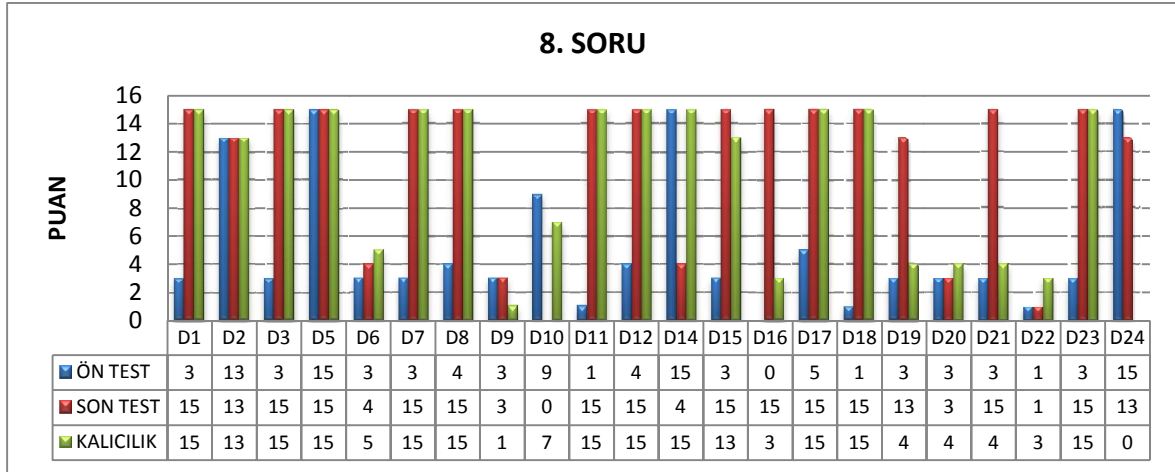
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 8. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26. ISBT'nin 8. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

8. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	3	13,64	13	59,09	10	45,45	3	13,64	13	59,09	11	50,00
DS - KDN	1	4,55	3	13,64	3	13,64	0	0,00	3	13,64	2	9,09
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	2	9,09	0	0,00	1	4,55	5	22,73	0	0,00	2	9,09
YS - KYN	2	9,09	3	13,64	3	13,64	2	9,09	1	4,55	0	0,00
YS - YN	9	40,91	2	9,09	2	9,09	3	13,64	3	13,64	2	9,09
YS - B	3	13,64	1	4,55	1	4,55	7	31,82	3	13,64	5	22,73
B - B	1	4,55	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00

Tablo 26'da yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %59,09'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %45,45'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %9,09'a düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-B kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %13,64'e düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %59,09'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %50'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-B kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 37'de 8. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 37. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 8. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 37 incelendiğinde D11 ve D18 kodlu öğrencilerin ön testin 8. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 8. sorusundan 15 puan aldığı, D5 kodlu öğrencinin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 8. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D11 ve D18 kodlu öğrencilerin cevabı uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D5 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D23 kodlu öğrencinin ön testinin 8. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 38'de sunulmuştur.

9. Bir metal küre 22 °C sıcaklığındaki bir ortamda bir süre beletildikten sonra laboratuara getiriliyor. Bu metal küre belli bir süre laboratuarda bekletilirse metal küre ile laboratuvar arasındaki ısı alışverişi hakkında ne söylenebilir? (Laboratuvarın sıcaklığı 22 °C dir.)

a) Laboratuvarın toplam enerjisi metal küreden fazla olduğu için metal küre laboratuardan ısı alır.

b) Metal kürenin laboratuvarla temas halinde bulunmadığı için metal küre ile laboratuvar arasında ısı alışverişi olmaz.

c) Metal kürenin toplam enerjisi laboratuardan fazla olduğu için metal küre, laboratuara ısı verir.

d) Metal kürenin hacmi laboratuardan daha az olduğu için laboratuvar metal küreye ısı verir.

e) Metal küre ile laboratuvarın sıcaklıkları birbirine eşit olduğu için aralarında ısı alışverişi gerçekleşmez.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Güncü metal küre laboratuardan daha az alan kapladığında laboratuardan ısı alır.

Şekil 38. D23 kodlu öğrencinin ön testin 8. sorusuna verdiği cevap

D11 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 8. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 39'da sunulmuştur.

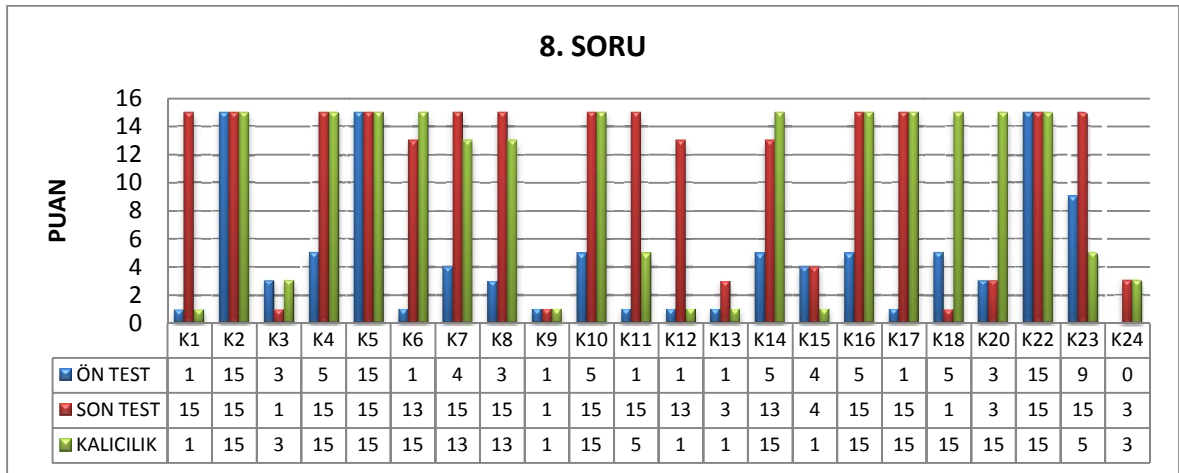
13. Bir metal küre 22 °C sıcaklığındaki bir ortamda bir süre bekletildikten sonra laboratuara getiriliyor. Bu metal küre belli bir süre laboratuarda bekletilirse metal küre ile laboratuvar arasındaki ısı alışverişi hakkında ne söylenebilir? (Laboratuvarın sıcaklığı 22 °C dir.)

a) Laboratuvarın toplam enerjisi metal küreden fazla olduğu için metal küre laboratuardan ısı alır.
b) Metal kürenin laboratuvarla temas halinde bulunmadığı için metal küre ile laboratuvar arasında ısı alışverişi olmaz.
c) Metal kürenin toplam enerjisi laboratuardan fazla olduğu için metal küre, laboratuara ısı verir.
d) Metal kürenin hacmi laboratuardan daha az olduğu için laboratuvar metal küreye ısı verir.
e) Metal küre ile laboratuvarın sıcaklıkları birbirine eşit olduğu için aralarında ısı alışverişi gerçekleşmez.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Isı alışverişinin olması için sıcaklıklarının farklı olması gerekir. ki ısı alışverişinde alınan ısı verilen ısıya eşit olsun. Burada da metal küre ve laboratuvarın sıcaklıkları eşit olduğu için ısı alışverişi gerçekleşmez.

Şekil 39. D11 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 8. sorusuna verdiği cevap

Şekil 40'ta 8. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 40. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 8. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 41 incelendiğinde K4 ve K10 kodlu öğrencilerin ön testin 8. sorusundan 5 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 8. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde DS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K2, K5 ve K22 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 8. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

K2 kodlu öğrencinin son testin 8. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 41'de sunulmuştur.

9. Bir metal küre 22 °C sıcaklığındaki bir ortamda bir süre bekletildikten sonra laboratuara getiriliyor. Bu metal küre belli bir süre laboratuarda bekletilirse metal küre ile laboratuvar arasındaki ısı alışverişi hakkında ne söylenebilir? (Laboratuvarın sıcaklığı 22 °C dir.)

a) Laboratuvarın toplam enerjisi metal küreden fazla olduğu için metal küre laboratuardan ısı alır.
b) Metal kürenin laboratuvarla temas halinde bulunmadığı için metal küre ile laboratuvar arasında ısı alışverişi olmaz.
c) Metal kürenin toplam enerjisi laboratuardan fazla olduğu için metal küre, laboratuara ısı verir.
d) Metal kürenin hacmi laboratuardan daha az olduğu için laboratuvar metal küreye ısı verir.
e) Metal küre ile laboratuvarın sıcaklıkları birbirine eşit olduğu için aralarında ısı alışverişi gerçekleşmez.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Isı alış-verişi olması için birinin sıcaklığının diğerinin sıcaklığından fazla olması lazımkî ısı transferi olur. Ama burada her ikisinde sıcaklığı 22°C olduğu için ısı alışverişi gerçekleşmez.

Şekil 41. K2 kodlu öğrencinin son testin 8. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 9. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 27'de sunulmuştur.

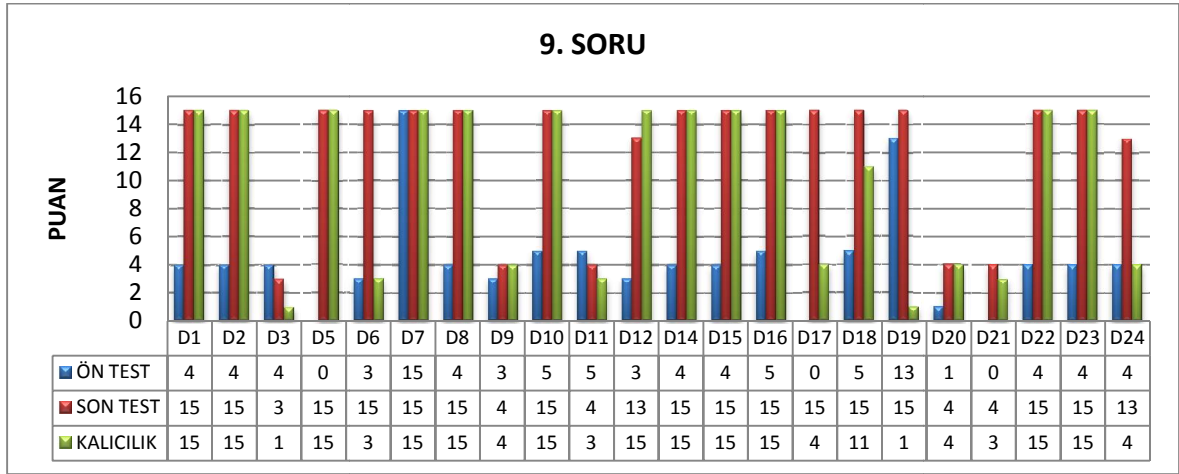
Tablo 27. ISBT'nin 9. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

9. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	1	4,55	15	68,18	12	54,55	0	0,00	10	45,45	5	22,73
DS - KDN	1	4,55	2	9,09	0	0,00	2	9,09	0	0,00	2	9,09
YS - DN	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09	1	4,55
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
DS - B	4	18,18	0	0,00	0	0,00	4	18,18	1	4,55	2	9,09
YS - KYN	8	36,36	4	18,18	4	18,18	10	45,45	7	31,82	7	31,82
YS - YN	3	13,64	2	9,09	4	18,18	0	0,00	1	4,55	3	13,64
YS - B	2	9,09	0	0,00	1	4,55	5	22,73	0	0,00	0	0,00
B - B	3	13,64	0	0,00	0	0,00	1	4,55	1	4,55	1	4,55

Tablo 27'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %36,36'sı YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu, oran %'18,18'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %18,18'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının

%45,45'i YS-KYN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %31,82'ye düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %45,45'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %22,73'ünün DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-KYN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %31,82'ye düştüğü görülmüştür.

Şekil 42'de 9. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 42. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 9. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 42 incelendiğinde D1, D2, D8, D14, D15, D22 ve D23 kodlu öğrencilerin ön testin 9. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 9. sorusundan 15 puan aldığı, D8 ve D23 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 9. sorusundan 4 puan aldığı görülmektedir. D1, D2, D8, D14, D15, D22 ve D23 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D9, D11 ve D20 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama sonrasında YS-KYN kategorisinde yer almıştır.

D2 kodlu öğrencinin ön testin 9. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 43'te sunulmuştur.

10. Bir maddenin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli olan enerji miktarıdır.

I. Birimi J/g °C 'dir.
 II. Birimi cal/°C 'dir.
 III. Maddeler için ayırt edici özelliktir.
 IV. Maddelerin miktarına bağlıdır.

Yukarıda verilenlerden hangisi tanımlanan kavramla ilgilidir?

a) Yalnız I b) II-III c) II-IV d) II-III-IV e) I-II-IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Yapılan tanım ısı ısınan termi ve ayırt edici bir özelliktir.
 Birimlerini hatırlanıyorum.

III dafne fakat diğerleri hakkında bir yorum yapamıyorum

Şekil 43. D2 kodlu öğrencinin ön testin 9. sorusuna verdiği cevap

D2 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 44'te sunulmuştur.

10. Bir maddenin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli olan enerji miktarıdır.

I. Birimi J/g °C 'dir. —
 II. Birimi cal/°C 'dir.
 III. Maddeler için ayırt edici özelliktir. —
 IV. Maddelerin miktarına bağlıdır.

Yukarıda verilenlerden hangisi tanımlanan kavramla ilgilidir?

a) Yalnız I b) II-III c) II-IV d) II-III-IV e) I-II-IV

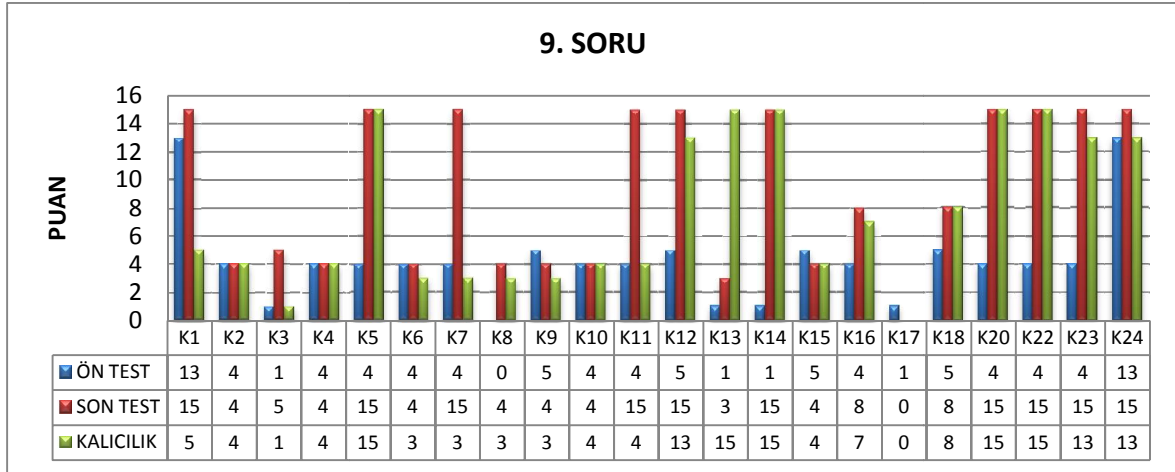
Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Tanımlanan kavram ısı sıfatıdır. "mc" dir. Ayırt edici bir özellik değildir çünkü madde miktarına bağlıdır.

$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Şekil 44. D2 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği cevap

Şekil 45'de 9. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 45. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 9. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 45 incelendiğinde K5, K20, K22 ve K23 kodlu öğrencilerin ön testin 9. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 9. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K2, K4 ve K10 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 9. sorusundan 4 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-KYN kategorisinde yer almıştır.

K10 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 46'da sunulmuştur.

14. Bir maddenin sıcaklığını 1 °C değiştirmek için gerekli olan enerji miktarıdır.

I. Birimi J/g °C 'dir.
 II. Birimi cal/°C 'dir. ✓
 III. Maddeler için ayırt edici özelliğdir. ✓
 IV. Maddelerin miktarına bağlıdır.

Yukarıda verilenlerden hangisi tanımlanan kavramla ilgilidir?

a) Yalnız I b) II-III c) II-IV d) II-III-IV e) I-III-IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni; - Öz isinin tanımı yapılmıştır. Maddelerin ayırt edici özelliğdir. Birimi cal/°C 'dir.

Şekil 46. K10 kodlu öğrencinin son testin 9. sorusuna verdiği cevap

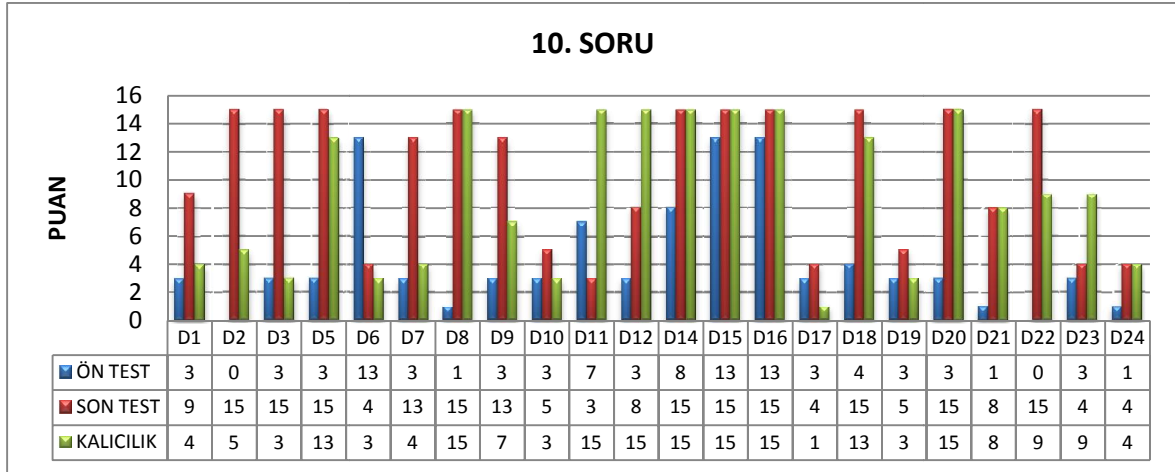
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 9. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 28'de sunulmuştur.

Tablo 28. ISBT'nin 10. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

10. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	10	45,45	7	31,82	0	0,00	8	36,36	4	18,18
DS - KDN	3	13,64	2	9,09	2	9,09	2	9,09	0	0,00	2	9,09
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	1	4,55	2	9,09	0	0,00	0	0,00	2	9,09
DS - KYN	1	4,55	2	9,09	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	1	4,55	0	0,00	1	4,55	0	0,00	1	4,55	0	0,00
DS - B	0	0,00	2	9,09	1	4,55	2	9,09	2	9,09	0	0,00
YS - KYN	2	9,09	4	18,18	3	13,64	4	18,18	2	9,09	0	0,00
YS - YN	11	50,00	1	4,55	3	13,64	7	31,82	7	31,82	8	36,36
YS - B	3	13,64	0	0,00	2	9,09	7	31,82	2	9,09	5	22,73
B - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	3	13,64	0	0,00	1	4,55

Tablo 28'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %50'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %4,54'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %45,45'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %13,64'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran değişmemiş, öğrencilerin cevaplarının %36,36'sı DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,18'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %36,36'ya yükseldiği görülmüştür.

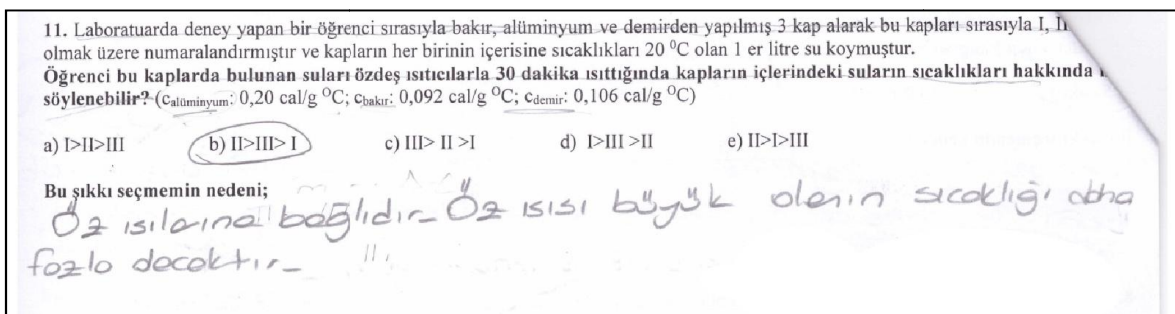
Şekil 47'de 10. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 47. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 10. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 47 incelendiğinde D6 kodlu öğrencinin ön testin 10. sorusundan 13 puan, son testin 10. sorusundan 4 puan ve kalıcılık testinin 10. sorusundan 3 puan, D8 kodlu öğrencinin ön testin 10. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 10. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D6 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-DN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte YS-KYN, kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde, D8 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D6 kodlu öğrencinin son testin 10. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 48'de sunulmuştur.



Şekil 48. D6 kodlu öğrencinin son testin 10. sorusuna verdiği cevap

D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 10. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 49'da sunulmuştur.

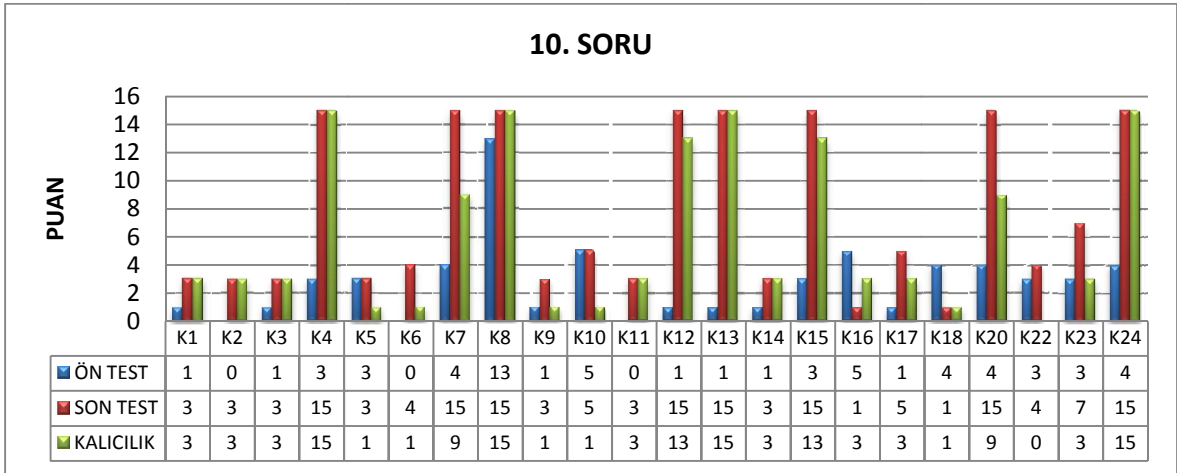
15. Laboratuarda deney yapan bir öğrenci sırasıyla bakır, alüminyum ve demirden yapılmış 3 kap alarak bu kapları sırasıyla I, II ve III olmak üzere numaralandırmıştır ve kapların her birinin içine sıcaklığı 20°C olan 1'er litre su koymuştur. Öğrenci bu kaplarda bulunan suları özdeş ısıtıcılarla 30 dakika ısıttığında kapların içlerindeki suların sıcaklıklarını hakkında ne söyleyebilir? ($C_{\text{alüminyum}}: 0,20 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; $C_{\text{bakır}}: 0,092 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; $C_{\text{demir}}: 0,106 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$)

a) I>II>III b) II>III>I c) III>II>I d) I>III>II e) II>I>III

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
 I'den daha fazla enerji ile ısıtıldığı için II ve III'ten daha fazla enerji almıştır. Bu sebeple II ve III'ten daha fazla enerji almıştır. Bu sebeple II ve III'ten daha fazla enerji almıştır.

Şekil 49. D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 10. sorusuna verdiği cevap

Şekil 50'de 10. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 50. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 10. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 50 incelendiğinde K12 ve K13 kodlu öğrencilerin ön testin 10. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 10. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K1, K3 ve K14 kodlu öğrencilerin ön testin 10. sorusundan 1 puan, son testin ve kalıcılık testinin 10. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

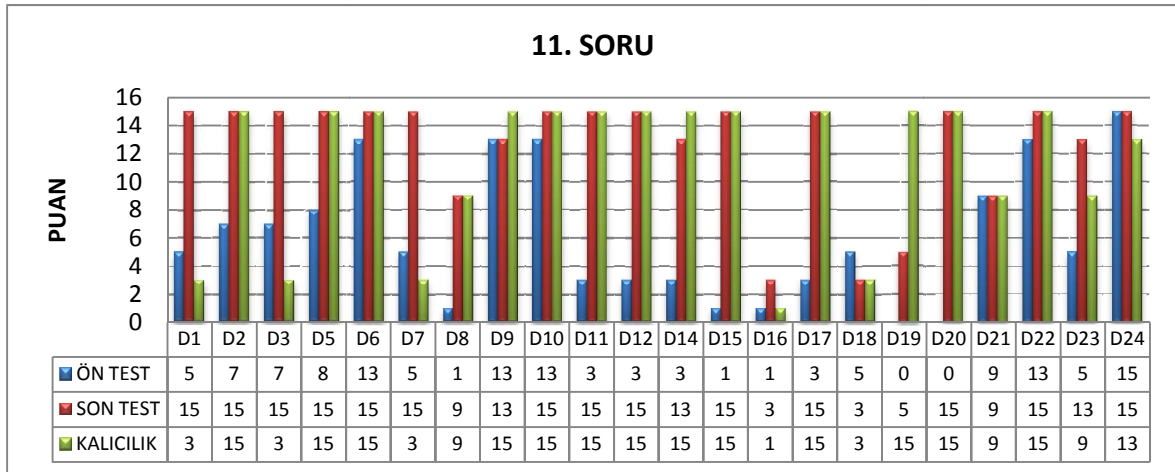
K3 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 10. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 51'de sunulmuştur.

Tablo 29'un devamı

YS - YN	4	18,18	3	13,64	4	18,18	1	4,55	0	0,00	3	13,64
YS - B	3	13,64	0	0,00	1	4,55	10	45,45	1	4,55	4	18,18
B - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	4	18,18	0	0,00	1	4,55

Tablo 29'da yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,18'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %13,64'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %59,09'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının değişmediği görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %4,55'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %27,27'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %13,64'ünün DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %13,64'e yükseldiği görülmüştür.

Şekil 53'te 11. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 53. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 11. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 53 incelendiğinde D11, D12 ve D17 kodlu öğrencilerin ön testin 11. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 11. sorusundan 15 puan, D1 kodlu öğrencinin ön testin 11. sorusundan 5 puan, son testin 11. sorusundan 15 puan ve kalıcılık testinin 11. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D11, D12 ve D17 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama

sonrasında son testte DS-DN kategorisinde, D1 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN, kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D17 kodlu öğrencinin ön testin 11. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 54'te sunulmuştur.

12. Laboratuvar ortamında bir öğrenci beher içerisinde su ısıtırken beherin içerisine kütleleri ve uzunlukları aynı olan X ve Y çubuklarını aynı anda daldırmıştır. Bir süre sonra X çubuğuna dokunan elinin yandığını, Y çubuğuna dokunan elinin ise ısınmadığını hissetmiştir. Buna göre öğrenci,

I. Isı radyasyon yoluyla öğrencinin eline iletilmiştir.
 II. Çubukların ısı iletim hızları birbirinden farklıdır.
 III. Çubukların ısınma ısıları birbirinden farklıdır.

Yargılarından hangilerine ulaşabilir?

a) Yalnız I b) Yalnız II c) I ve II d) II ve III e) I, II ve III

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
 Her maddenin ısı yalıtkenliği farklıdır.

Şekil 54. D17 kodlu öğrencinin ön testin 11. sorusuna verdiği cevap

D17 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 11. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 55'te sunulmuştur.

16. Laboratuvar ortamında bir öğrenci beher içerisinde su ısıtırken beherin içerisine kütleleri ve uzunlukları aynı olan X ve Y çubuklarını aynı anda daldırmıştır. Bir süre sonra X çubuğuna dokunan elinin yandığını, Y çubuğuna dokunan elinin ise ısınmadığını hissetmiştir. Buna göre öğrenci,

I. Isı radyasyon yoluyla öğrencinin eline iletilmiştir.
 II. Çubukların ısı iletim hızları birbirinden farklıdır.
 III. Çubukların ısınma ısıları birbirinden farklıdır.

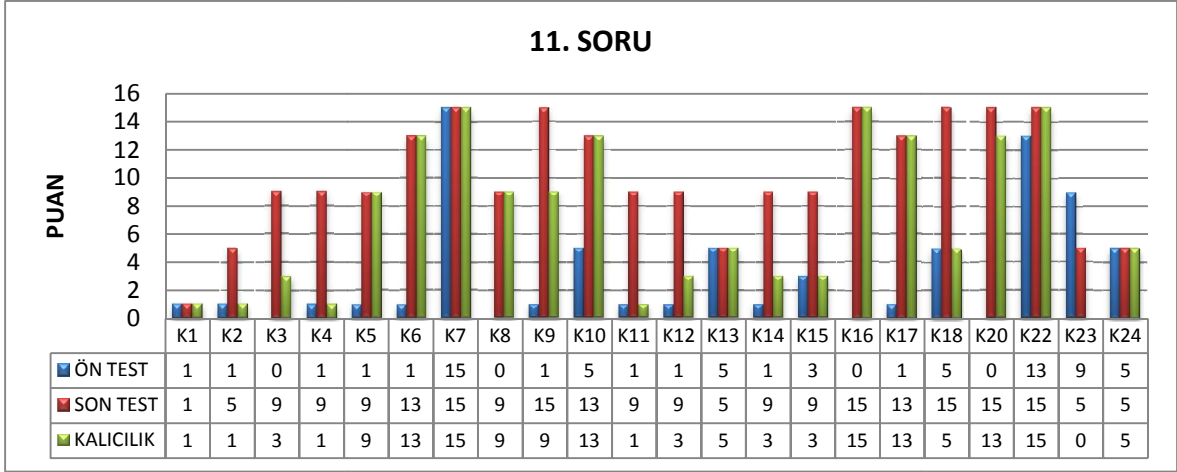
Yargılarından hangilerine ulaşabilir?

a) Yalnız I b) Yalnız II c) I ve II d) II ve III e) I, II ve III

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
 Farklı maddeler olduğu için çubukların ısı ısıları ve ısı iletim hızları farklı olacaktır. Öz ısısı fazla olan madde daha geç ısınır.

Şekil 55. D17 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 11. sorusuna verdiği cevap

Şekil 56'da 11. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 56. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 11. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 56 incelendiğinde K16 kodlu öğrencinin ön testin 11. sorusundan 0 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 11. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde B-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K13 ve K24 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 11. sorusundan 5 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-B kategorisinde yer almıştır.

K16 kodlu öğrencinin son testin 11. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 57'de sunulmuştur.

12. Laboratuvar ortamında bir öğrenci beher içerisinde su ısıtırken beherin içerisinde kütleleri ve uzunlukları aynı olan X ve Y çubuklarını aynı anda daldırmıştır. Bir süre sonra X çubuğuna dokunan elinin yandığını, Y çubuğuna dokunan elinin ise ısınmadığını hissetmiştir. Buna göre öğrenci,

I. Isı radyasyon yoluyla öğrencinin eline iletilmiştir.
 II. Çubukların ısı iletim hızları birbirinden farklıdır.
 III. Çubukların ısınma ısıları birbirinden farklıdır.

Yargılarından hangilerine ulaşabilir?

a) Yalnız I b) Yalnız II c) I ve II **d) II ve III** e) I, II ve III

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Çünkü X, Y'ye göre daha fazla ısıtıldığına göre ısınma ısıları ve beherin farklı olduğu maddelerin arasında daha hızlı ısıyı ve beherlerle ısıtıldığıdır. Daha az olanın daha hızlı ısıtıldığına göre seçilir. Maddelerin de kadar düzenli yapıya sahipse bir sorunun dışı daha rahat ısıtılır.

Şekil 57. K16 kodlu öğrencinin son testin 11. sorusuna verdiği cevap

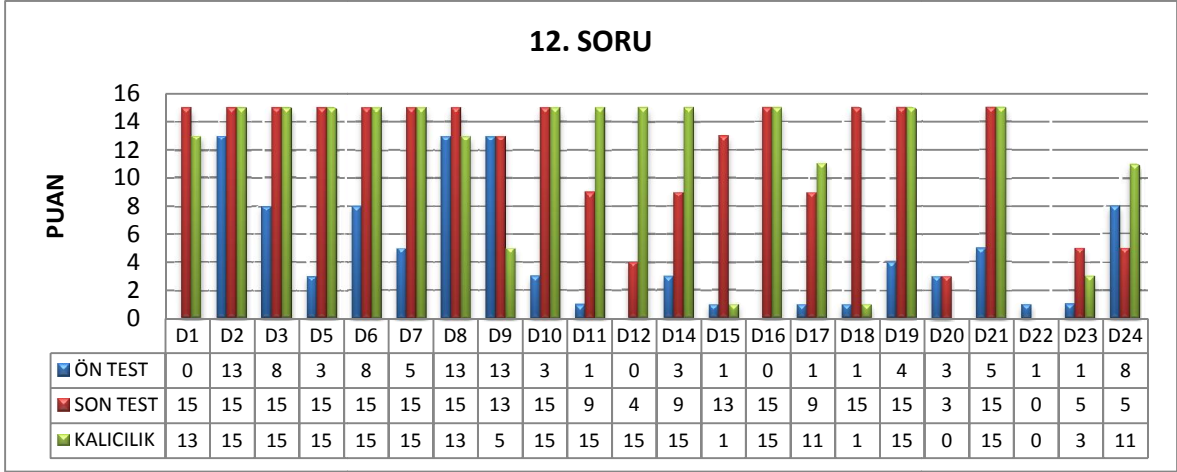
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 12. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30. ISBT'nin 12. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

12. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	12	54,55	12	54,55	2	9,09	11	50,00	9	40,91
DS - KDN	3	13,64	2	9,09	2	9,09	1	4,55	2	9,09	1	4,55
YS - DN	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	1	4,55	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	3	13,64	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
DS - KYN	3	13,64	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
DS - B	2	9,09	2	9,09	1	4,55	2	9,09	2	9,09	1	4,55
YS - KYN	1	4,55	1	4,55	0	0,00	3	13,64	1	4,55	1	4,55
YS - YN	4	18,18	0	0,00	1	4,55	1	4,55	4	18,18	5	22,73
YS - B	6	27,27	1	4,55	2	9,09	11	50,00	1	4,55	3	13,64
B - B	3	13,64	1	4,55	2	9,09	1	4,55	0	0,00	1	4,55

Tablo 30'da yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,18'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %54,55'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %4,55'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %18,18'e yükselmiş, öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e yükseldiği görülmüştür.

Şekil 58'da 12. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 58. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 12. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 58 incelendiğinde D5 ve D10 kodlu öğrencilerin ön testin 12. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 12. sorusundan 15 puan, D15 kodlu öğrencinin ön testin 12. sorusundan 1 puan, son testin 12. sorusundan 13 puan ve kalıcılık testinin 12. sorusundan 1 puan aldığı görülmektedir. D5 ve D10 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN kategorisinde, D15 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN, kalıcılık testinde YS-B kategorisinde yer almıştır.

D10 kodlu öğrencinin ön testinin 12. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 59'da sunulmuştur.

13. Bir öğrenci farklı maddelerden yapılmış eşit kütlede ve eşit uzunlukta üç adet çubuk alıyor. Çubukların bir uçlarına eşit miktarda balmumu yapıyor ve diğer uçlardan özdeş mumlarla aynı anda ısı vermeye başlıyor. İlk önce C deki balmumunun daha sonra B deki ve en sonra A daki balmumunun düştüğünü gözlemliyor.

Buna göre öğrenci aşağıdaki yargılardan hangisi ulaşabilir?

a) A çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için en son A çubuğundaki balmumu düşer.
b) Isı parçacıkları daha zor hareket ettiğinden en son A çubuğundaki balmumu düşer.
c) C çubuğunun öz ısısı diğerlerinden daha büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.
d) B çubuğunun ısı sığası A çubuğunun ısı sığasından daha küçüktür.
e) C çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

eşit kütle, eşit uzunluk olduğu için öz ısısına bakılır ve öz ısısı büyük olan daha önce düşer

Şekil 59. D10 kodlu öğrencinin ön testin 12. sorusuna verdiği cevap

D10 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 60'da sunulmuştur.

13. Bir öğrenci farklı maddelerden yapılmış eşit kütlede ve eşit uzunlukta üç adet çubuk alıyor. Çubukların bir uçlarına eşit miktarda balmumu yapıyor ve diğer uçlardan özdeş mumlarla aynı anda ısı vermeye başlıyor. İlk önce C deki balmumunun daha sonra B deki ve en sonra A daki balmumunun düştüğünü gözlemliyor.

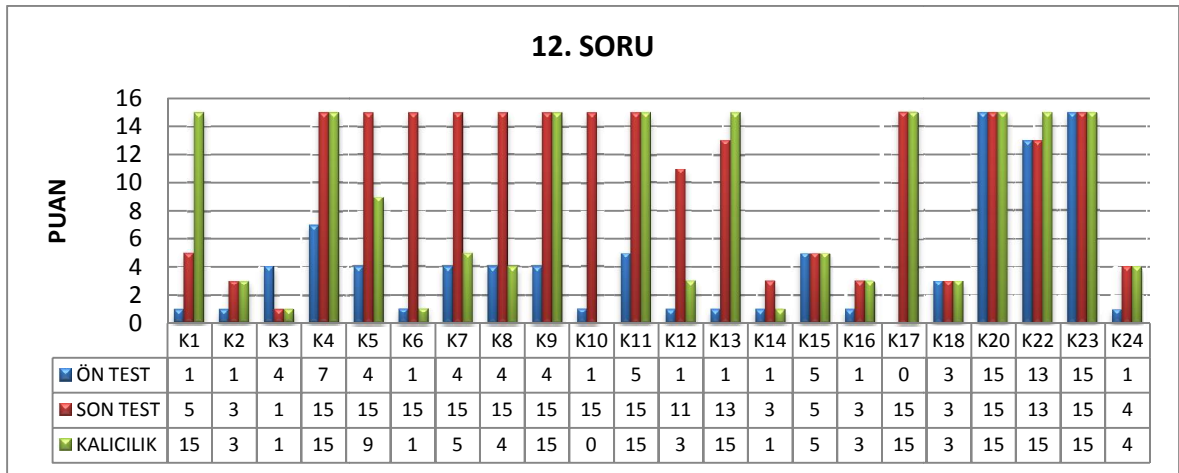
Buna göre öğrenci aşağıdaki yargılardan hangisi ulaşabilir?

a) A çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için en son A çubuğundaki balmumu düşer.
b) Isı parçacıkları daha zor hareket ettiğinden en son A çubuğundaki balmumu düşer.
c) C çubuğunun öz ısısı diğerlerinden daha büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.
d) B çubuğunun ısı sığası A çubuğunun ısı sığasından daha küçüktür.
e) C çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Her maddenin ısı iletim katsayısı farklıdır. Isı iletimi ile ısı iletim katsayısı doğru orantılıdır. Yani ısı iletim katsayısı büyük olanın ısı iletimi fazla ve erken düşer. Burada ilk C düşene için ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için.

Şekil 60. D10 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği cevap

Şekil 61'de 12. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 61. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 12. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 61 incelendiğinde K20 ve K23 kodlu öğrencilerin ön testin, son test ve kalıcılık testlerinin 12. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K2 ve K16 kodlu öğrencilerin ön testin 12. sorusundan 1 puan, son testin ve kalıcılık testinin 12. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K20 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 62'de sunulmuştur.

13. Bir öğrenci farklı maddelerden yapılmış eşit kütlede ve eşit uzunlukta üç adet çubuk alıyor. Çubukların bir uçlarına eşit miktarda balmumu yapıyor ve diğer uçlardan özdeş mumlarla aynı anda ısı vermeye başlıyor. İlk önce C deki balmumunun daha sonra B deki ve en sonra A daki balmumunun düştüğünü gözlemliyor.

Buna göre öğrenci aşağıdaki yargılardan hangisi ulaşabilir?

- a) A çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için en son A çubuğundaki balmumu düşer.
 b) Isı parçacıkları daha zor hareket ettiğinden en son A çubuğundaki balmumu düşer.
 c) C çubuğunun öz ısısı diğerlerinden daha büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.
 d) B çubuğunun ısı sığası A çubuğunun ısı sığasından daha küçüktür.
 e) C çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Isı iletim katsayısı büyük olanın ısı iletim hızı da daha büyüktür.

Şekil 62. K20 kodlu öğrencinin son testin 12. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 13. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 31'de sunulmuştur.

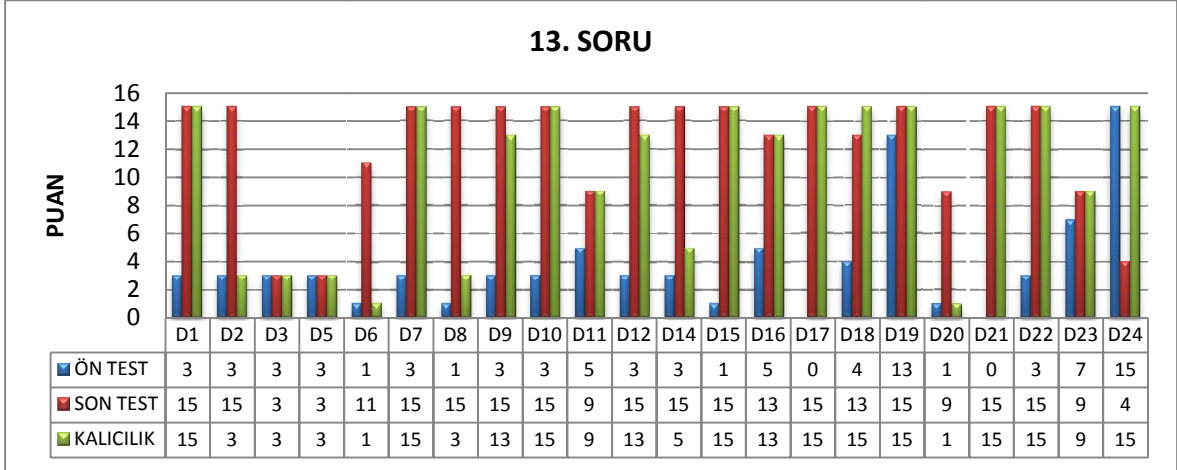
Tablo 31. ISBT'nin 13. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

13. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	1	4,55	12	54,55	10	45,45	2	9,09	14	63,64	12	54,55
DS - KDN	2	9,09	2	9,09	3	13,64	0	0,00	1	4,55	2	9,09
YS - DN	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	3	13,64	2	9,09	1	4,55	1	4,55	0	0,00
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
DS - YN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	8	36,36	1	4,55	2	9,09
YS - KYN	1	4,55	1	4,55	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - YN	9	40,91	2	9,09	4	18,18	2	9,09	5	22,73	5	22,73
YS - B	4	18,18	1	4,55	3	13,64	6	27,27	0	0,00	1	4,55
B - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00

Tablo 31'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %54,55'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %45,45'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %18,18'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş,

öğrencilerin cevaplarının %63,64'ü DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e yükseldiği görülmüştür.

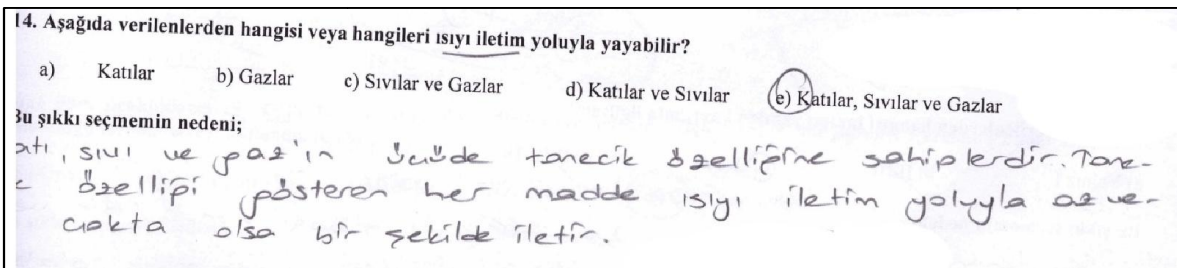
Şekil 63'te 13. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 63. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 13. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 63 incelendiğinde D1 ve D7 kodlu öğrencilerin ön testin 13. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 13. sorusundan 15 puan, D3 ve D5 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 13. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. D1 ve D7 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN kategorisinde, D3 ve D5 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D14 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 64'te sunulmuştur.



Şekil 64. D14 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği cevap

D2 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 13. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 65'te sunulmuştur.

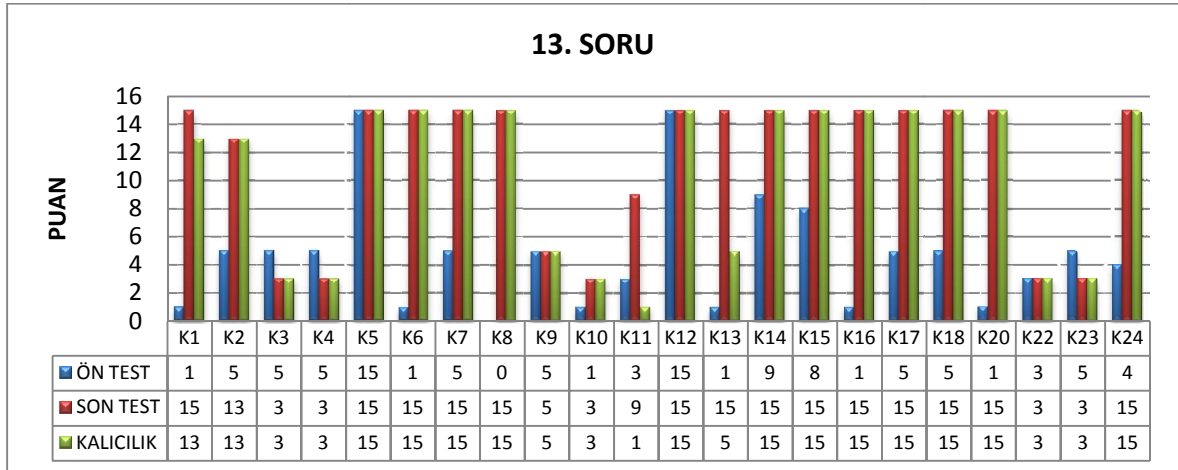
18. Aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri ısıyı iletim yoluyla yayabilir?

a) Katılar b) Gazlar c) Sıvılar ve Gazlar d) Katılar ve Sıvılar e) Katılar, Sıvılar ve Gazlar

Bu şıkkı seçmemin nedeni: Katılarda madde molekülleri birbirlerine göre daha düzenli ve madde bağları daha az olduğu için.

Şekil 65. D2 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 13. sorusuna verdiği cevap

Şekil 66'da 13. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 66. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 13. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 66 incelendiğinde K6, K16 ve K20 kodlu öğrencilerin ön testin 13. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 13. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K3 ve K4 kodlu öğrencilerin ön testin 13. sorusundan 5 puan, son testin ve kalıcılık testinin 13. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde DS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K3 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 67'de sunulmuştur.

14. Aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri ısıyı iletim yoluyla yayabilir?

a) Katılar b) Gazlar c) Sıvılar ve Gazlar ~~d) Katılar ve Sıvılar~~ e) Katılar, Sıvılar ve Gazlar

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Gazlar ısıma ve konveksiyon yoluyla iletim sağlarlar.

Şekil 67. K3 kodlu öğrencinin son testin 13. sorusuna verdiği cevap

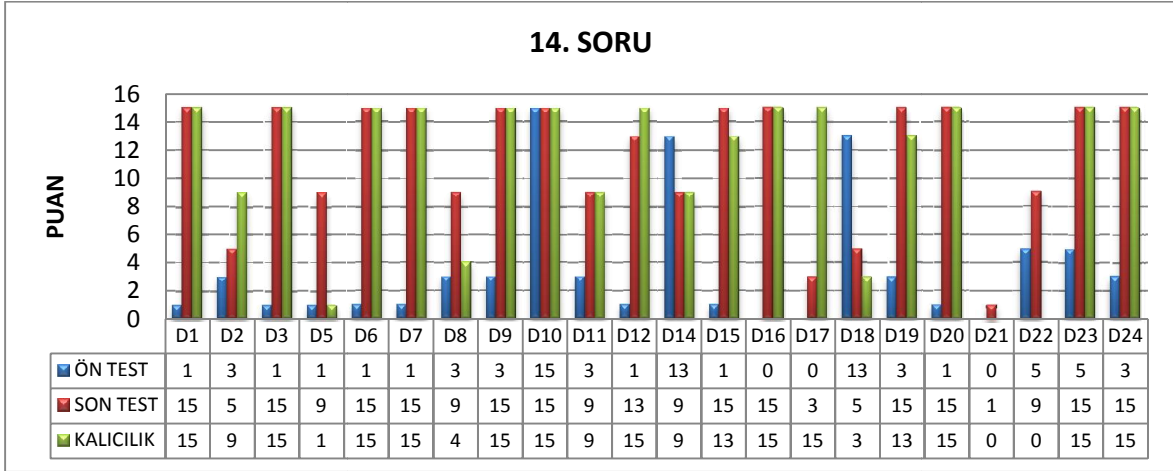
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 14. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32. ISBT'nin 14. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

14. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	1	4,55	11	50,00	11	50,00	0	0,00	8	36,36	6	27,27
DS - KDN	2	9,09	1	4,55	2	9,09	1	4,55	2	9,09	2	9,09
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	4	18,18	3	13,64	2	9,09	6	27,27	3	13,64
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00
DS - B	2	9,09	2	9,09	0	0,00	3	13,64	2	9,09	1	4,55
YS - KYN	0	0,00	0	0,00	1	4,55	1	4,55	0	0,00	1	4,55
YS - YN	6	27,27	1	4,55	1	4,55	3	13,64	2	9,09	5	22,73
YS - B	8	36,36	2	9,09	2	9,09	8	36,36	2	9,09	4	18,18
B - B	3	13,64	0	0,00	2	9,09	3	13,64	0	0,00	0	0,00

Tablo 32'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %4,55'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %50'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %13,64'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %36,36'sı DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %22,73'e yükseldiği görülmüştür.

Şekil 68'de 14. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 68. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 14. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 68 incelendiğinde D1, D3, D6, D7 ve D20 kodlu öğrencilerin ön testin 14. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testinin 14. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D18 kodlu öğrenci ön testin 14. sorusundan 13 puan, son testin 14. sorusundan 5 puan ve kalıcılık testinin 14. sorusundan 3 puan almıştır. D1, D3, D6, D7 ve D20 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN kategorisinde, D18 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde DS-KDN, uygulama sonrasında son testte DS-B ve kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D20 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 69'da sunulmuştur.

Sıcaklığı 22°C olan bir laboratuvar ortamında, öğrenci bir beher içerisine sıcaklığı 80°C olan bir miktar sıcak su koymuştur. Bu masanın üzerine bırakan öğrenci beherdeki suyun zamanla soğuduğunu gözlemiştir. Bu olayda soğuma hangi yollarla sağlanmıştır?

a) Yalnızca iletim yoluyla
 b) Yalnızca konveksiyon yoluyla
 c) Yalnızca radyasyon yoluyla
 d) Konveksiyon ve iletim yoluyla
 e) İletim, konveksiyon ve radyasyon yoluyla

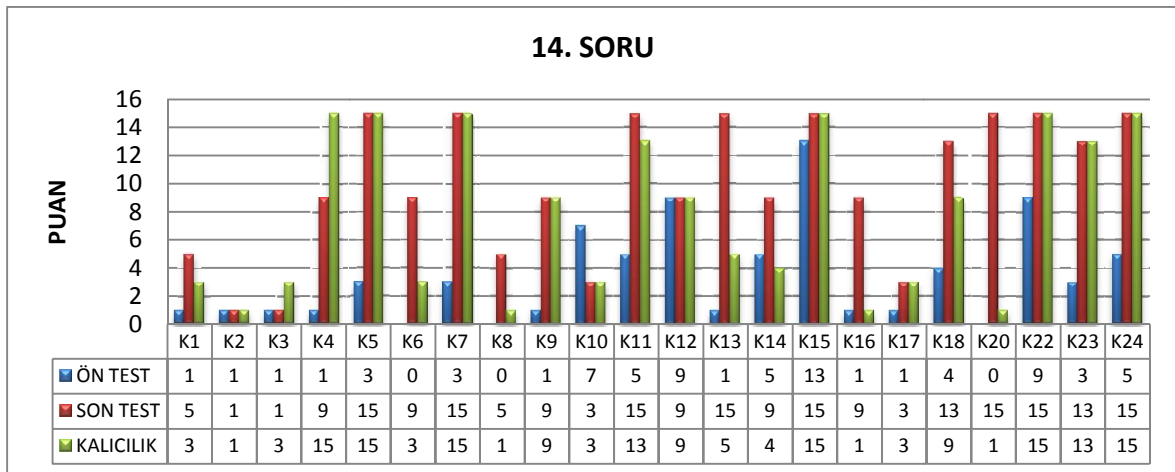
Bu şıkkı seçmemin nedeni;
 * Sıvı old için basınçla "konveksiyon" var.
 * Karanlık ortam olmadığı için "Radyasyon" yolu da var
 * Suyun üst yüzeyi ile lab. ortamındaki havayı düşünürsek "iletim" de var

Ortam 22°C Su 80°C → konvek
 konvek, ışıklı ortam ise ısıma yoluyla

Suyun üst yüzeyi ile hava arası da düşün

Şekil 69. D20 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği cevap

Şekil 70'te 14. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 70. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 14. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 70 incelendiğinde K5 ve K7 kodlu öğrencilerin ön testin 14. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 14. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K2 ve 12 kodlu öğrencilerin cevaplarının uygulama öncesi ve uygulama sonrasında değişmediği, K2 kodlu öğrencinin ön testte, son testte ve kalıcılık testinde 1 puan aldığı ve cevabının uygulama öncesinde YS-B olduğu görülmüştür. K12 kodlu öğrencinin ön testte, son testte ve kalıcılık testinde 9 puan aldığı ve cevabının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında YS-KDN kategorisinde yer aldığı görülmüştür.

K7 kodlu öğrencinin ön testin 14. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 71'de sunulmuştur.

Sıcaklığı 22 °C olan bir laboratuvar ortamında, öğrenci bir beher içerisine sıcaklığı 80 °C olan bir miktar sıcak su koymuştur. Bu beheri masanın üzerine bırakan öğrenci beherdeki suyun zamanla soğuduğunu gözlemiştir. Bu olayda soğuma hangi yollarla sağlanmıştır?

a) Yalnızca iletim yoluyla
b) Yalnızca konveksiyon yoluyla
c) Yalnızca radyasyon yoluyla
d) Konveksiyon ve iletim yoluyla
e) İletim, konveksiyon ve radyasyon yoluyla

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Yalnızca konveksiyon yoluyla çünkü ortamla etkileşim içerisinde

Şekil 71. K7 kodlu öğrencinin ön testin 14. sorusuna verdiği cevap

K7 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 72'de sunulmuştur.

Sıcaklığı 22 °C olan bir laboratuvar ortamında, öğrenci bir beher içerisine sıcaklığı 80 °C olan bir miktar sıcak su koymuştur. Bu beheri masanın üzerine bırakan öğrenci beherdeki suyun zamanla soğuduğunu gözlemiştir. Bu olayda soğuma hangi yollarla sağlanmıştır?

a) Yalnızca iletim yoluyla
b) Yalnızca konveksiyon yoluyla
c) Yalnızca radyasyon yoluyla
d) Konveksiyon ve iletim yoluyla
e) İletim, konveksiyon ve radyasyon yoluyla

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Her üçüde olmuştur çünkü konveksiyon ısınan taneçiklerin yukarı çıkması soğuyan taneçiklerin aşağıya inmesi, iletim maddeler arası taneçiklerin ısıyı aktarması, ısıya ise bulunduğu ortamda ısınlara yordumıyla ısınmasıdır

Şekil 72. K7 kodlu öğrencinin son testin 14. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 15. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 33'te sunulmuştur.

Tablo 33. ISBT'nin 15. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

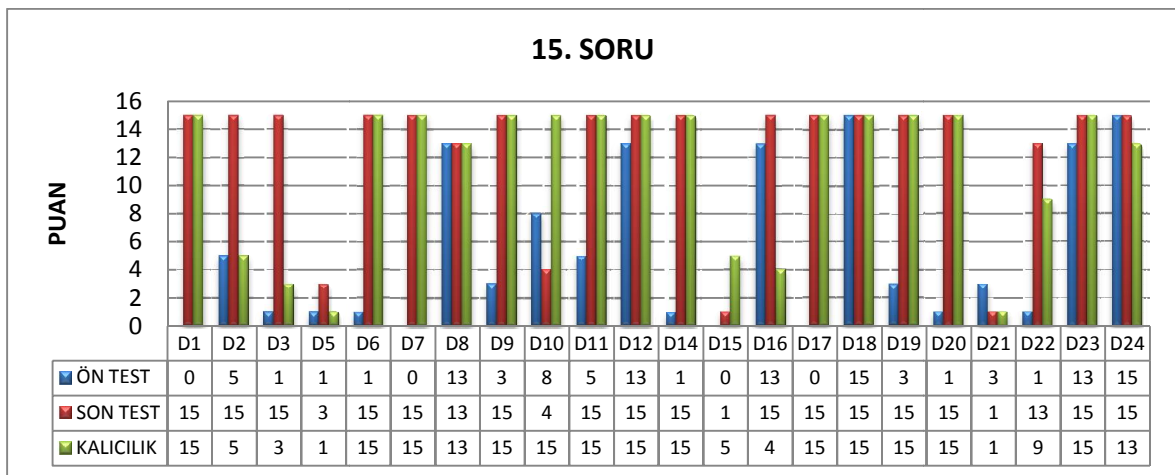
15. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	2	9,09	15	68,18	12	54,55	2	9,09	11	50,00	9	40,91
DS - KDN	4	18,18	3	13,64	3	13,64	2	9,09	3	13,64	2	9,09

Tablo 33'ün devamı

YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	2	9,09	2	9,09
DS - KYN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	2	9,09	0	0,00	2	9,09	5	22,73	0	0,00	1	4,55
YS - KYN	0	0,00	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - YN	3	13,64	1	4,55	1	4,55	3	13,64	2	9,09	3	13,64
YS - B	6	27,27	2	9,09	2	9,09	8	36,36	4	18,18	3	13,64
B - B	4	18,18	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	1	4,55

Tablo 33'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %13,64'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %4,55'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %68,18'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %13,64'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %9,09'a düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının değişmediği görülmüştür.

Şekil 73'te 15. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 73. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 15. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 73 incelendiğinde D9 ve D19 kodlu öğrencilerin ön testin 15. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 15. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D3 kodlu öğrenci ön testin 15. sorusundan 1 puan, son testin 15. sorusundan 15 puan ve kalıcılık testinin 15. sorusundan 3 puan almıştır. D9 ve D19 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D3 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-B, uygulama sonrasında son testte DS-DN ve kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D9 kodlu öğrencinin ön testin 15. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 74'te sunulmuştur.

16. Laboratuvar ortamında deney yaparken gerçekleşen aşağıdaki durumlardan hangisinde ısı ışıma yolu ile yayılmamıştır?

a) Yanan lambanın laboratuvarı ısıtması
b) Yanan ispirto ocağının üzerine elimizi yaklaştırmca elimizin ısınması
c) Yanan ispirto ocağının beherdeki suyu ısıtması
d) Gündüz güneş ışınlarının laboratuvarı ısıtması
e) Isıtılan deney tüpüne dokununca elimizin yanması

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
ilk lamba açıldığında bir süre sonra lamba ısınır.

Şekil 74. D9 kodlu öğrencinin ön testin 15. sorusuna verdiği cevap

D9 kodlu öğrencinin son testin 15. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 75'te sunulmuştur.

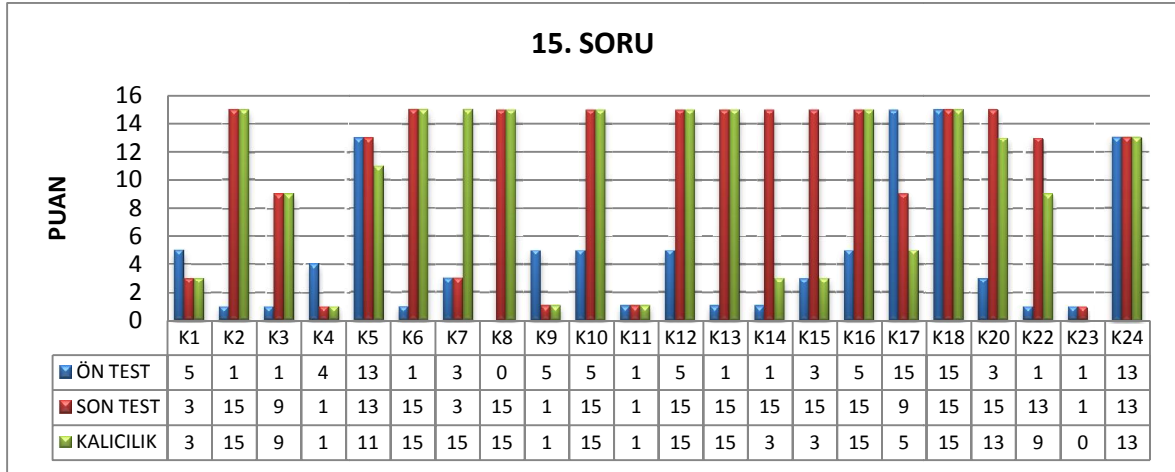
Laboratuvar ortamında deney yaparken gerçekleşen aşağıdaki durumlardan hangisinde ısı ışıma yolu ile yayılmamıştır?

anan lambanın laboratuvarı ısıtması ✓
anan ispirto ocağının üzerine elimizi yaklaştırmca elimizin ısınması
anan ispirto ocağının beherdeki suyu ısıtması
ündüz güneş ışınlarının laboratuvarı ısıtması ✓
ıtılan deney tüpüne dokununca elimizin yanması

İkki seçmemin nedeni;
kolunayla elimizin yanması ısı ışıma yoluyla yayılır.

Şekil 75. D9 kodlu öğrencinin son testin 15. sorusuna verdiği cevap

Şekil 76'da 15. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 76. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 15. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 76 incelendiğinde K2, K6 ve K13 kodlu öğrencilerin ön testin 15. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 15. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K7 kodlu öğrencinin ön testin ve son testin 15. sorusundan 3 puan, kalıcılık testinin 15. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı ön testte ve son testte YS-YN, kalıcılık testinde DS-DN kategorisinde yer almıştır.

K7 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 15. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 77'de sunulmuştur.

20. Laboratuvar ortamında deney yaparken gerçekleşen aşağıdaki durumlardan hangisinde ısı ışıma yolu ile yayılmamıştır?

a) Yanan lambanın laboratuvarı ısıtması ✓

b) Yanan ispirto ocağının üzerine elimizi yaklaştırdıkça elimizin ısınması ✓

c) Yanan ispirto ocağının beherdeki suyu ısıtması ✓

d) Gündüz güneş ışınlarının laboratuvarı ısıtması ✓

e) Isıtılan deney tüpüne dokununca elimizin yanması → ısı iletim yoluyla yayılır.

Bu şıkkı seçmemin nedeni: E ve J ısının iletim yoluyla alınması yokmasıdır.

Şekil 77. K7 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 15. sorusuna verdiği cevap

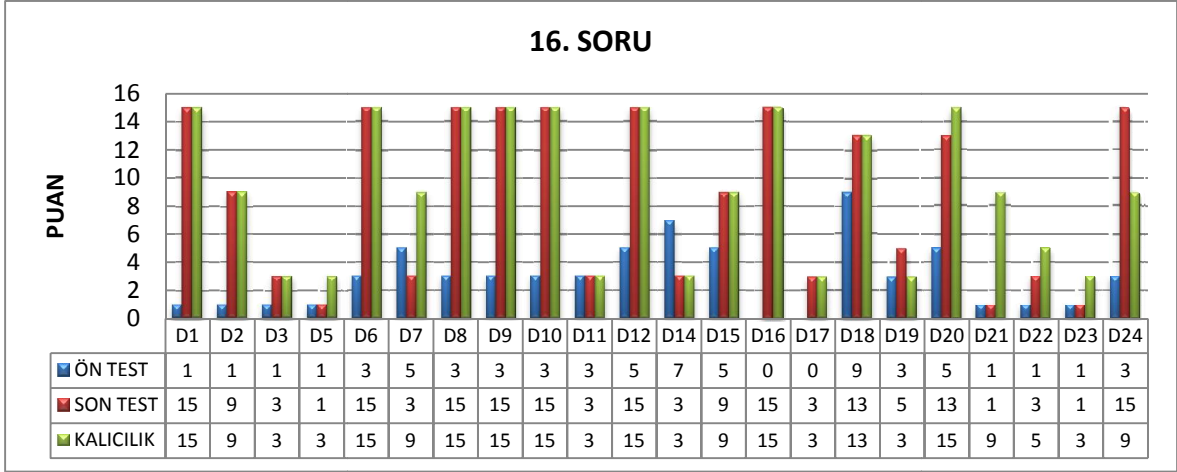
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 16. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 34'te sunulmuştur.

Tablo 34. ISBT'nin 16. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

16. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	8	36,36	8	36,36	0	0,00	7	31,82	7	31,82
DS - KDN	0	0,00	2	9,09	1	4,55	0	0,00	1	4,55	1	4,55
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	1	4,55	2	9,09	5	22,73	0	0,00	4	18,18	2	9,09
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	4,55
DS - YN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	0	0,00
DS - B	4	18,18	1	4,55	1	4,55	4	18,18	2	9,09	2	9,09
YS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - YN	7	31,82	6	27,27	7	31,82	5	22,73	6	27,27	6	27,27
YS - B	7	31,82	3	13,64	0	0,00	9	40,91	2	9,09	3	13,64
B - B	2	9,09	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	0	0,00

Tablo 34'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %22,73'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %36,36'sı DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %36,36'sının DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının değişmediği görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %22,73'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %27,27'ye düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %31,82'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %31,82'sinin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %27,27'ye yükseldiği görülmüştür.

Şekil 78'de 16. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 78. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 16. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 78 incelendiğinde D6, D8, D9 ve D10 kodlu öğrencilerin ön testin 16. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 16. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D21 kodlu öğrenci ön testin ve son testin 16. sorusundan 1 puan, kalıcılık testinin 16. sorusundan 9 puan almıştır. D6, D8, D9 ve D10 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D21 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesi ön testte ve uygulama sonrası son testte YS-B, uygulama sonrası kalıcılık testinde YS-KDN kategorisinde yer almıştır.

D8 kodlu öğrencinin ön testin 16. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 79'da sunulmuştur.

17. Karanlık bir laboratuarda kaloriferin laboratuvarı ısıtması aşağıdaki iletim yolu/yolları ile gerçekleşmektedir?

a) Konveksiyon
b) Işıma
c) İletim
d) Işıma-İletim
e) Işıma-Konveksiyon

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

* Isık olmadığı için ısımanın olduğunu düşünmüyorum.
* Konveksiyon hakkında bilmediğim için o şıkları eldim ve laboratuvar ortamında ısındığını ve nereden de iletim yoluyla olduğunu düşünmüyorum.

Şekil 79. D8 kodlu öğrencinin ön testin 16. sorusuna verdiği cevap

D8 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 80'de sunulmuştur.

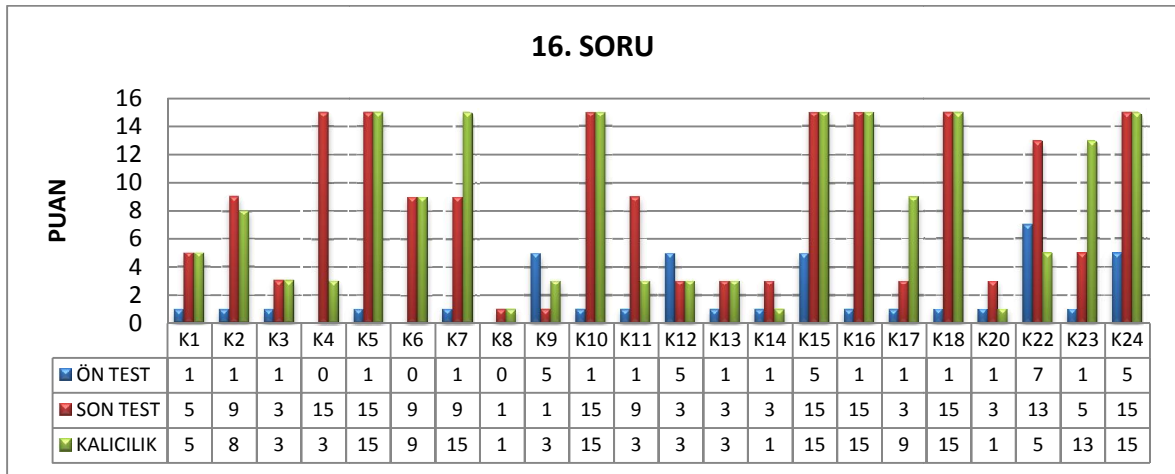
17. Karanlık bir laboratuarda kaloriferin laboratuarı ısıtması aşağıdaki iletim yolu/yolları ile gerçekleşmektedir?

a) Konveksiyon
b) Işıma
c) İletim
d) Işıma-İletim
e) Işıma-Konveksiyon

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Bu bir patın ısıma yoludur. Ve patlarda parçaları ısı iletim yolu konveksiyon ve ısıma yoludur

Şekil 80. D8 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap

Şekil 81'de 16. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 81. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 16. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 81 incelendiğinde K5 ve K10 kodlu öğrencilerin ön testin 16. sorusundan 1 puan, son test ve kalıcılık testlerinin 16. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K14 ve K20 kodlu öğrencilerin ön testin 16. sorusundan 1 puan, son testin 16. sorusundan 3 puan, kalıcılık testinin 16. sorusundan 1 puan aldıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları ön testte YS-B, son testte YS-YN ve kalıcılık testinde YS-B kategorisinde yer almıştır.

K14 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 82'de sunulmuştur.

17. Karanlık bir laboratuarda kaloriferin laboratuarı ısıtması aşağıdaki iletim yolu/yolları ile gerçekleşmektedir?

a) Konveksiyon
b) ışıma
c) İletim
d) ışıma-İletim
e) ışıma-Konveksiyon

Bu şıkkı seçmemin nedeni; Yalnızca konveksiyon yolu ile iletim vardır. Burada ısınan su yoğunluğundan dolayı yukarı çıkar, soğuk olan su aşağıya iner. Bu dikkatli söz konusudur. ışıma yolu ile iletim yoktur çünkü ortam karanlıktır.

Şekil 82. K14 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap

K5 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 83'te sunulmuştur.

17. Karanlık bir laboratuarda kaloriferin laboratuarı ısıtması aşağıdaki iletim yolu/yolları ile gerçekleşmektedir?

a) Konveksiyon
b) ışıma
c) İletim
d) ışıma-İletim
e) ışıma-Konveksiyon

Bu şıkkı seçmemin nedeni; ışıma yoluyla iletim her zaman gerçekleşecektir. Isınan suyun hacminin ortamı yukarı çıkması olayları... Soğuk olan yerin soğuk olan yeri ısıtması. Konveksiyon yoluyla gerçekleşir. Kaloriferdeki laboratuarı ısıtma olayı.

(yoğunluğun düşüp)
(mekkep-su dengeli)

Şekil 83. K7 kodlu öğrencinin son testin 16. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 17. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 35'te sunulmuştur.

Tablo 35. ISBT'nin 17. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

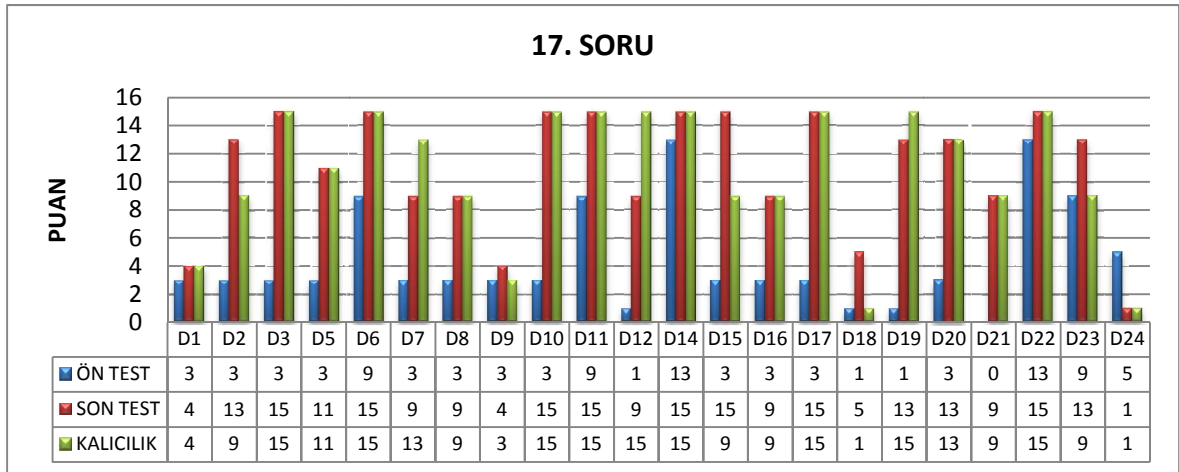
17. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	9	40,91	9	40,91	1	4,55	8	36,36	4	18,18
DS - KDN	2	9,09	3	13,64	2	9,09	3	13,64	3	13,64	1	4,55
YS - DN	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	2	9,09	5	22,73	6	27,27	3	13,64	5	22,73	5	22,73
DS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	1	4,55	1	4,55	0	0,00	2	9,09	0	0,00	2	9,09
YS - KYN	0	0,00	2	9,09	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00

Tablo 35'in devamı

YS - YN	12	54,55	0	0,00	1	4,55	4	18,18	0	0,00	3	13,64
YS - B	3	13,64	1	4,55	2	9,09	8	36,36	5	22,73	6	27,27
B - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	1	4,55	1	4,55

Tablo 35'te yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %54,55'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %40,91'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,18'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %36,36'sı DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %18,18'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %13,64'e düştüğü görülmüştür.

Şekil 84'te 17. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 84. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 17. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 84 incelendiğinde D3, D10 ve D17 kodlu öğrencilerin ön testin 17. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 17. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D1 kodlu öğrenci ön testin 17. sorusundan 3 puan, son testin ve kalıcılık testinin 17. sorusundan 4 puan almıştır. D3, D10 ve D17 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde,

D1 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-YN, uygulama sonrasında YS-KYN kategorisinde yer almıştır.

D3 kodlu öğrencinin ön testin 17. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 85'te sunulmuştur.

18. Bir öğrenci laboratuvarında bulunan farklı boylardaki X,Y,Z metal çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor, belirli zaman aralıklarında çubukların boylarını ölçüyor ve ölçüm sonuçlarını kaydediyor.

Metal	İlk Boyu (cm)	10 dk sonra boyu (cm)	25 dakika sonra boyu (cm)	60 dakika sonra boyu (m)
X	50	52	55	62
Y	100	108	120	148
Z	150	154	160	174

Buna göre çubukların boyca genişleme katsayıları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi gibidir?

a) $X > Y > Z$ b) $Y > X > Z$ c) $Y > Z > X$ d) $Z > Y > X$ e) $Z > X > Y$

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Genleşme katsayısının boy uzunluğu ile doğru orantılı olmasıdır.

Şekil 85. D3 kodlu öğrencinin ön testin 17. sorusuna verdiği cevap

D3 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 86'da sunulmuştur.

18. Bir öğrenci laboratuvarında bulunan farklı boylardaki X,Y,Z metal çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor, belirli zaman aralıklarında çubukların boylarını ölçüyor ve ölçüm sonuçlarını kaydediyor.

Metal	İlk Boyu (cm)	10 dk sonra boyu (cm)	25 dakika sonra boyu (cm)	60 dakika sonra boyu (m)
X	50	52	55	62
Y	100	108	120	148
Z	150	154	160	174

Buna göre çubukların boyca genişleme katsayıları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi gibidir?

a) $X > Y > Z$ b) $Y > X > Z$ c) $Y > Z > X$ d) $Z > Y > X$ e) $Z > X > Y$

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

$l = l_0 \lambda \cdot \Delta t$

$\lambda_x = 50 \cdot \lambda \cdot \Delta t$

$\lambda_y = 100 \cdot \lambda \cdot \Delta t$

$\lambda_z = 150 \cdot \lambda \cdot \Delta t$

$\lambda_y > \lambda_x > \lambda_z$

$\frac{12}{50} = \lambda_x$

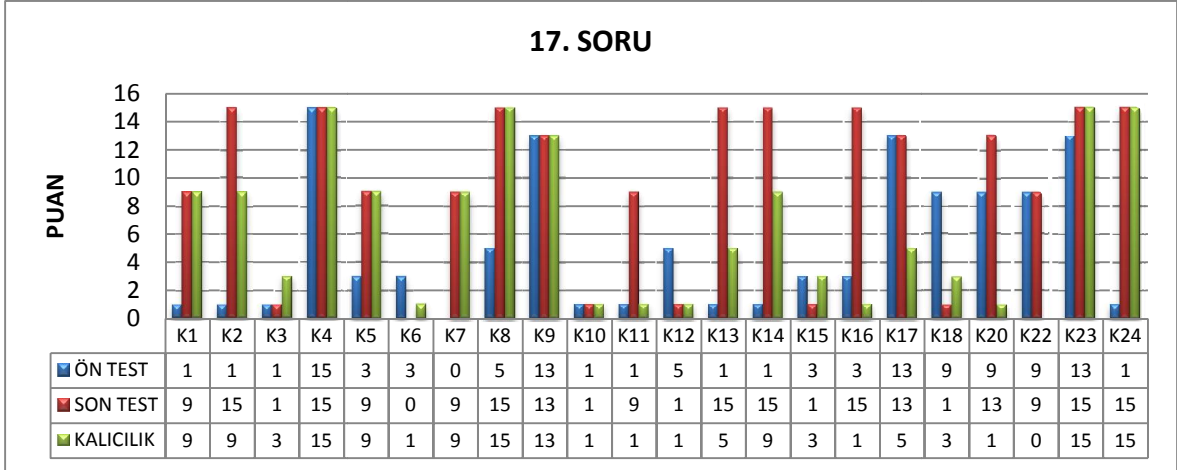
$\frac{48}{100} = \lambda_y$

$\frac{24}{150} = \lambda_z$

Genleşme katsayısı karede nin uzama miktarı ile doğru orantılıdır. Genleşme katsayısının büyük olması demek uzama miktarıdır.

Şekil 86. D3 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği cevap

Şekil 87'de 17. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 87. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 17. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 87 incelendiğinde K4 ve K9 kodlu öğrencilerin cevaplarının uygulama öncesi ve uygulama sonrasında değişmediği, K4 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ve sonrasında 15 puan aldığı ve cevabının DS-DN, K9 kodlu öğrencinin uygulama öncesi ve sonrasında 13 puan aldığı ve cevabının DS-KDN kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-B kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır. K18 kodlu öğrencinin ön testin 17. sorusundan 9 puan, son testin 17. sorusundan 1 puan, kalıcılık testinin 17. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. Bu öğrencinin cevabı ön testte YS-KDN, son testte YS-B ve kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K9 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği YS-KDN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 88'de sunulmuştur.

18. Bir öğrenci laboratuarda bulunan farklı boylardaki X,Y,Z metal çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor, belirli zaman aralıklarında çubukların boylarını ölçüyor ve ölçüm sonuçlarını kaydediyor.

Metal	İlk Boyu (cm)	10 dk sonra boyu (cm)	25 dakika sonra boyu (cm)	60 dakika sonra boyu (m)
X	50	52	55	62
Y	100	108	120	148
Z	150	154	160	174

Buna göre çubukların boyca genişleme katsayıları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi gibidir?

a) $X > Y > Z$ b) $Y > X > Z$ c) $Y > Z > X$ d) $Z > Y > X$ e) $Z > X > Y$

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Çünkü Boy uzamalarında en fazla fark Y'dedir. Genleşme katsayısı boyca uzamasıyla doğru orantılıdır.
En fazla uzama Y sonra Z ve en son X'dir.

Şekil 88. K9 kodlu öğrencinin son testin 17. sorusuna verdiği cevap

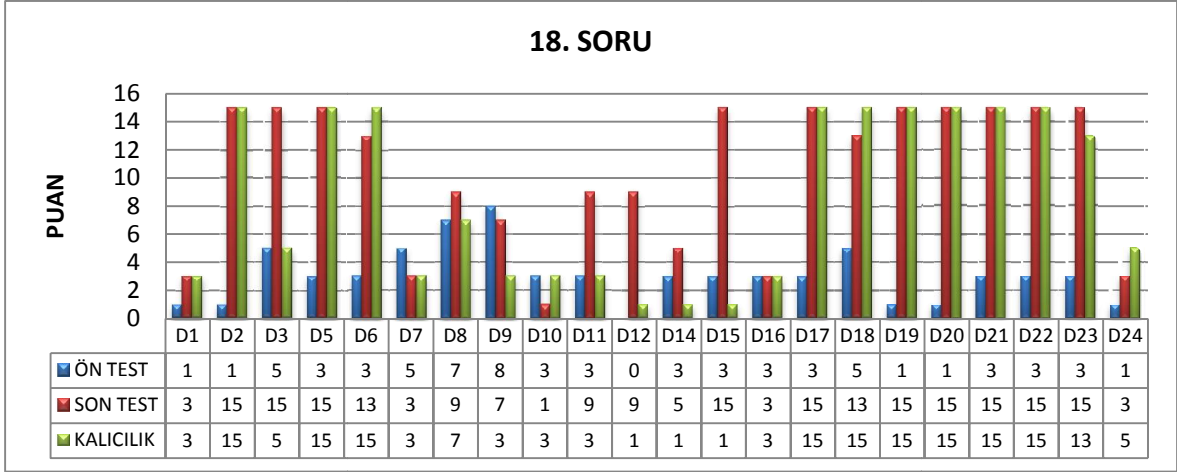
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 18. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36. ISBT'nin 18. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

18. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	0	0,00	10	45,45	9	40,91	2	9,09	11	50,00	8	36,36
DS - KDN	0	0,00	2	9,09	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - DN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	3	13,64	0	0,00	1	4,55	1	4,55	0	0,00
DS - KYN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	1	4,55	1	4,55	1	4,55	1	4,55	1	4,55	0	0,00
DS - B	3	13,64	1	4,55	1	4,55	3	13,64	0	0,00	2	9,09
YS - KYN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	9,09	0	0,00	2	9,09
YS - YN	11	50,00	4	18,18	7	31,82	6	27,27	7	31,82	7	31,82
YS - B	5	22,73	1	4,55	2	9,09	5	22,73	2	9,09	3	13,64
B - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	0	0,00

Tablo 36'da yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %50'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %8,18'e düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %45,45'i DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %40,91'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %31,82'ye düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %27,27'si YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %31,82'ye düşmüş, öğrencilerin cevaplarının %50'si DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %36,36'sının DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %31,82'ye yükseldiği görülmüştür.

Şekil 89'da 18. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 89. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 18. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 89 incelendiğinde D5, D17, D21 ve D22 kodlu öğrencilerin ön testin 18. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 18. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D16 kodlu öğrenci ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 18. sorusundan 3 puan almıştır. D5, D17, D21 ve D22 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D16 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde ve sonrasında değişmemiş, YS-YN kategorisinde yer almıştır.

D5 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 90'da sunulmuştur.

19. Bir öğrenci laboratuvarında bulunan farklı uzunluktaki K, L ve M çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor.

Madde	İlk boy (m)	Sıcaklık değişimi (°C)	Boyca genişleme (m)
K	1	40	0,2
L	2	80	0,2
M	3	80	0,3

Yukarıdaki tabloda verilen büyüklere göre, laboratuvarında bulunan K, L ve M çubukları hakkında ne söylenebilir?

a) K ve L aynı madde olabilir, M farklıdır.
b) K ve M aynı madde olabilir, L farklıdır.
c) L ve M aynı olabilir, K farklıdır.
d) Üçü de aynı madde olabilir.
e) Üçü de farklı madde olabilir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;
Aralarındaki arana bakıldığında bu yorumu yapabiliriz.

Şekil 90. D5 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği cevap

D5 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 18. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 91'de sunulmuştur.

23. Bir öğrenci laboratuarda bulunan farklı uzunluktaki K, L ve M çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor.

Madde	İlk boy (m)	Sıcaklık değişimi (°C)	Boyca genişleme (m)
K	1	40	0,2
L	2	80	0,2
M	3	80	0,3

Yukarıdaki tabloda verilen büyüklere göre, laboratuarda bulunan K, L ve M çubukları hakkında ne söylenebilir?

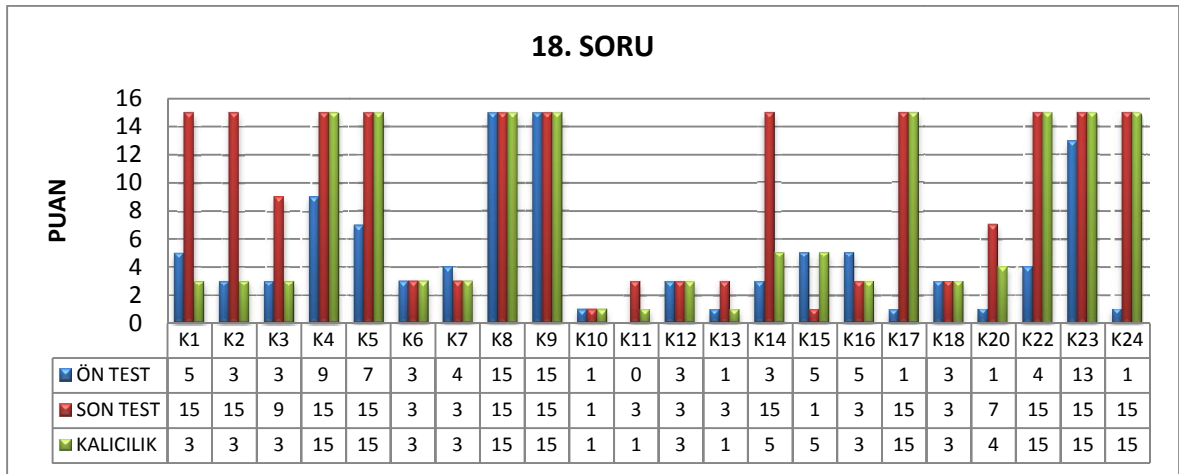
a) K ve L aynı madde olabilir, M farklıdır.
b) K ve M aynı madde olabilir, L farklıdır.
c) L ve M aynı olabilir, K farklıdır.
d) Üçü de aynı madde olabilir.
e) Üçü de farklı madde olabilir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Bu soruda $Q = \rho \cdot \lambda \cdot \Delta t$ formülüne kullanırsak maddelerin arasında farklı maddeler aldığını görürüz
 $0,2 = 1 \cdot K \cdot 40 = 0,005$
 $0,2 = 2 \cdot L \cdot 80 = 0,0025$
 $0,3 = 3 \cdot M \cdot 80 = 0,0025$

Şekil 91. D5 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 18. sorusuna verdiği cevap

Şekil 92'de 18. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 92. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 18. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 92 incelendiğinde K2 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusundan 3 puan, son testin 18. sorusundan 15 puan ve kalıcılık testinin 18. sorusundan 3 puan aldığı görülmektedir. K6 ve K18 kodlu öğrenciler ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 18. sorusundan 3 puan almıştır. K2 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında son testte DS-DN, kalıcılık testinde YS-YN kategorisinde K6 ve K18 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde ve sonrasında değişmemiş, YS-YN kategorisinde yer almıştır.

K2 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 93'te sunulmuştur.

19. Bir öğrenci laboratuarda bulunan farklı uzunluktaki K, L ve M çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor.

Madde	İlk boy (m)	Sıcaklık değişimi (°C)	Boyca genişleme (m)
K	1	40	0,2
L	2	80	0,2
M	3	80	0,3

Yukarıdaki tabloda verilen büyüklere göre, laboratuarda bulunan K, L ve M çubukları hakkında ne söylenebilir?

a) K ve L aynı madde olabilir, M farklıdır.
 b) K ve M aynı madde olabilir, L farklıdır.
 c) L ve M aynı olabilir, K farklıdır.
 d) Üçü de aynı madde olabilir.
 e) Üçü de farklı madde olabilir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Genleşme miktarı aynı olduğundan K ve L aynı madde olabilir,

Şekil 93. K2 kodlu öğrencinin ön testin 18. sorusuna verdiği cevap

K2 kodlu öğrencinin son testin 18. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 94'te sunulmuştur.

19. Bir öğrenci laboratuarda bulunan farklı uzunluktaki K, L ve M çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor.

Madde	İlk boy (m)	Sıcaklık değişimi (°C)	Boyca genişleme (m)
K	1	40	0,2
L	2	80	0,2
M	3	80	0,3

Yukarıdaki tabloda verilen büyüklere göre, laboratuarda bulunan K, L ve M çubukları hakkında ne söylenebilir?

a) K ve L aynı madde olabilir, M farklıdır.
 b) K ve M aynı madde olabilir, L farklıdır.
 c) L ve M aynı olabilir, K farklıdır.
 d) Üçü de aynı madde olabilir.
 e) Üçü de farklı madde olabilir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

*$\Delta L = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$
 $K \text{ için } 0,2 = 1 \cdot \alpha \cdot 40 \quad \alpha_1 = 0,25$
 $L \text{ için } 0,2 = 2 \cdot \alpha \cdot 80 \quad \alpha_2 = 1$
 $M \text{ için } 0,3 = 3 \cdot \alpha \cdot 80 \quad \alpha_3 = 1$*

Bu ifadelerden L ve M aynı madde olabilir.

Şekil 94. K2 kodlu öğrencinin son testin 18. sorusuna verdiği cevap

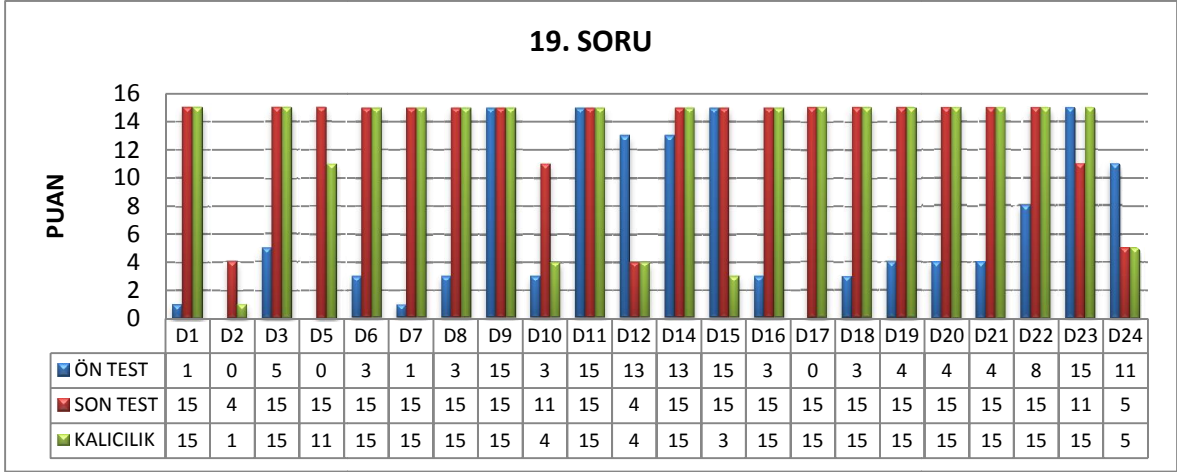
TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin ISBT'nin 19. sorusuna verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan cevapların frekans ve yüzde değerleri Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37. ISBT'nin 19. Sorusuna Verilen Cevaplara Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Cevapların Frekans ve Yüzde Değerleri

19. Soru	TGA						İSPAT					
	Ön test		Son test		Kalıcılık		Ön test		Son test		Kalıcılık	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
DS - DN	4	18,18	16	72,73	15	68,18	4	18,18	13	59,09	10	45,45
DS - KDN	2	9,09	0	0,00	0	0,00	1	4,55	3	13,64	0	0,00
YS - DN	1	4,55	2	9,09	1	4,55	1	4,55	0	0,00	0	0,00
YS - KDN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - KYN	1	4,55	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - YN	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DS - B	1	4,55	0	0,00	0	0,00	1	4,55	0	0,00	2	9,09
YS - KYN	3	13,64	2	9,09	2	9,09	5	22,73	2	9,09	4	18,18
YS - YN	5	22,73	0	0,00	1	4,55	1	4,55	3	13,64	2	9,09
YS - B	2	9,09	1	4,55	1	4,55	5	22,73	1	4,55	4	18,18
B - B	3	13,64	1	4,55	1	4,55	4	18,18	0	0,00	0	0,00

Tablo 37'de yer alan veriler incelendiğinde, ISBT ön testinde deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %22,73'ü YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %0'a düşmüş ve öğrencilerin cevaplarının %72,73'ü DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise deney grubu öğrencilerinin cevaplarının %68,18'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %4,55'e düştüğü görülmüştür. ISBT ön testinde kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %4,55'i YS-YN kategorisinde yer alırken son testinde bu oran %13,64'e yükselmiş, öğrencilerin cevaplarının %59,09'u DS-DN kategorisinde yer almıştır. Kalıcılık testinde ise kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarının %45,45'inin DS-DN kategorisinde yer aldığı, YS-YN kategorisinde yer alan öğrenci cevapları oranının %9,09'a yükseldiği görülmüştür.

Şekil 95'te 19. soruyu cevaplayan deney grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 95. Deney grubu öğrencilerinin ISBT'nin ön test, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 95 incelendiğinde D6 ve D8 kodlu öğrencilerin ön testin 19. sorusundan 3 puan, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. D19, D20 ve D21 kodlu öğrenciler ön testin 19. sorusundan 4 puan, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan 15 puan almıştır. D6 ve D8 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-YN kategorisinde yer alırken uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde, D19, D20 ve D21 kodlu öğrencilerin cevapları uygulama öncesinde YS-KYN, uygulama sonrasında DS-DN kategorisinde yer almıştır.

D8 kodlu öğrencinin ön testin 19. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 96'da sunulmuştur.

20. Bazı maddelerin ısı iletkenliklerini araştıran bir öğrenci laboratuardaki çeşitli malzemeleri kullanarak farklı sıcaklıklarda aynı miktarda bulunan suların etrafını kaplıyor ve suların sıcaklık değişimini gözlemliyor. Öğrencinin suyun zamana bağlı sıcaklık değişimi ile ilgili verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Madde	İlk Sıcaklık (°C)	3 dk sonraki sıcaklık (°C)	6 dakika sonraki sıcaklık (°C)	10 dakika sonraki sıcaklık (°C)	20 dakika sonraki sıcaklık (°C)
Strafor Köpük	90	87	83	78	69
Alüminyum Folyo	95	85	70	50	25
Yün Bez	85	81	77	70	60
Pamuk Bez	75	70	64	54	40
Plastik	80	73	63	48	25

Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi iyi bir ısı iletkenidir?

a) Strafor köpük
b) Pamuk
c) Yün bez
d) Alüminyum folyo
e) Plastik

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Sıcaklık farklarına bakarak bu şıkkı seçtim ve ilk baştaki sıcaklığı en yüksek olan strafor köpük olduğu için.

Şekil 96. D8 kodlu öğrencinin ön testin 19. sorusuna verdiği cevap

D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 19. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 97'de sunulmuştur.

24. Bazı maddelerin ısı iletkenliklerini araştırarak bir öğrenci laboratuvarındaki çeşitli malzemeleri kullanarak farklı sıcaklıklarda aynı miktarda bulunan suların etrafını kaplıyor ve suların sıcaklık değişimini gözlemliyor. Öğrencinin suyun zamana bağlı sıcaklık değişimi ile ilgili verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Madde	İlk Sıcaklık (°C)	3 dk sonraki sıcaklık (°C)	6 dakika sonraki sıcaklık (°C)	10 dakika sonraki sıcaklık (°C)	20 dakika sonraki sıcaklık (°C)
Strafor Köpük	90	87	83	78	69
Alüminyum Folyo	95	85	70	50	25
Yün Bez	85	81	77	70	60
Pamuk Bez	75	70	64	54	40
Plastik	80	73	63	48	25

Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi iyi bir ısı iletkenidir?

a) Strafor köpük
b) Pamuk
c) Yün bez
d) Alüminyum folyo
e) Plastik

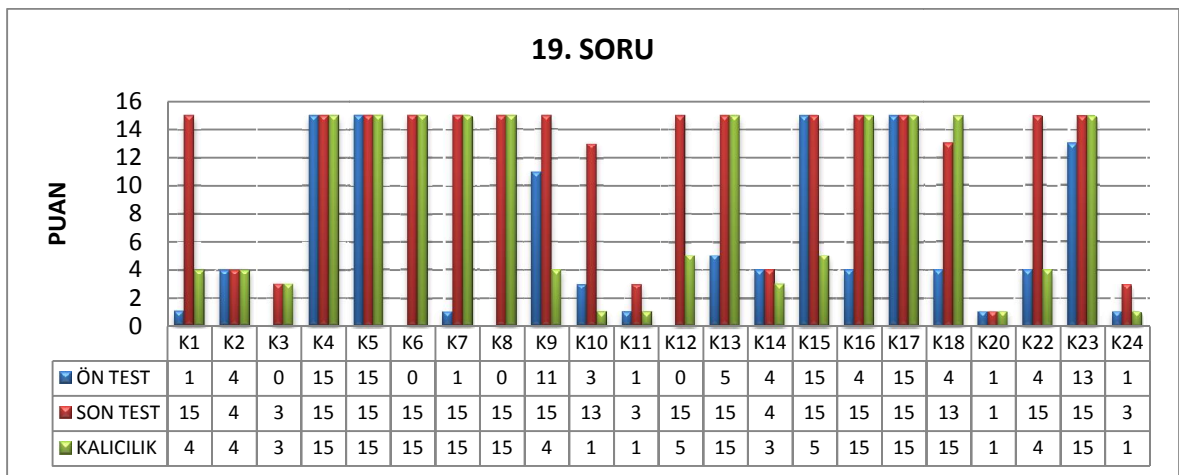
Bu şıkkı seçmemin nedeni;

* Çünkü maddenin iyi bir ısı iletkeni olması için sıcaklık farkının fazla olması gerekir. Bu da ortamdaki havanın daha az olması demektir. Hava iyi bir ısı yalıtkanıdır.

* Yukarıdaki malzemelerden aralarında en çok sıcaklık farkı oluşturan malzeme "alüminyum folyo"dur.

Şekil 97. D8 kodlu öğrencinin kalıcılık testinin 19. sorusuna verdiği cevap

Şekil 98'de 19. soruyu cevaplayan kontrol grubu öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere göre aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.



Şekil 98. Kontrol grubu öğrencilerinin ISBT ön test, son test ve kalıcılık testinin 19. sorusundan aldıkları puanlarının karşılaştırılması

Şekil 98 incelendiğinde K4, K5 ve K17 kodlu öğrencilerin ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 19. sorusundan 15 puan aldığı görülmektedir. K6 ve K18 kodlu öğrenciler ön testin, son testin ve kalıcılık testinin 18. sorusundan 3 puan almıştır. K10 kodlu öğrenci ön testin 19. sorusundan 3 puan, son testin 18. sorusundan 13 puan ve kalıcılık testinin 19. sorusundan 1 puan almıştır. K4, K5 ve K17 kodlu öğrencilerin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında değişmemiş, DS-DN kategorisinde yer almıştır. K10 kodlu öğrencinin cevabı uygulama öncesi ön testte YS-YN, uygulama sonrası son testte DS-KDN ve kalıcılık testinde YS-B kategorisinde yer almıştır.

K10 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 99'da sunulmuştur.

20. Bazı maddelerin ısı iletkenliklerini araştıran bir öğrenci laboratuardaki çeşitli malzemeleri kullanarak farklı sıcaklıklarda aynı miktarda bulunan suların etrafını kaplıyor ve suların sıcaklık değişimini gözlemliyor. Öğrencinin suyun zamana bağlı sıcaklık değişimi ile ilgili verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Madde	İlk Sıcaklık (°C)	3 dk sonraki sıcaklık (°C)	6 dakika sonraki sıcaklık (°C)	10 dakika sonraki sıcaklık (°C)	20 dakika sonraki sıcaklık (°C)
Strafor Köpük	90	87	83	78	69
Alüminyum Folyo	95	85	70	50	25
Yün Bez	85	81	77	70	60
Pamuk Bez	75	70	64	54	40
Plastik	80	73	63	48	25

Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi iyi bir ısı iletkenidir?

a) Strafor köpük
b) Pamuk
c) Yün bez
d) Alüminyum folyo
e) Plastik

Bu şıkkı seçmemin nedeni; Hava içerisinde solumdur. Havada iyi bir iletkenidir.

Şekil 99. K10 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği cevap

K5 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 100'de sunulmuştur.

20. Bazı maddelerin ısı iletkenliklerini araştıran bir öğrenci laboratuardaki çeşitli malzemeleri kullanarak farklı sıcaklıklarda aynı miktarda bulunan suların etrafını kaplıyor ve suların sıcaklık değişimini gözlemliyor. Öğrencinin suyun zamana bağlı sıcaklık değişimini ile ilgili verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Madde	İlk Sıcaklık (°C)	3 dk sonraki sıcaklık (°C)	6 dakika sonraki sıcaklık (°C)	10 dakika sonraki sıcaklık (°C)	20 dakika sonraki sıcaklık (°C)
Strafor Köpük	90	87	83	78	69
Alüminyum Folyo	95	85	70	50	25
Yün Bez	85	81	77	70	60
Pamuk Bez	75	70	64	54	40
Plastik	80	73	63	48	25

Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi iyi bir ısı iletkenidir?

a) Strafor köpük
b) Pamuk
c) Yün bez
d) Alüminyum folyo
e) Plastik

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Sıcaklık değişimi hakkında daha az oluyor ise o iyi bir yalıtıcıdır. Hangisi de fazla oluyorsa o da iyi bir iletken, kötü bir yalıtıcıdır. Sıcaklık değişimi en fazla alüminyum folyoda olduğu için iyi bir ısı iletkenidir dedim.

Şekil 100. K5 kodlu öğrencinin son testin 19. sorusuna verdiği cevap

4. 3. TGA Çalışma Yapraklarının Kategorilere Göre Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde TGA yöntemine dayalı hazırlanan TGA çalışma yapraklarının kategorilere göre analizinden elde edilen bulgular her bir etkinlik için ayrı ayrı tablolar halinde verilmiştir.

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubunda öğrencilerin tahminlerini, gözlemlerini ve açıklamalarını yazdıkları her etkinlik için ayrı hazırlanmış çalışma yapraklarında yer alan, tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplar için kategoriler oluşturulmuş ve bu kategorilerde yer alan öğrenci cevapları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin tahmin, gözlem ve açıklama aşamalarında sorulara verdikleri cevaplardan örnekler sunulmuştur. Öğrencilerin tahmin sorularına verdikleri cevaplardan örnekler sunulurken cevaplarında sık yer alan kavram yanlış ve yanlış ifadeler, gözlem ve açıklama sorularına verdikleri cevaplardan örnekler sunulurken cevaplarında sık yer alan ifadeler yer verilmiştir.

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 1. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 38'de sunulmuştur.

Tablo 38. Deney Grubu Öğrencilerinin 1. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

1. ETKİNLİK: Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?" (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 1, 2, 3, 6, 8)	
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D2, D9, D12, D15, D20
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D5, D17, D21, D23
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D6, D11, D22, D24
Boş - Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D10
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D1, D7, D19
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D8, D14, D18
Boş - Kısmen Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D3
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D16
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Boş - Yanlış Açıklama	
Doğru Gerekçe- Boş	
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş	
Yanlış Gerekçe- Boş	
Boş / Boş	

Tablo 38 incelendiğinde 5 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kısmen doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 4 öğrencinin tahmini için yanlış gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 3 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 2 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadıkları, açıklamalarının kavram yanılgılı oldukları görülmüştür.

D21 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği KYG-DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 101'de sunulmuştur.

1. Sizce bir maddeye ısı verdiğimizde sıcaklığı sürekli artar mı? Neden? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.
Evet olur çünkü ısı aldıkça buna bağlı olarak sıcaklığı artmalıdır.
diye düşünüyorum. Çünkü ısı ve sıcaklık doğru orantılıdır.

Şekil 101. D21 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap

D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 102'de sunulmuştur.

1. Sizce bir maddeye ısı verdiğimizde sıcaklığı sürekli artar mı? Neden? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.
Bence artmaz. Öyle olsaydı maddelerin belirli bir ısı iletim katsayıları olmazdı yada maddelerin halleri olmayabilirdi. Mesela bir madde plazma halinden sonra geçebileceği başka bir hal daha olmalıydı.

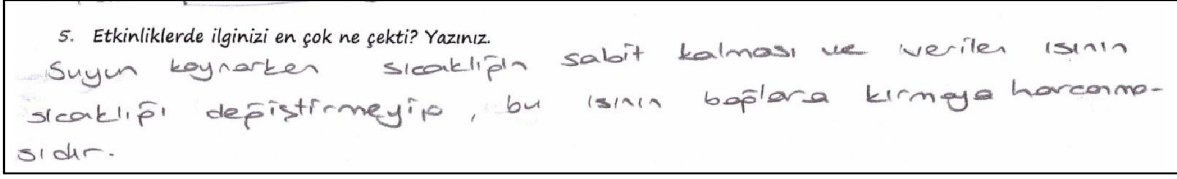
Şekil 102. D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap

D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 103'te sunulmuştur.

3. Yaptığınız gözlemlerle tahminlerinizi karşılaştırdığınızda tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Farklılıklar (varsa) neden kaynaklanmış olabilir?
Yaptığım gözlemlerde su kaynarken ısı verdiğimizde sıcaklığı sabit kalmıştı çünkü verilen ısı buğuları kırmak için kullanılıyordu. Ayrıca maddelere verilen ısı, madde hal değişimine kadar sıcaklığın artmasını sağlıyor. Tahminimde de maddelere sürekli verilen ısı sayesinde sıcaklığın artmadığını yazmıştım ve bence plazma halini vermiştim. Ama sebebini açıklayamadım ve bu düzeyde sebebinin su moleküllerinin bağlarına kırılmasıyla ilişkisine anlardım.

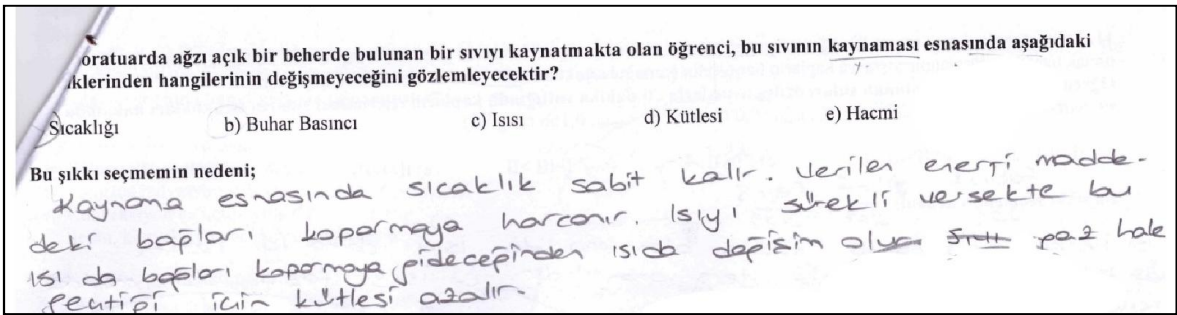
Şekil 103. D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D6 kodlu öğrencinin 1. etkinlikte yer alan "Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız." sorusuna verdiği cevap Şekil 104'te sunulmuştur.



Şekil 104. D6 kodlu öğrencinin “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” sorusuna verdiği cevap

D6 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 6. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 105'te sunulmuştur.



Şekil 105. D6 kodlu öğrencinin ISBT'nin 6. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 2. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39. Deney Grubu Öğrencilerinin 2. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

2. ETKİNLİK: Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi? (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 5)	
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D2, D11, D14
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D3, D7, D8, D15, D21
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D9, D12, D16, D17, D18, D20, D23
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	
Boş - Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D1, D5, D6, D10
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	

Tablo 39'un devamı

Boş - Kısmen Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	D22
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	D24
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Boş - Yanlış Açıklama	
Doğru Gerekçe- Boş	
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş	
Yanlış Gerekçe- Boş	D19
Boş / Boş	

Tablo 39 incelendiğinde 3 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 5 öğrencinin tahmini için kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 7 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 7 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadıkları, 4 öğrencinin açıklamalarının kısmen doğru, 2 öğrencinin açıklamalarının yanlış olduğu görülmüştür.

D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği KYG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 106'da sunulmuştur.

1. yazınız.	Sizce termometrelerin birbirlerinden farklı olma nedenleri neler olabilir? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.
	- Sıcaklık cisimlerin farklı olmasından olabilir.
	- Bütün sıcaklık değerleri her termometre ile ölçülmez. Çünkü; her sıcaklığın cinsi farklı olabilir. Kimisi °C, kimisi F gibi

Şekil 106. D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap

D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 107'de sunulmuştur.

2. Her sıcaklık değeri her termometre ile ölçüldü mü? Neden? Tahmininiz ile gözlemlerinizi uyuştu mu?

Her sıcaklık değeri her termometre ile ölçülmez. Çünkü; her termometrenin kullanım alanı farklıdır. Örneğin; fırın sıcaklığını metal termometre ile, sıvuların sıcaklığını sıvılı termometreler ile ve hasta sıcaklığını da hasta termometresi ile ölçeriz. Yaptığımız deneyde de hasta termometresi kullanarak her termometrenin her sıcaklık değeri ölçemediğini gördük. Tahminlerim ile gözlemlerim uydu.

Şekil 107. D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan "Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız." sorusuna verdiği cevabı Şekil 108'de sunulmuştur.

Etkinliklerde ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.

Hasta termometresi ile sıcaklık ölçme ve Fahrenheit cinsinden sıcaklık ölçek basamakları en çok ilginizi çeken basamak oldu.

Şekil 108. D16 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan "Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız." sorusuna verdiği cevap

D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği KYG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 109'da sunulmuştur.

1. Sizde termometrelerin birbirlerinden farklı olma nedenleri neler olabilir? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.

→ Sıcaklık derecesine göre termometre kullanılır. Bu termometrelerden bazıları 100, bazıları Sicaklığı ölçer (müela = Brit'inin Wundendor 100, Celsius sıcaklığı ölçer.)

Şekil 109. D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap

D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 110'da sunulmuştur.

Termometre her sıcaklığı ölçme için kullanılan maddenin kaynama ve donma noktalarına göre seçilir.
 Deneğin Süresi → Cıva kullanılır. Kaynama ve donma noktası buna uygundur.
 Çok sıcak bir ortamda Alkol " . Kaynama ve donma noktası buna uygundur.
 Kullanım amacına ve ölçmelerine göre seçilir.
 Fırınlarda metal termometre kullanılır. (1600°C)
 Ölçmeleri ise hassas bir ölçüm yapmak istersek ona göre termometre kullanmamız gerekir.

Şekil 110. D12 kodlu öğrencinin 2. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D12 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 5. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 111'de sunulmuştur.

6. Laboratuarda içerisinde farklı sıvıların yer aldığı 4 çeşit termometre yer bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda laboratuarda bulunan termometreler içerisindeki sıvıların erime ve kaynama noktaları verilmiştir.

Sıvı	Donma Noktası	Kaynama Noktası
Alkol	-115 °C	78 °C
Su	0 °C	100 °C
Zeytinyağı	5 °C	200 °C
Cıva	-39 °C	358 °C

Buna göre sıcaklıkların 15 °C ile 125 °C arasında değiştiği bir ortamda ölçüm yapan bir öğrenci içerisinde hangi sıvının bulunduğu termometreyi kullanmalıdır?

a) Su-Cıva b) Zeytinyağı-Su c) Alkol-Su d) Alkol-Cıva e) Cıva-Zeytinyağı

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Her maddenin kaynama noktası ve donma noktası vardır. Kullanılmayan termometreler içinde bulunan maddelere dikkat etmeliyiz. Çünkü her sıcaklık ölçmesini ölçme yaparken kaynama ve donma noktası dikkate alınmalıdır. Burada cıva ve zeytinyağı uygundur.

Şekil 111. D12 kodlu öğrencinin ISBT'nin 5. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 3. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 40'ta sunulmuştur.

Tablo 40. Deney Grubu Öğrencilerinin 3. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

3. ETKİNLİK: Kaynama Noktasını Neler Etkiler? (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 7)			
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	2. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	3.Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D7, D10, D17, D23	D8, D9, 12, D15, D20	D14
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D1, D2, D3, D4, D8, D9, D11, D12, D14, D15, D16, D18, D20, D24	D2, D5, D11, D14, D16, D17, D18, D22	D21
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama			D22
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama		D24	D2, D3, D5, D6, D7, D8, D9, D10, D17, D18, D19, D20
Boş - Doğru Açıklama	D6, D19, D21, D22	D1, D3, D6, D7, D10, D19, D21	D16, D23
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama			
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama			
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama			D11, D12, D15, D24
Boş - Kısmen Doğru Açıklama			
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		D23	
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama			
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Boş - Yanlış Açıklama			
Doğru Gerekçe- Boş			
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş			
Yanlış Gerekçe- Boş			
Boş / Boş			

Tablo 40 incelendiğinde 1. tahmin sorusu için 4 öğrencinin doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 14 öğrencinin kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 4 öğrencinin tahmini için gerekçe sunmadığı, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmüştür. 2. tahmin sorusu için 5 öğrencinin doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 8 öğrencinin kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 7 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için gerekçe sunmadığı, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 1 öğrencinin ise gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadığı, açıklamalarının kavram yanlışlığı oldukları görülmüştür. 3. tahmin sorusu için 12 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 4 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadığı ve açıklamalarının kısmen doğru olduğu görülmektedir.

D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 112'de sunulmuştur.

3. Sizce hiç ısı vermeden suyu kaynatabilir miyiz? Neden? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.

- Kaynatamayız. Çünkü su 100° kaynar. Fakat ısı vermeden sıcaklığı 100° getiremeyiz. Kaynatmaz ama buharlaşabilir.

Şekil 112. D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği cevap

D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 113'te sunulmuştur.

2. Şiringanın içerisindeki suyun hareketi hakkında ne söyleyebilirsiniz? Tahminleriniz ile gözlemleriniz uyumlu mu? Neden?

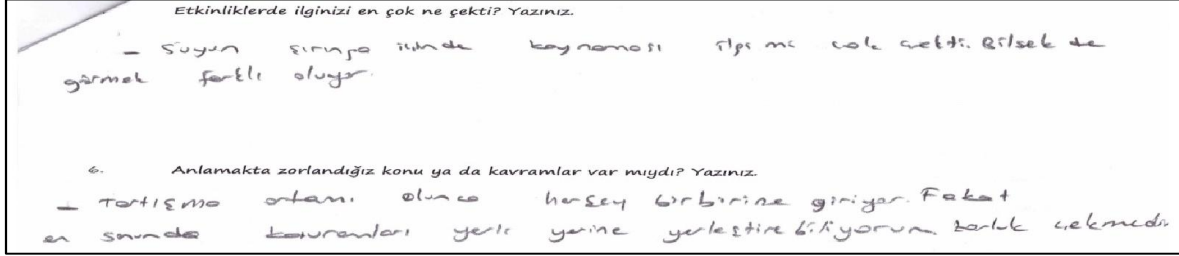
- Olayı görene mantıklı geldi. Tahmin yaparken altına gelmedi.
- Oysaki kaynamanın dış basınç = iç basınç şart olduğunda gerçekleştiğini biliyordum. Fakat ısı uygulanmaya gelince düşünemedim.
- Şiringanın içindeki su kaynadı. Çünkü suyun kaynaması için ısı arttırdık. Basınç eşit oldu. Basınç eşitince kaynamaya başladı.

3. Yaptığınız gözlemlerle tahminlerinizi karşılaştırdığınızda tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Farklılıklar (varsa) neden kaynaklanmış olabilir?

- Tahminde düşünemedim. Fakat bilgi olarak biliyordum.
- Bu düzeyde suya ısı vermeden kaynatılabileceğini gördüm.
- İki basınç = dış basınç eşitlenerek kaynamayı gerçekleştirebildik.
- Tahminimle sonuç olarak uyumlandı. Bilgi olarak biliyordum fakat bilgisiz deneye düşünemedim.

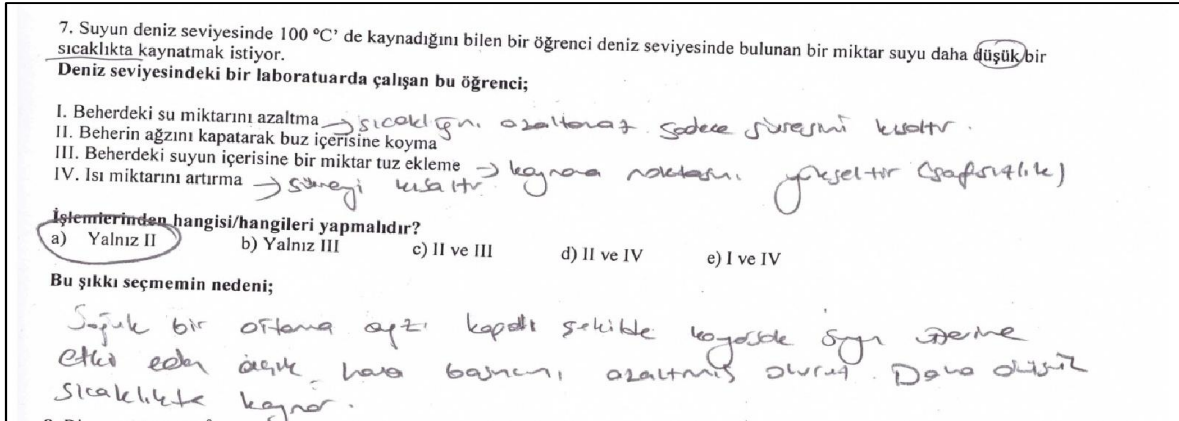
Şekil 113. D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar Şekil 114’te sunulmuştur.



Şekil 114. D2 kodlu öğrencinin 3. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar

D2 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 7. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 115’te sunulmuştur.



Şekil 115. D2 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 7. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 4. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 41’de sunulmuştur.

Tablo 41. Deney Grubu Öğrencilerinin 4. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

4. ETKİNLİK: Farklı Katıların Isınma Isıları (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 9, 10, 11)		
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	2. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama		D2, D8, D9, D22
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D8, D23	D1, D5, D7, D10, D12, D16, D18, D19, D21,
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D5, D10, D14, D22, D24	D20,
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D3, D9, D18, D19, D20	D14
Boş - Doğru Açıklama	D15	D3, D15
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama		
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D11	D6, D11, D24
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D1, D2, D6, D12, D21	D17, D23
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama		
Boş - Kısmen Doğru Açıklama		
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D7, D16, D17	
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama		
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama		
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama		
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama		
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama		
Boş - Yanlış Açıklama		
Doğru Gerekçe- Boş		
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş		
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş		
Yanlış Gerekçe- Boş		
Boş / Boş		

Tablo 41 incelendiğinde 1. tahmin sorusu için 2 öğrencinin kısmen doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 5 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe, 5 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 5 öğrencinin tahmini için kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştığı, 3 öğrencinin ise tahminleri için yanlış gerekçe sundukları, gözlemleri sonucunda

doğru açıklamalara ulaşamadıkları ve açıklamalarının kavram yanılgılı olduğu görülmüştür. 2. tahmin sorusu için 4 öğrencinin doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 8 öğrencinin kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 3 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kısmen doğru gerekçe, 2 öğrencinin tahminleri için kavram yanılgılı gerekçe sundukları ve gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştıkları görülmüştür.

D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 116'da sunulmuştur.

. Sizce eşit kütleli farklı cins (demir, bakır, çinko) maddelere eşit miktarda enerji verirse sıcaklık değişimleri aynı olur mu? Tahmininizi gerekçesiyle birlikte yazınız.
Bence aynı olmaz. Çünkü hepsinin sıcaklıkları iletme hızı farklıdır.

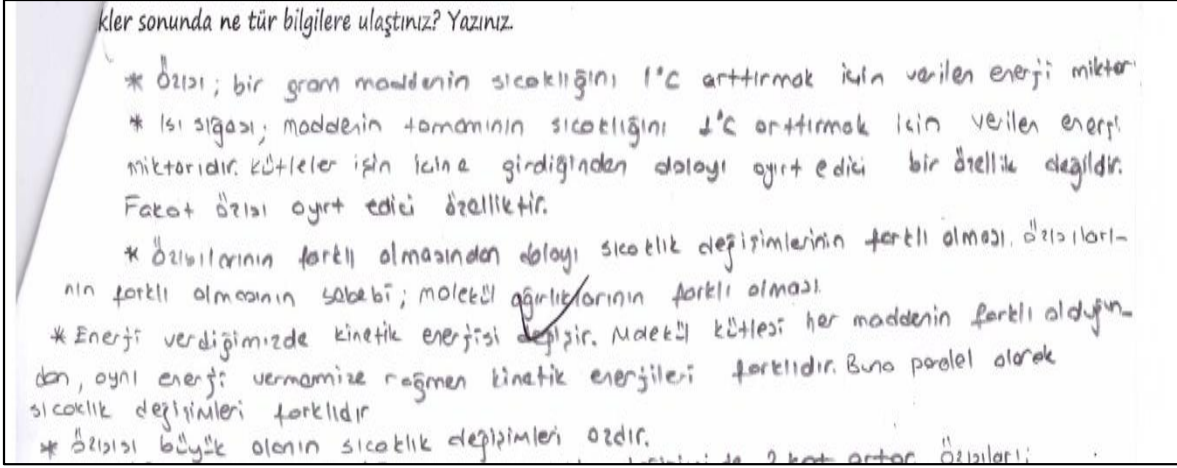
Şekil 116. D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği cevap

D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 117'de sunulmuştur.

3. Yaptığınız gözlemlerle tahminlerinizi karşılaştırdığınızda tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Farklılıklar (varsa) neden kaynaklanmış olabilir?
1. tahminimle gözlemim uyuşmadı. Ben sıcaklıkları iletme hızlarının farklı olduğunu yazmıştım. Ancak bunun özelliği ile alakası yok. Gözlemlerimde özisimleri farklı olduğundan dolayı sıcaklık değişimlerinde farklı olduğunu öğrendim.
2. tahminimde 2 kat arttığını söylemiştim. Gözlemlerim ile uyuştu.
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ → a ile Δt arasında doğru orantı var. 2'e bir oran.
b) b) → Biz sıcaklığı 2 kat arttırdığımızda sıcaklık değişimi de 2 kat artar.
kütlesi aynı ama başlı olarak ısı sığası da aynı.
Özisimleri ; Demir > Çinko > Bakır

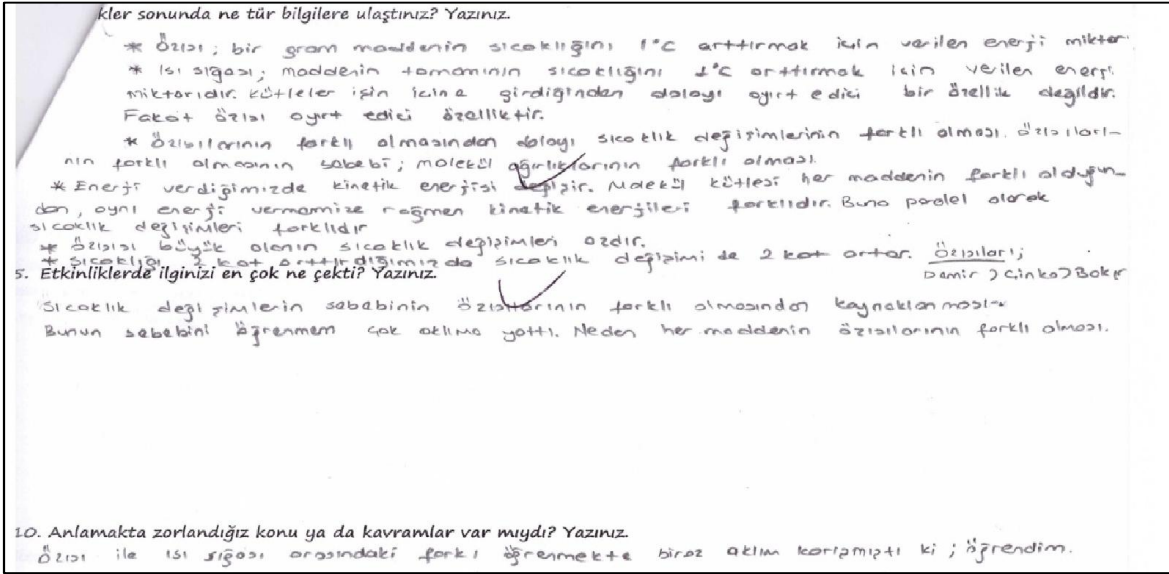
Şekil 117. D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan "Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız." Sorusuna verdiği cevabı Şekil 118'de sunulmuştur.



Şekil 118. D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan “Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız.” sorusuna verdiği cevap

D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar Şekil 119’da sunulmuştur.



Şekil 119. D9 kodlu öğrencinin 4. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevap

D9 kodlu öğrencinin ISBT’nin kalıcılık testinin 9. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 120’de sunulmuştur.

14. Bir maddenin sıcaklığını 1°C değiştirmek için gerekli olan enerji miktarıdır.

I. Birimi $\text{J/g } ^{\circ}\text{C}$ 'dir.
 II. Birimi $\text{cal/}^{\circ}\text{C}$ 'dir. (d)
 III. Maddeler için ayırt edici özelliktir.
 IV. Maddelerin miktarına bağlıdır.

Yukarıda verilenlerden hangisi tanımlanan kavramla ilgilidir?

a) Yalnız I b) II-III c) II-IV d) II-III-IV e) I-III-IV

Bu şıkkı seçmemin nedeni; ÖZELİDİR. 1 gram maddenin sıcaklığını 1°C değiştirmek için gerekli enerji miktarıdır. Her maddenin özeli farklıdır.

Şekil 120. D9 kodlu öğrencinin ISBT'nin kalıcılık testinin 9. sorusuna verdiği YS-KYN kategorisinde yer alan cevabı

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 5. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42. Deney Grubu Öğrencilerinin 5. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

5. ETKİNLİK: Farklı Katı Maddeler Enerjiyi Aynı Hızla Mı İletirler? (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 11, 12, 13)		
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	2. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama		D1, D2, D3
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D1, D2, D7, D9, D15, D16, D17, D22	D5, D8, D9, D11, D14, D17, D18, D21
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D5, D8, D10, D11, D14	D16, D24
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D3, D23	D10, D22, D23
Boş - Doğru Açıklama		
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama		
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D24	D6, D7, D12, D15, D19
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D12, D19	
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D6, D21	
Boş - Kısmen Doğru Açıklama		
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		

Tablo 42'nin devamı

Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D18, D20
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Boş - Yanlış Açıklama	
Doğru Gerekçe- Boş	
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş	
Yanlış Gerekçe- Boş	
Boş / Boş	

Tablo 42 incelendiğinde 1. tahmin sorusu için 8 öğrencinin etkinlik öncesinde kısmen doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 5 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 2 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kavram yanılgılı gerekçe, 2 öğrencinin tahmini için yanlış gerekçe sunduğu gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştığı, 2 öğrencinin ise tahminleri için yanlış gerekçe sundukları, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadıkları ve açıklamalarının kavram yanılgılı olduğu görülmüştür. 2. tahmin sorusu için 2 öğrencinin doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 8 öğrencinin kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 5 öğrencinin tahmini için kısmen doğru gerekçe sundukları ve gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştıkları görülmüştür.

D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 121'de sunulmuştur.

1. Sizce ısı iletim aletinde yer alan toplu iğnelerden yere düşen olur mu? Tahmininizi gerekçesiyle birlikte yazınız.

Hayal ettiğim gibiyse eğer iğnelerden düşen olacaktır. Çünkü verilen ısı farklı olursa iğnelerden bir kısmı düşer. Düşmesinin nedeni verilen ısıya fazla olmasıdır. Ve aletin üzerindeki 4 cubuğun farklı bir ısıya sahip maddeler olması olabilir.

Şekil 121. D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan 1. tahmin sorusuna verdiği cevap

D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan ve “Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız.” Sorusuna cevabı Şekil 122’de sunulmuştur.

4. Yaptığınız gözlemlerle tahminlerinizi karşılaştırdığınızda tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Farklılıklar (varsa) neden kaynaklanmış olabilir?

Benzerlikler yalnızca iletken tahminimle kısmen örtüştü diyebilirim. Ben şeritlerin farklı maddeler olduğunu düşündüm. Bu kısım benzerlik gördüm. Fakat gerçeğe olmadığı için pek sağlıklı bir tahmin olmadı. Farklılıklar oldukça fazlaydı. Mesela iletkeni iletkenlikle alakalı olduğunu düşündüm. Fakat buradaki iletken iletkeni ile alakalıydı. Şimdi iletkeni iletkeni bulduğumda sonra iletkeni arasındaki farkı kavrayabiliyordum. Bu tür yorumlarda bulunmam. iletkeni iletkeni ve iletkeni iletkeni aynı şeydir.

5. Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.

→ iletkeni iletkeni = iletkeni hızının doğru orantılı olduğunu öğrendim.

→ iletkeni hızının taneler arasındaki uzaklığa ve düzlemle ilgili olduğunu öğrendim. Mesela denizdeki mum en son düşüyor derseniz taneler arası uzaklık fazla ve düzensizdir denir.

→ iletkeni yoluyla olmasının katı maddelerde olduğunu bunun tanelerin sayısında olduğunu öğrendim. iletkeni katı maddelerin tanelerini titreşim yoluyla iletirdi.

Şekil 122. D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar Şekil 123’te sunulmuştur.

Etkinliklerde ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.

Etkinlikteki tanelerin titreşim hareketini elimizin demire veya herhangi bir maddeye teması ile algılamamız ilginizi çekti. Biz temas ettikçe o maddeye madde kadar iletkendeki molekülleri ile etkileşir ve iletken yoluyla iletkeni elimize kadar iletir.

iletkeni iletkeni iletkeni ayırt edici özelliği.

Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız.

Hayır olmadı.

Şekil 123. D23 kodlu öğrencinin 5. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevap

D23 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 11. sorusuna verdiği DS-KDN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 124'te sunulmuştur.

13. Bir öğrenci farklı maddelerden yapılmış eşit kütlede ve eşit uzunlukta üç adet çubuk alıyor. Çubukların bir uçlarına eşit miktarda balmumu yapıyor ve diğer uçlardan özdeş mumlarla aynı anda ısı vermeye başlıyor. İlk önce C deki balmumunun daha sonra B deki ve en sonra A daki balmumunun düştüğünü gözlemliyor.

Buna göre öğrenci aşağıdaki yargılardan hangisi ulaşabilir?

C B A

a) A çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için en son A çubuğundaki balmumu düşer. X

b) Isı parçacıkları daha zor hareket ettiğinden en son A çubuğundaki balmumu düşer.

c) C çubuğunun öz ısısı diğerlerinden daha büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer.

d) B çubuğunun ısı sığası A çubuğunun ısı sığasından daha küçüktür.

e) C çubuğunun ısı iletim katsayısı diğerlerinden büyük olduğu için ilk önce C çubuğundaki balmumu düşer. ✓

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

Bu olayda ısı iletim katsayısı = ısı iletim hızı diyebiliriz. Madde ne kadar düzenli ise o kadar çabuk ısı alır. Bu yüzden e şıkkı.

Şekil 124. D23 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 11. sorusuna verdiği DS-KDN kategorisinde yer alan cevabı

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 6. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 43'te sunulmuştur.

Tablo 43. Deney Grubu Öğrencilerinin 6. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

6. ETKİNLİK: Sıvılarda Enerji İletimi (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 14)	
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D10, D12, D21, D22
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D11, D14, D23, D24
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D3, D6, D7, D9, D15, D16
Boş - Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D5
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D2, D8, D20
Boş - Kısmen Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	D1
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama	D17

Tablo 43'ün devamı

Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama	D18
Boş - Yanlış Açıklama	
Doğru Gerekçe- Boş	
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş	
Tablo 432'ün devamı	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş	
Yanlış Gerekçe- Boş	
Boş / Boş	

Tablo 43 incelendiğinde 4 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kısmen doğru gerekçe, 4 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe, 6 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 3 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadıkları, açıklamalarının yanlış olduğu görülmüştür.

D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği KDG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 125'te sunulmuştur.

1. Sizce içerisinde buz parçaları olan suya ısı verdiğimizde buz parçalarına ne olur? Tahmininizi gerekçesi ile birlikte yazınız.
Erimeye başlarlar çünkü ısı alırları olur ve buz içindeki moleküller ısıda dolayı hareket eder ve ısı aldıkça erir.

Şekil 125. D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği cevap

D1 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte gözlem aşamasında verdiği cevap Şekil 126'da sunulmuştur.

2. Deney tüpünün içerisine mürekkep damlattığımızda ne oldu? Neden?
Deney tüpüne mürekkep damlattıkça tüpü nerede ısıtıyorsak mürekkebin oraya kayıp gittiğini gördük. Mürekkep sıcak suya temas eder sıcak su nereye gidiyorsa mürekkepte o yöne hareket eder.

Şekil 126. D1 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte gözlem aşamasında verdiği cevap

D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan ve "Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız." sorusuna cevabı Şekil 127'de sunulmuştur.

4. Yaptığınız gözlemlerle tahminlerinizi karşılaştırdığınızda tahminleriniz ve gözlemleriniz arasındaki benzerlik ve farklılıklar nelerdir? Farklılıklar (varsa) neden kaynaklanmış olabilir?

Tahminimde buzun ericeğini düşünmüştüm. Sızelenlediğimizde erimediğini gördüm. Bu farklılığın nedeni teln buzun yukarı çıkmasını engellemesi ve suyu yukarıdan ısıtmasını. Yukarıdan ısıttığımız için yukarıda yoğunluk azalır, aşağıdan sıcak su aşağı inmez ve bu yüzden buz erimedi.

5. Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.

- Tercihler enerji aktığı zaman hız kazandı. Sağa sola hareket başladı. Sırtında dairesellik daha fazla olduğu için. Sırtın maddelerin hacmi arttı. Kütle sabit olduğu için hacim arttıkça yoğunluk azalır. Yoğunluk azalınca madde yukarı çıkar.
- Enerji verdiğimizde aşağıdaki sıcak su yukarı, yukarıdaki su aşağı iner. Böyle sürekli bir devir daim hareketi olacak. Burada iletim bu yolla yani konveksiyon yoluyla olacak. Devir daim hareketi konveksiyon hareketidir. Konveksiyon hareketi teneceklerin yer değiştirmesidir.
- Isıtığımız yer yukarı taraf olduğunda yoğunluk azalacak, azalacağı için su aşağı inemeyecek. Bu yüzden buz ermeyecek. Sırtında ise iletim katına göre daha yoğun ve konveksiyon yoluyla da.
- Dış mreklebe katmanının nedeni sadece ısılandırmektir. Orada sıcak suyun içindeki mreklebe sayesinde gözetilebilir. Aşağı inen mreklebe değil, sıcak sudur.

Şekil 127. D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı

D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevaplar Şekil 128’de sunulmuştur.

Etkinliklerde ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.

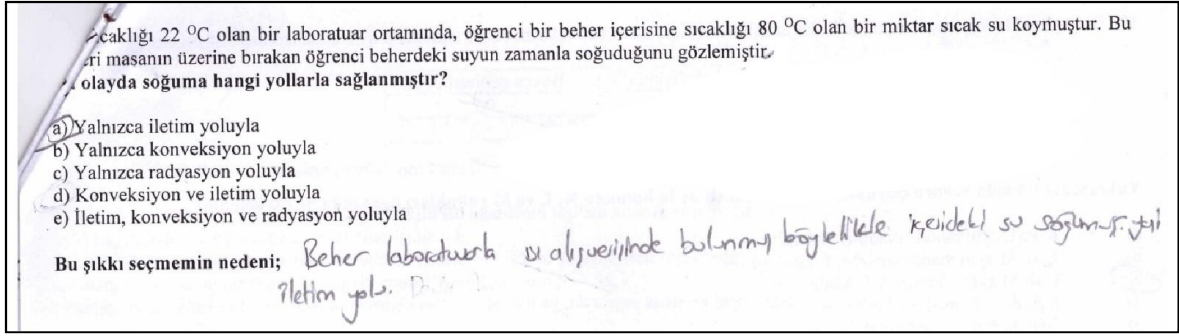
Buzun ermemesi ve mreklebe bir aşığı geçememesi.

Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız.

Evet. mreklebe konusu biraz kafamı karıştırdı.

Şekil 128. D22 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” ve “Anlamakta zorlandığınız konu ve kavramlar var mıydı? Yazınız.” sorularına verdiği cevap

D22 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 14. sorusuna verdiği YS-KDN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 129’da sunulmuştur.



Şekil 129. D22 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 14. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 7. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44. Deney Grubu Öğrencilerinin 7. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

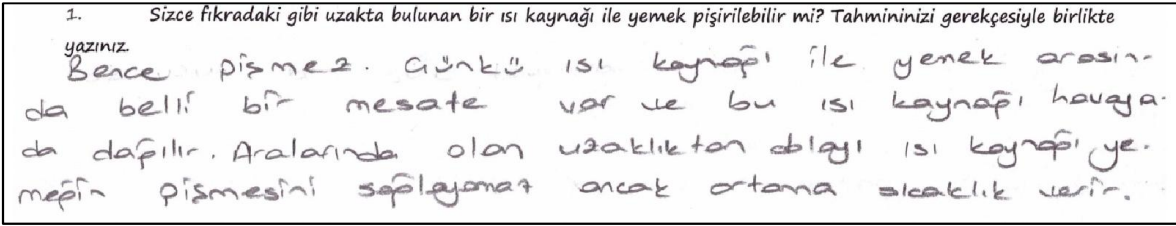
7. ETKİNLİK: Gazlarda Enerji İletimi (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 15, 16)	
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D2
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D5, D16, D23, D24
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D7, D8, D17, D12, D15, D18, D19, D21
Boş - Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D22
Yanlış Gerekçe- Kısmen Doğru Açıklama	D11, D20
Boş - Kısmen Doğru Açıklama	
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D1, D6
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D3, D9, D10, D14
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kısmen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama	
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama	

Tablo 44'ün devamı

Boş - Yanlış Açıklama
Doğru Gerekçe- Boş
Kısmen Doğru Gerekçe- Boş
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş
Yanlış Gerekçe- Boş
Boş / Boş

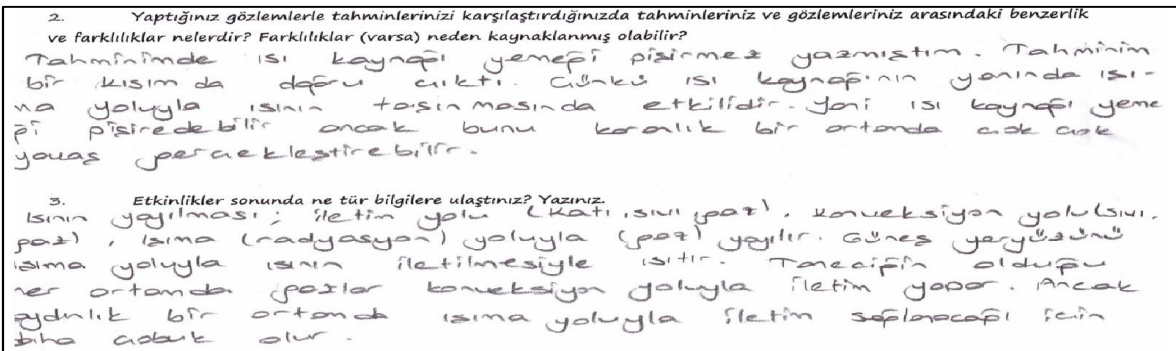
Tablo 44 incelendiğinde 4 öğrencinin etkinlik öncesinde tahmini için kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 8 öğrencinin tahmini için yanlış gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 6 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadıkları, açıklamalarının kavram yanılgılı olduğu görülmüştür.

D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 130'da sunulmuştur.



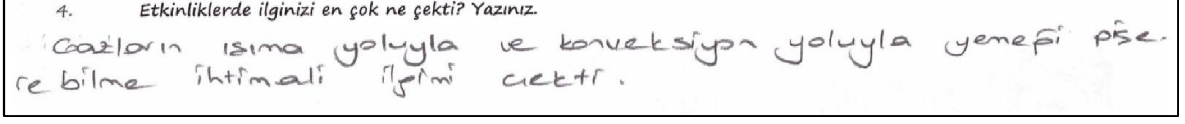
Şekil 130. D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı

D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği KYA kategorisinde yer alan ve "Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız." sorusuna cevabı Şekil 131'de sunulmuştur.



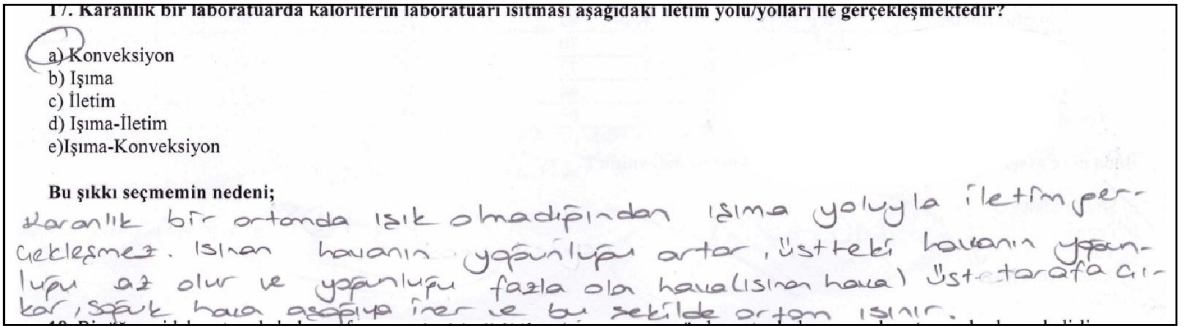
Şekil 131. D14 kodlu öğrencinin 7. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı

D14 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” sorusuna verdiği cevaplar Şekil 132’de sunulmuştur.



Şekil 132. D14 kodlu öğrencinin 6. etkinlikte yer alan “Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.” sorusuna verdiği cevap

D14 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 16. sorusuna verdiği YS-YN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 133’te sunulmuştur.



Şekil 133. D14 kodlu öğrencinin ISBT’nin son testinin 16. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 8. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 45’te sunulmuştur.

Tablo 45. Deney Grubu Öğrencilerinin 8. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

8. ETKİNLİK: Katı Maddelerde Isının Etkisi (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 17, 18)				
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	2. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	3. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	4. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D7, D8, D17, D19		D14	D16, D17, D22
Kısmen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D2, D16, D24	D3, D10	D3, D10, D17, D21	D3, D8, D10, D19, D21, D23

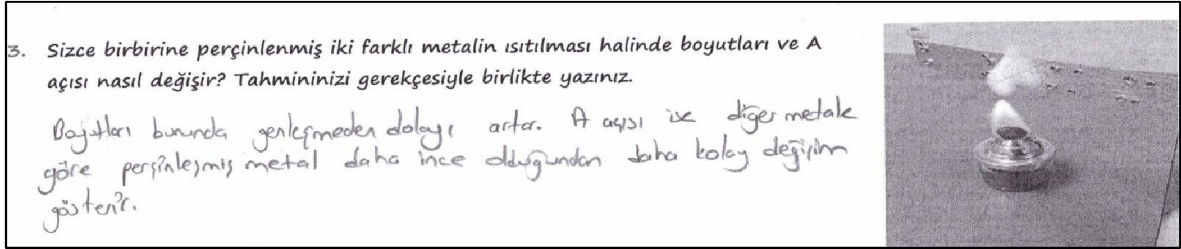
Tablo 45'in devamı

Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D1, D5, D14, D20, D22, D23	D7, D9, D12, D19	D6, D8, D15, D16, D18, D20, D23	D2, D14, D20
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D10	D2, D5, D16	D2, D5	D9, D15, D18
Boş - Doğru Açıklama				
Doğru Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama				
Kismen Doğru Gerekçe-Kismen Doğru Açıklama	D9	D22	D11	D1, D5, D12
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Kismen Doğru Açıklama	D6, D12, D15, D21	D11, D20, D21, D23, D24	D7, D12, D24	D6
Yanlış Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama	D3, D11	D8, D15		D7, D11
Boş - Kismen Doğru Açıklama				
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama				
Kismen Doğru Gerekçe-Kavram Yanılgılı Açıklama				
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Kavram Yanılgılı Açıklama		D6, D17	D9, D19, D22	
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama		D1, D14	D1	
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama				
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama				
Kismen Doğru Gerekçe-Yanlış Açıklama				
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Yanlış Açıklama	D18	D18		
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama				
Boş - Yanlış Açıklama				
Doğru Gerekçe- Boş				
Kismen Doğru Gerekçe-Boş				
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Boş				
Yanlış Gerekçe- Boş				
Boş / Boş				

Tablo 45 incelendiğinde 1. tahmin sorusu için 4 öğrencinin etkinlik öncesinde doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 6 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 7 öğrencinin gözlemleri sonucunda kısmen doğru

açıklamalara ulaştığı, 1 öğrencinin ise tahmini için kavram yanılığlı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda açıklamalarının yanlış olduğu görülmüştür. 2. tahmin sorusu için 4 öğrencinin etkinlik öncesinde kavram yanılığlı gerekçe, 3 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 5 öğrencinin kavram yanılığlı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 4 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadığı ve açıklamalarının kavram yanılığlı olduğu görülmüştür. 3. tahmin sorusu için 4 öğrencinin etkinlik öncesinde kısmen doğru gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 7 öğrencinin kavram yanılığlı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 4 öğrencinin gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaşamadığı ve açıklamalarının kavram yanılığlı olduğu görülmüştür. 4. tahmin sorusu için 3 öğrencinin doğru gerekçe, 6 öğrencinin kısmen doğru gerekçe, 3 öğrencinin kavram yanılığlı gerekçe, 3 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı, 6 gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir.

D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği YG kategorisinde yer alan cevabı Şekil 134'te sunulmuştur.



Şekil 134. D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan 3. tahmin sorusuna verdiği cevap

D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 135'te sunulmuştur.

3. Metal çifti ısıtıldığında şekli nasıl değişti? Neden? Tahminleriniz ve gözlemleriniz ne derece uydu?

Metal çifti ısıtıldığında maddenin şeklinde büzülme olduğu için acısının bir değişim gözlemlendi. Çünkü bu maddelerde acısının değişmesi iki metal arftından ayrılmasındandır. Çünkü her maddenin kendine ait genişleme katsayısı vardır, e buradada acının değişmesinin nedeni alüminyumun genişleme katsayısı bakırdan daha fazladır. Ne genişleme katsayısı fazla olan madde daha çok büzülecektir. Yüzerden bir acı oluşumu gözlemledik.

Tahminlerim doğru. Sadece genişleme katsayısından kaynaklandığını söylemişim.

Şekil 135. D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan "Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.", "Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız." ve "Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız." sorularına verdiği cevaplar Şekil 136'da sunulmuştur.

6. Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.

Genleşme: Tencikli el boyutla bakıldığında madde enerji alır. Kinetik enerji aldığında hız katmanlar ve sapa sata hareket ederek altlarını genişletirler. Miktarı, hacimleri artar ve uzama olur buna derir. Buzulme: Madde enerji verir. Kinetik enerji atar. Hız atar. Daha küçük yere hareket ederler. Bu yüzden büzülme olur.

- Genleşme katsayısı arttıkça genişleme miktarı da artar.

- Daha fazla genişleyen madde daha fazla büzülecektir.

- Sıvılarda, katılarda genişler.

- Her maddenin genişleme kat sayısı farklıdır.

- Bütün katılar ısı aldıklarında ben emine, hem de boyuna büyür. Yani boyutları değişir.

7. Etkinliklerde ilginizi en çok ne çekti? Yazınız.

Metal bardakları sıkıştırma işlemi yaptık ve bakır metalinin acısının değişmediğini gözlemlenerek ilginizi çekti.

$$\Delta V = L_0 \cdot \lambda \cdot \Delta T$$

8. Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız.

Evet vardı. Genleşme ve büzülme kavramlarını öğrendim. Genleşme katsayısının etkisini öğrendim.

Şekil 136. D5 kodlu öğrencinin 8. etkinlikte yer alan "Etkinlikler sonunda ne tür bilgilere ulaştınız? Yazınız.", "Etkinlikte ilginizi en çok ne çekti? Yazınız." ve "Anlamakta zorlandığınız konu ya da kavramlar var mıydı? Yazınız." sorularına verdiği cevaplar

D5 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 18. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 137'de sunulmuştur.

19. Bir öğrenci laboratuarda bulunan farklı uzunluktaki K, L ve M çubuklarını özdeş ısıtıcılarla aynı anda ısıtmaya başlıyor.

Madde	İlk boy (m)	Sıcaklık değişimi (°C)	Boyca genişleme (m)
K	1	40	0,2
L	2	80	0,2
M	3	80	0,3

Yukarıdaki tabloda verilen büyüklere göre, laboratuarda bulunan K, L ve M çubukları hakkında ne söylenebilir?

a) K ve L aynı madde olabilir, M farklıdır.
b) K ve M aynı madde olabilir, L farklıdır.
c) L ve M aynı olabilir, K farklıdır.
d) Üçü de aynı madde olabilir.
e) Üçü de farklı madde olabilir.

Bu şıkkı seçmemin nedeni;

$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$ formülünden yola çıkarak L ve M aynı, K farklı.

Şekil 137. D5 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 18. sorusuna verdiği cevap

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin 9. Etkinlik için hazırlanan çalışma yapraklarında yer alan tahmin ve açıklama sorularına verdikleri cevaplara göre oluşturulan kategoriler, her bir kategoride yer alan öğrenci cevapları Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46. Deney Grubu Öğrencilerinin 9. Etkinlik İçin Hazırlanan Çalışma Yapraklarında Yer Alan Cevaplarına Göre Oluşturulan Kategoriler, Her Bir Kategoride Yer Alan Öğrenci Cevapları

9. ETKİNLİK: Isının Korunması (İlişkili Olduğu ISBT Soruları: 19)			
Tahmin Gerekçesi ve Açıklama Kategorileri	1. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	2. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları	3. Soruyu Cevaplayan Öğrenci Kodları
Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D22	D22	
Kismen Doğru Gerekçe-Doğru Açıklama	D3, D6, D8, D9, D10, D11, D14, D15, D16, D17, D23	D9, D11, D14, D16, D17, D19, D21	D5, D17
Kavram Yanılgılı Gerekçe-Doğru Açıklama	D1, D7, D18, D20	D1, D8, D10, D23	D1, D3, D6, D7, D8, D11, D14, D15, D18, D21, D22, D23
Yanlış Gerekçe-Doğru Açıklama	D5	D3, D5, D7, D18	
Boş - Doğru Açıklama		D6, D15	D9, D10, D16
Doğru Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama			

Tablo 46'nın devamı

Kismen Doğru Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama	D21, D24	D20	D24
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama		D24	D12, D20
Yanlış Gerekçe- Kismen Doğru Açıklama			
Boş - Kismen Doğru Açıklama			
Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Kismen Doğru Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama	D12		
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Yanlış Gerekçe- Kavram Yanılgılı Açıklama			
Boş - Kavram Yanılgılı Açıklama		D12	
Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Kismen Doğru Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Yanlış Gerekçe- Yanlış Açıklama			
Boş - Yanlış Açıklama			
Doğru Gerekçe- Boş			
Kismen Doğru Gerekçe- Boş			
Kavram Yanılgılı Gerekçe- Boş			
Yanlış Gerekçe- Boş			
Boş / Boş			

Tablo 46 incelendiğinde 1. tahmin sorusu için 11 öğrencinin kısmen doğru gerekçe, 4 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 2 öğrencinin gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaştığı, 1 öğrencinin ise tahmini için kısmen doğru gerekçe sunduğu, gözlemleri sonucunda açıklamalarının kavram yanılgılı olduğu görülmüştür. 2. tahmin sorusu için 7 öğrencinin kısmen doğru gerekçe, 4 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe, 4 öğrencinin yanlış gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmektedir. Ayrıca 2 öğrenci gözlemleri sonucunda kısmen doğru açıklamalara ulaşmıştır. 3. tahmin sorusu için 12 öğrencinin kavram yanılgılı gerekçe sunduğu, etkinlik sonrasında gözlemleri sonucunda doğru açıklamalara ulaştığı görülmüştür.

D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan tahmin sorularına verdiği KYG kategorisinde yer alan cevapları Şekil 138'de sunulmuştur.

1. Sizce bir bardak suyun sıcaklığını uzun süre nasıl koruyabiliriz? Tahmininizi gerekçesiyle birlikte yazınız.

Bir bardak suyun sıcaklığını çevreden etkileşimini keserek suyun sıcaklığını koruyabiliriz. Bardak sıcak veya soğuk bir ortamda bekletilirse haliyle bir süre sonra oda sıcaklığına eşitlenir. Hava ile irtibatı keserek ısı yalıtımını sağlayarak uzun süre korunur.

2. Sizce elimizde bulunan bir kâse buzun erimeden kalması için ne yapabiliriz? Tahmininizi gerekçesiyle birlikte yazınız.

Buzdan daha soğuk bir yere koyarak buzun erimemesi sağlanabilir. Buzdan daha soğuk bir yere koyarsak kâsedeki buz ısısından dolayı buz halinde kalır.

3. Sizce hava iyi bir ısı yalıtkanı mı yoksa ısı iletkeni midir? Tahmininizi gerekçesiyle birlikte yazınız.

Hava iyi bir ısı iletkenidir. Eğer yalıtkan olsaydı dünyanın hızla bir yarıda sıcak ve soğuk ortamları aynı anda olacaktı. Ya her yer sıcak ya da her yer soğuk olurdu.

Şekil 138. D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan tahmin sorularına verdiği cevapları

D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği DA kategorisinde yer alan cevabı Şekil 139'da sunulmuştur.

Zaman	0. dakika	5. dakika	10. dakika	15. dakika
Sıcaklık (°C)	57	56	55	

Sorular

1. Sıcaklığı korumak için hazırlamış olduğunuz tasarımları fiziksel özellikleri (maddenin cinsi, kalınlığı, temas yüzey alanı, içine konulan suyun sıcaklığı) bakımından diğer grup arkadaşlarımızın tasarımlarıyla kıyaslayınız. Suların sıcaklık değişimlerinde bu farklılığın sebebi nedir? Hava ile ilgisi olabilir mi? Tahminlerinizle gözlemleriniz uyumlu mu? Neden?

Kullanılan elyafı köpük, pamuk gibi maddeleri diğer yapıtkiler farklı ortamlarda kullanıldıklarında sıcaklık değişimlerinde farklı olabiliyor. Sıcaklık değişiminin hava ile ilgili vardır. Hava iyi bir yalıtandır çünkü gaz molekülleri arasındaki boşluklar azalır ve ısı iletkeni yaparken soğuk havasız olan gazlar iyi yalıtkan kötü iletkenidir.

Tahmin ve gözlem uyumunda. Ben hava ile irtibatını keserek sıcaklık değişimi soğuk az olur diye düşünüyordum. Bu deneyde, sıcak havadan daha iyi bir yalıtkan ortamı kurmuştuk.

Şekil 139. D1 kodlu öğrencinin 9. etkinlikte yer alan açıklama sorusuna verdiği cevap

D1 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 19. sorusuna verdiği DS-DN kategorisinde yer alan cevabı Şekil 140'da sunulmuştur.

19. Bazı maddelerin ısı iletkenliklerini araştıran bir öğrenci laboratuardaki çeşitli malzemeleri kullanarak farklı sıcaklıklarda aynı niktarda bulunan suların etrafını kaplıyor ve suların sıcaklık değişimini gözlemliyor. Öğrencinin suyun zamana bağlı sıcaklık leğişimi ile ilgili verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Madde	İlk Sıcaklık (°C)	3 dk sonraki sıcaklık (°C)	6 dakika sonraki sıcaklık (°C)	10 dakika sonraki sıcaklık (°C)	20 dakika sonraki sıcaklık (°C)
Strafor Köpük	90	87	83	78	69
Alüminyum Folyo	95	85	70	50	25
Yün Bez	85	81	77	70	60
Pamuk Bez	75	70	64	54	40
Plastik	80	73	63	48	25

25 Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi iyi bir ısı iletkenidir?

- Strafor köpük
- Pamuk
- Yün bez
- Alüminyum folyo
- Plastik

bu şıkkı seçmemin nedeni;

çünkü ilk sıcaklık ile son sıcaklık arasındaki fark ne kadar küçükse bu maddenin iyi bir yalıtıcı olduğunu gösterir.

Şekil 140. D1 kodlu öğrencinin ISBT'nin son testinin 19. sorusuna verdiği cevap

4. 4. Öğrencilerin TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin Analizinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde TGA yöntemine dayalı uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin uygulamalar hakkındaki görüşlerinin analizinden elde edilen bulgular tablo halinde verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin uygulamalar hakkındaki olumlu ve olumsuz görüşlerden örnekler de sunulmuştur.

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin uygulamalar hakkındaki görüşleri sorulan açık uçlu soruya verdikleri cevaplar kodlanarak analiz edilmiştir.

Soru 1. TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirdiğimiz laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleriniz nelerdir?

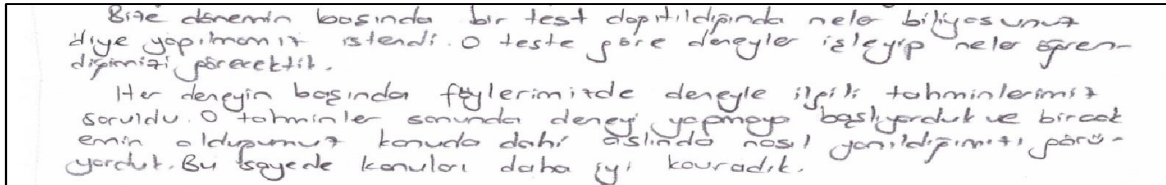
Deney grubu öğrencilerinin TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleri aşağıda Tablo 47'de sunulmuştur.

Tablo 47. Deney grubu öğrencilerinin TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleri

	Öğrenci Görüşleri	Öğrenci Kodları	Frekans
Olumlu Görüşler	Tahminleri gerekçeleriyle birlikte yazarak ön bilgilerin farkında olma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21	14
	Doğruyu öğrencinin kendisinin bulması	Ö2, Ö3, Ö5, Ö10, Ö15, Ö18, Ö19, Ö21	9
	Doğru açıklamalara tartışma ortamında ulaşma	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö14, Ö15, Ö19	10
	Öğrenmeyi kolaylaştırma	Ö4, Ö6, Ö8, Ö14, Ö17	5
	Günlük hayatla ilişkili etkinliklerin olması	Ö5, Ö9, Ö11	3
	Eğlenceli ders ortamı	Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö16, Ö17, Ö20, Ö21	10
	Ezberden kurtarma	Ö4, Ö8	2
			3
	Deney sonucunu merak etme	Ö5, Ö8, Ö19	3
Olumsuz Görüşler	Tahminleri gerekçe yazarak sunmanın zor olması	Ö5, Ö6, Ö13, Ö20, Ö21	5
	Tahminler ile gözlemlerin karşılaştırılmasının zor olması	Ö6, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15	5

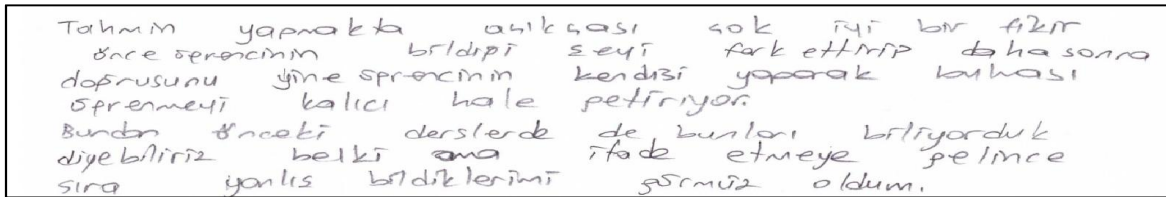
Olumlu Görüşler:

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö6 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 141'de sunulmuştur.



Şekil 141. Ö18 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö2 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 142'te sunulmuştur.



Şekil 142. Ö2 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö4 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 143'te sunulmuştur.

Uygulama sisteminin sebep-sonuç ilişkisi olayı benim bilgilerimi ezberden kurtardı. Dolayısıyla tüm derslerin bu şekilde işlenmesinin zor olacağını biliyorum fakat en azında laboratuvar derslerimiz tahmin gerekçe, ve gözlem şeklinde olması çok öğrenmelerimizin olabilmesi için.

Şekil 143. Ö4 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö12 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 144'te sunulmuştur.

Fizik lab. dersine akılarak gelmemem benim için önemlidir. Buna göre geçirdiğimiz haftalar hem bize bilgi kattı hemde eğlenceli ders geçirebildiği bilgi kazanabileceğimizi gösterdi.

Şekil 144. Ö12 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

Olumsuz Görüşler:

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö6 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 145'te sunulmuştur.

Tahmin yaparken biraz zorlanıyordum. Ancak sayıya tahmin ve gözlemlerinizi karşılaştıran soruları cevaplamak zor geliyordu. Ancak bunlar arasındaki bağlantıları incelediğim takdirde öğrendiğim konulara yardımcı oldu. Ne kadar zor gelse de bir o kadar yararı vardı.

Şekil 145. Ö6 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

TGA yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamaları hakkında Ö15 kodlu öğrencinin görüşü Şekil 146'da sunulmuştur.

Tek sorun tahminlerde Nedenini söylemek.
Orda çok zorlanıyorum işte => Çünkü bilmediğim
bir şey hakkında yorum yapmada istemiyorum
çünkü sağmıyorum =>

Şekil 146. Ö15 kodlu öğrencinin laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşü

5. TARTIŞMA

Bu bölümde Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisini karşılaştırma amacıyla elde edilen bulgular, ilgili literatür ile desteklenerek tartışılacaktır.

5. 1. ISBT’nden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Bu bölümde Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunda akademik başarılarına etkisini karşılaştırma amacıyla ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan ISBT’nden elde edilen bulgular tartışılacaktır.

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu ile İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği kontrol grubu öğrencilerinin uygulamalar öncesinde akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Bu testin sonuçları incelendiğinde uygulama öncesinde deney ve kontrol grupları arasında ISBT ön test puanları açısından anlamlı bir farklılığın olmadığı, grupların uygulamalar öncesinde akademik başarılarının birbirine denk olduğu belirlenmiştir.

Laboratuvar uygulamaları sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan ISBT son test sonuçları Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve grupların son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Sıra ortalamaları ve sıra toplamlarına 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 (Köse ve Bilen, 2012; Köseoğlu, ve diğ., 2002, Tekin, 2008).

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 kendisi 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 düşüncelerini sağladığı için geleneksel öğretime göre daha güçlü olduğu düşünülmektedir (Köseoğlu ve diğ., 2004; Wu ve Tsai, 2005). Öğrencilerin tahminde bulunmaları ve tahminleri için bir gerekçe göstermeleri deneyde gerçekleşen olayları gözlemlemeye odaklanmalarını kolaylaştırmakta ve motivasyonlarını arttırmaktadır (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, sunulan gerekçeler hakkında tekrar düşünmeye olanak veren ve ortak sonuca ulaşılan açıklama aşamasının varlığı konuların anlaşılmasında ve öğrencilerin olay veya durumlara alternatif yorumlar getirebilmelerinde etkili olabilmektedir (Sünkür ve diğ., 2013).

Son testin uygulanmasından 6 hafta sonra her iki gruba da uygulanan ISBT kalıcılık testi sonuçları Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılmış ve grupların kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Sıra ortalamaları ve sıra toplamlarına 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; Kearney, Treagust, Mthembu, 2001; 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).

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin ISBT ön testinden aldıkları puanlarla ISBT son testinden aldıkları puanlar Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmıştır. Deney grubunun ISBT ön test ve son test 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 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 (Kearney ve diğ., 2001). Bu durum TGA yönteminin, öğrencilerin eksik veya hatalı ön bilgilerini açığa çıkaran, çeşitli fen kavramlarını kendi zihinlerinde yapılandırmalarını sağlayarak anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilen, motivasyonunu artıran bir yöntem olmasından kaynaklanabilir (Bilen, 2009; Özdemir, 2011). TGA yöntemi öğrencilerin kavram yanılgılarının, eksik veya yanlış öğrenmelerin ortaya çıkarılması, düzeltilmesi, eksik öğrenmelerin tamamlanması ve kavramlar arasında sıkı ilişkilerin kurulması yönüyle etkilidir (Ayas ve diğ., 2010; Mporu, 2006).

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu öğrencilerinin ISBT son testinden aldıkları puanlarla ISBT kalıcılık testinden aldıkları puanlar ve ISBT ön testinden aldıkları puanlarla ISBT kalıcılık testinden aldıkları puanlar Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmıştır. 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 sağlamada yetersiz kaldığını 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. Deney grubunun ISBT ön testi puanlarıyla ISBT kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olduğu ve bu anlamlı farklılığın kalıcılık testi lehine 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, 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 ISBT ön testinden aldıkları puanlarla ISBT son testinden aldıkları puanlar, ISBT son testinden aldıkları puanlarla ISBT kalıcılık testinden aldıkları puanlar ve ISBT ön testi puanlarıyla ISBT kalıcılık testi puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile karşılaştırılmıştır. Kontrol grubunun ISBT ön test ve son test puanları, ISBT son test ve kalıcılık testi puanları, ISBT son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu, fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamlarına bakıldığında anlamlı farklılıkların son test puanları lehinde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunun 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.

5. 2. ISBT Sorularının Detaylı Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Bu bölümde deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan ISBT'nin kategorilere göre analizinden elde edilen bulgular TGA ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan etkinliklere göre sınıflandırılarak tartışılacaktır.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?" etkinliklerinin ilişkili olduğu 1., 2., 3., 6. ve 8. sorular ile ısı, sıcaklık kavramları ve bu kavramlar arasındaki ve hal değişimi ile enerji alışverişi arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir Her iki grupta da uygulama öncesinde bazı öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını

kavram yanılı olarak açıkladıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularında yaygın kavram yanılılara sahip oldukları yapılan bazı çalışmalarda belirlenmiştir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Kaptan, Korkmaz, 2001) ve bu çalışmada da benzer bulgulara rastlanmıştır. Ön testin 1. sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin bir kısmının ısıнын maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklığın ise maddenin toplam kinetik enerjisi olduğu düşüncesinde oldukları saptanmıştır. Gönen ve Akgün (2005), Fen Bilgisi öğretmen adayları ile yapmış oldukları bir araştırmada da, öğrencilerin bir kısmının ısıнын maddeyi oluşturan parçacıkların potansiyel enerjisi, sıcaklığın ise maddenin toplam kinetik enerjisi olduğunu düşündüklerini tespit etmişlerdir. 2. soruya verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla sıcaklığı maddenin kinetik enerjilerinin toplamı olarak düşündükleri görülmüştür. Keser (2007) yapmış olduğu çalışmasında da öğrencilerin sıcaklığın maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamı olduğunu düşündüklerini belirlemiştir. ISBT'nin 1. ve 2. sorusu ile deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlama düzeyleri karşılaştırılmıştır. Bu sorularda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarını anlama düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bunun nedeni bu soruların öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili hatırlama ve anlama düzeylerini ölçen sorular olmasından kaynaklanabilir. Uygulanan TGA ve İspat yöntemlerinin her ikisinin de hatırlama ve anlama gibi alt düzey düşünme becerileri gerektiren durumlarda etkili olduğu tespit edilmiştir (Mpofu, 2006; Özdemir, 2011). Son testin ve kalıcılık testinin 3. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Ön testin 6. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla kaynamakta olan sıvının ısıнын değişmeyeceği şeklinde yanılı açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Keser, 2007 yılında yapmış olduğu çalışmasında öğrencilerde “Kaynamakta olan sıvının ısıısı değişmez” şeklinde kavram yanılılarının olduğunu tespit etmiştir. Uygulama sonrasında ise deney grubu öğrencilerinin bu soruyu doğru cevaplama oranının kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin çalışma yaprakları incelendiğinde tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişki yaşadıkları, hal değişimi sırasında sıcaklığın değişmemesinin öğrencilerin ilgisini çektiği görülmektedir. Bu durum TGA uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubunun tahminleri ile gözlemlerinin uyuşmaması sonucu gözleme daha fazla odaklanmış olmalarından, kontrol grubu öğrencilerinin ise daha önceden suyun kaynama esnasında sıcaklığının değişmeyeceğini öğrendikleri için gözleme fazla odaklanmadıklarından ve bu bilgiyi ezberlemiş olmalarından kaynaklanabilir (Köseoğlu ve diğ., 2002). Einstein bu durumu: “Bilim (fen) deneyimler ile kazanılır ve deneyimlerden

elde edilen verileri anlamlı kılmak için veriler yorumlanır” şeklinde açıklamıştır. Eğer öğrencilere ilk olarak verilerin yorumu verilirse, laboratuvar deneyimleri sonucunda ne bulacağı anlatılırsa, onlar Einstein’ın tarif ettiği hakiki bir deneyime sahip olamazlar. Diğer bir deyişle, öğrenci ne olacağını zaten biliyor ve bu yüzden kendi deneyimlerini anlamlı hale getirme fırsatı bulamaz. Yani; TGA gibi uygulamaların gerçekleştirildiği laboratuvarlarda öğrenciler kavramları keşfeder, asla onları doğrulamazlar. (Renner, 1986). 8. soruya ön testte verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin bir kısmının aynı sıcaklıkta farklı iki maddenin ısı alışverişinde bulunabileceklerine yönelik kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür. Bayram (2010) da çalışmasında öğrencilerin aynı sıcaklıktaki farklı maddelerin ısı alışverişince bulunacaklarına yönelik kavram yanılgılarının olduğunu belirlemiştir. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularında kavram yanılgılarının büyük ölçüde giderildiği tespit edilmiştir.

Liew ve Treagust (1998) çalışmalarında, öğrencilerin kavram yanılgılarının TGA yöntemi ile giderilebileceği ve başarılarının artırılabilirliği sonucuna ulaşmışlardır. Fakat yine de deney ve kontrol gruplarından bazı öğrencilerin uygulamalar sonrasında kavram yanılgılarının giderilemediği görülmüştür. Harrison, Grayson ve Treagust (1999), öğrencilerin derse gelirken ön bilgilerle ve sezgisel kavramlarla geldiklerini ifade etmektedir. Öğrencilerin sezgisel kavramları onların öğrenmelerinde etkilidir. Sinatra (2002)’ya göre ise sınıfa sezgisel olarak gelen öğrenciler bu kavramları derslerde görseller bile eski kavramsal yapılar sağlam, dokunulmamış ve değişmemiş olarak kalırlar. Çünkü kavram yanılgılarının giderilmesi planlı ve uzun süreli uğraş gerektiren bir süreçtir. TGA yönteminin bazı kavram yanılgılarını gidermede etkisiz ve yetersiz kalması, bu kavram yanılgılarının giderilmesinin uzun süreli uygulamalarla bile zor olması, bunları gidermek için farklı uygulamaların gerekliliği ile açıklanabilir (Ateş ve Polat, 2005). Bu çalışmada da öğrencilerin derse gelirken kavram yanılgılı ön bilgilerle gelmeleri ve uygulamalar sırasında bazı öğrencilerin TGA öğrenme görevlerini yerine getirmemeleri bu durumu ortaya çıkarmış olabilir. Öğrenciler yeni kavramları öğrenip, bunları daha önceki bilgileri üzerine yapılandırırken, sahip oldukları ön bilgiler bazen yeni kavramların zihinlerinde doğru yapılanmasını engellemektedir ve yeni bilgiler işlenirken (öğrenilirken) bu yapıdan dolayı kavramlar öğrenciler tarafından çarpıtılmaktadır (Pesen, 2007). Öğrenciler karşılıklarına çıkan yeni olay ve durumları zihinlerinde yerleşik olan bu yanılgılara dayanarak yorumlamakta ve çözüm üretmektedirler. Bu süreç zamanla kavram yanılgılarının daha da güçlenmesine ve zihinde daha yerleşik hale gelmesine sebep olabilmektedir. Dolayısıyla öğrenme-öğretme sürecinde bu yanılgıların düzeltilmesi zorlaşmaktadır (Taylor ve Kowalski, 2004).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer Mi?" etkinliklerinin ilişkili olduğu 5. soru ile her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinin bu soruda doğru seçeneği işaretleyip doğru açıklama yapmış olma oranının kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasında TGA uygulamaları sırasında öğrencilerin tahminleri ile gözlemlerinin çelişmesi, her termometrenin her sıcaklığı ölçmeyeceğini bilmedikleri için her termometre ile mutlaka ölçüm yapmaya çalışmış olmaları, ölçümü gerçekleştiremedikleri durumlarda birçok sıcaklık değerinde termometrenin bozuk olup olmadığını denemeleri, bu esnada diğer grupların sonuçlarını merak etmeleri etkili olmuş olabilir. Kontrol grubu öğrencileri hasta termometresi ile yüksek sıcaklıkları ölçemeyeceklerini bildikleri için hasta termometresinin ölçebileceği aralıkta ölçüm almışlardır ve gözleme fazla odaklanmamışlardır. Gözleme odaklanma öğrencilerin deneyde gerçekleşen olayları daha dikkatli incelemelerini ve sürece daha aktif katılımlarını sağlayarak konuyu daha iyi anlamalarını sağlar (Köseoğlu, ve diğ., 2002). TGA'nın en önemli avantajlarından biri, öğrencilerin olayların sebeplerini açıklayabilmek için olaya aktif olarak katılmalarıdır. Bu sayede öğrenciler, kitapta yer alan bilgileri düşünmeden tekrar etmek yerine, olaylara kendilerince açıklama getirmektedirler (Köse, Coştu ve Keser, 2003). Aktif ve doğru eğitim modelleri, öğretmenin iyi ders verme ve iyi ders anlatmasından farklı bir durum ortaya koymakta; iyi motive etme, merak ve ilgi uyandırmayı öne çıkarmaktadır. Öğrencilerin merak düzeyinin yüksek olması, öğrenme birimine ilgi ve ihtiyaç duyması, değer vermesi, öğrenmede bir amacının olması öğrenme sürecine etkin katılımını sağlar. Bunun sonunda da öğrencinin öğrenme ve hatırlama düzeyi yükselir (Senemoğlu, 2004).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Kaynama Noktasını Neler Etkiler?" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Kaynama Noktasına Etki Eden Faktörler" etkinliklerinin ilişkili olduğu 7. soru ile maddelerin kaynama noktalarına etki eden faktörlerin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Ön testin 7. sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin bir kısmının sıvının miktarının kaynama sıcaklığını değiştireceğini düşündükleri görülmüştür. Bu durum Keser (2007)'nin çalışmasında tespit ettiği "Deniz seviyesindeki bir kova suyu 100 °C' den daha yüksek bir sıcaklıkta kaynatmak için suyun miktarını azaltırız" kavram yanılgısıyla paralellik göstermektedir. Uygulama sonrasında bu soruyu doğru yanıtlayan deney grubu öğrenci sayısının kontrol grubu öğrenci sayısına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencileri TGA uygulamaları sırasında yapmış oldukları gözlemler sonucunda, konuyla ilgili yapmış oldukları tahminlerinde büyük oranda yanıldıklarını görmüşlerdir. Özellikle tahmin

aşamasında öğrencilerin basıncın etkisinin sıvının kaynama noktasına etkisini göz ardı ettikleri ve bunun sonrasında gözlem aşamasında basıncın değiştirilmesi sonucu şırınga içinde suyun kaynadığını görmeleri tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişki oluşturması öğrencilerin dikkatini çekmiş olabilir. Tahmin ve gözlem arasındaki çelişkiler öğrenmeyi ilerletmektedir (White ve Gunstone, 1992). Burada Posner, Strike, Hevson ve Gertzog (1982)'un önerdiği fiziksel bir olayı açıklamada hoşnutsuzluk şartına dayalı zihinsel çatışmanın etkili olduğu söylenebilir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Farklı Katıların Isınma Isıları" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Öz Isı" etkinliklerinin ilişkili olduğu 9., 10. ve 11. sorular ile öz ısı ve ısı sığası kavramları arasındaki ilişkinin, öz ısının maddeler için ayırt edici özellik olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Uygulama öncesinde ön testin 9. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öz ısı ve ısı sığası kavramlarını ayırt etme noktasında kavram yanılgılarının olduğu ve ısının birimini sadece kalori olarak düşündükleri, ısının biriminin aynı zamanda joule olduğunu ihmal ettikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin öz ısı ve ısı sığası kavramlarını ayırt edemedikleri ve ısı birimi olarak sadece kalorinin kullanıldığını düşündükleri yapılan bazı çalışmalarda da ortaya çıkarılmıştır (Aydoğan ve diğ., 2003; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Harrison ve diğ., 1999). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bu yanılgıları büyük ölçüde giderdiği uygulama sonrasında son test ve kalıcılık testlerinde deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmuşlardır. Öğrencilerin uygulamalar sırasında kullanılan metallere enerji vermek için joulemetreyi kullanmalarının ısının biriminin sadece kalori olduğuna yönelik kavram yanılgılarının giderilmesine ve joule'ün de ısı birimi olduğunu anlamalarına etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca TGA yöntemine dayalı uygulamalarda öz ısı ve ısı sığası kavramlarının birbirleriyle karıştırılması noktasında öğrencilerin iki kavram arasında doğru ilişkiyi kurabilmeleri için sonuca kendilerinin ulaşmasının beklendiği açıklama aşamasının, İspat yönteminde sonucun önceden verildiği düz anlatım aşamasına göre öğrenmeyi ve öğrenmede kalıcılığı sağlamada daha etkili olduğu söylenebilir. Yöntem, öğrencilerin kendilerinin ve akranlarının bilimsel görüşlerini bildirmelerine, ifadelerini tartışmalarına, yeni ve ortak fikirleri müzakere etmelerine ve yansıtmalarına olanak sağlamaktadır. TGA anlayışı bu açıdan öğrencilerin herhangi bir konudaki görüşlerini ortaya çıkarmak için kullanılan en bilinen araç, anlamlı ve kalıcı öğrenmeler için öğrencilere sağlanan büyük bir fırsat olarak görülmektedir (Kearney, 2004). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulamalar öncesinde 10. soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde öz ısı ile sıcaklık arasında doğru orantı olduğu düşündükleri ve öz ısıyı ısı iletimi ile karıştırdıkları tespit edilmiştir. Karakuyu (2006)'da çalışmasında bu çalışmaya paralel olarak öğrencilerin öz ısı ile ısı iletim

katsayısını karıştırdıkları sonucuna ulaşmıştır. Uygulamalar sonrasında deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine oranla bu soruyu cevaplama noktasında daha başarılı olmuşlardır. Bunun nedeni olarak TGA yöntemine dayalı uygulamaların gerçekleştirildiği deney grubunda öğrencilerin demir metalinin diğer metallere göre daha erken ısınacağını, öz ısısının çok küçük olduğunu düşünmeleri, demir metalinin geç ısınmasını beklemedikleri için çelişkiye düşmeleri, öğrencilerde demir metalinin öz ısısını diğer metallerle karşılaştırma isteğine neden olmuştur. Öğrencilerin demir metali ile daha fazla karşılaşmış olmaları, önceki bilgilerinden demirin diğer metallere göre daha kolay işlendiğini ve sıcaklığın çok yüksek olduğunu düşünmeleri bu durumun ortaya çıkmasına neden olabilir. Demir metalinin öz ısısının diğer metallere göre daha yüksek olduğundan sıcaklık değişiminin daha az olduğu sonucuna kendilerinin ulaşmaları bu durumun ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Harrison ve arkadaşları (1999), öğrencilerin derse gelirken ön bilgilerle ve sezgisel kavramlarla geldiklerini ifade etmektedir. İspat grubunda demir metalinin öz ısısının en fazla olduğundan sıcaklık değişiminin daha az olacağını etkinlikten önce öğrenen öğrencilerin çelişkiye düşmedikleri düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda TGA yönteminin öğrencilerin kendi fikirlerindeki değişimin farkına varmalarına fırsat vermesinden dolayı anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı ifade edilmektedir (Kabapınar, Bıkmaz ve Sapmaz, 2003).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Farklı Katı Maddeler Enerjiyi Aynı Hızla Mı İletirler?" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Katıların Enerji İletimi" etkinliklerinin ilişkili olduğu 11., 12. ve 13. soru ile katıların enerji iletiminin ve enerji iletim hızına etki eden faktörlerin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Ön testin 12. sorusuna uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğunun öz ısı ve ısı iletim katsayısı arasında sahip oldukları kavram yanılığı ile cevap verdikleri belirlenmiştir. Bu durum Karakuyu'nun 2006 yılında yapmış olduğu çalışmasında elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir. Uygulama sonrasında son testin ve kalıcılık testinin 12. sorusunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine oranla daha başarılı oldukları görülmüştür. Öğrenciler tahmin aşamasında öz ısı ile ısı iletim katsayısı arasında doğru orantı kurmuşlardır. Öz ısıya bağlı olarak bakır, demir ve alüminyum metallerinin eşit enerji aldıklarında sıcaklık değişimlerini karşılaştırmışlar, bu karşılaştırmaya göre ısı iletim aletinde yer alan aynı metallerin üzerindeki iğnelerin de bu metallerin öz ısısına bağlı olarak o sıralamada düşeceği yanılığına sahip oldukları tespit edilmiştir. TGA uygulamaları sırasında maddelerin öz ısılardan bağımsız, beklediklerinden farklı bir düşme sırası ile karşılaşmış olmaları, öz ısı ile ısı iletim katsayısının aynı olmadığı sonucuna varmalarında ve bu yanılığının giderilmesinde etkili olmuş olabilir. Literatürde, kavram yanılıklarının giderilmesi sürecinde ilk olarak öğrencilerin sahip olduğu kavram

yanılgılı önbilgilerinin etkinleşmesi gerektiğini, tahmin ettikleri ile gözlemediklerinin farklı çıkması sonucunda öğrencilerde bilişsel çelişkinin oluşabileceğini, açıklama aşamasında bu bilişsel çelişkinin çözülmesi sonucu kavram yanılgılarının giderilebileceğini belirtilmektedir (Caravita, 2001; Lee ve diğ., 2003). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son testin 13. sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin deney grubu öğrencilerine göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Deney grubunda “Sıvılarda Enerji İletimi” etkinliğinde, üstten ısıtılan deney tüpünde altta kalan buz parçalarının erimemesi, öğrencilerde sıvılarda iletim yoluyla enerjinin aktarılamadığı, böylece buzun ermediği, sıvılarda enerjinin sadece konveksiyon yoluyla aktarılabildiği sonucuna varmalarına neden olmuş olabilir. Ayrıca “Gazlarda Enerji İletimi” etkinliğinde enerjinin konveksiyon ve ışınlar yoluyla iletiliğinin vurgulanması, gazlarda enerjinin sadece konveksiyon ve radyasyon yoluyla aktarıldığı sonucuna ulaşmalarına neden olduğu düşünülmektedir. İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının yapıldığı kontrol grubu öğrencileri ise “Sıvıların Enerji İletimi” etkinliğinde sıvılarda ve gazlarda enerjinin iletim yoluyla aktarımının zayıf olduğu sonucunu gözlemediklerinden dolayı yanılgıya düşmemişlerdir. Guzzetti, Snyder, Glass ve Gamas (1993), öğrencilerin bilişsel çelişkiye düşmelerini hedefleyen araştırmaların kavram yanılgılarının giderilmesinde her zaman etkili olmadığını belirtmektedirler. Bunun olası nedenleri olarak birçok durumda öğrencilerin çelişkiyi görememeleri ve çelişkili verilerle baş etmede zorluk çekmeleri olarak gösterilmektedir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Sıvılarda Enerji İletimi" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan “Sıvıların Enerji İletimi” etkinliklerinin ilişkili olduğu 14. soru ile sıvıların enerji iletim yollarının öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri ön testte 14. soruda çoğunlukla yanlış seçeneği işaretleyip gerekçesini boş bırakmışlar veya yanlış gerekçe sunmuşlardır. Uygulama sonrasında ise 14. Sorudan aldıkları puanlara göre deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmuşlardır. Bu durum deney grubu öğrencilerinin tahminleri ile gözlemleri arasında çelişki yaşamalarından kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler tahminlerinde suyun ısıyı ileticeğini ve dolayısıyla buzun eriyeceğini düşünmüşlerdir. Etkinlikte buzun erimeden kalması, deney tüpüne damlatılan mürekkebin su içerisindeki hareketi öğrencilerin deneyde gerçekleşen olayları dikkatlice gözlemlemesine, deneyde gerçekleşen olaylara mantıklı açıklamalar yapmak için aktif olarak derse katılmasına, dolayısıyla sınıf içerisinde tartışma ortamının oluşmasına neden olmuştur. Yöntem, öğrencilerin kendilerinin ve akranlarının bilimsel görüşlerini bildirmelerine, ifadelerini tartışmalarına, yeni ve ortak fikirleri müzakere etmelerine ve yansıtılmalarına olanak sağlamaktadır (Kearney, 2004). Fakat öğrencilerin soruya verdikleri cevaplar

incelendiğinde beherdeki suyun soğumasının iletim yoluyla gerçekleşmesinin beher ile ortam arasındaki ısı alışverişinden kaynaklandığını ifade etikleri görülmüştür. Ayrıca her iki grupta da yapılan etkinliklerin sıvılarda konveksiyon yoluyla iletimin gerçekleştiğine odaklanması, öğrencilerde sıvılarda sadece konveksiyon yoluyla iletim olacağına yönelik kavram yanılması oluşmasına neden olduğu söylenebilir. Sinatra (2002)'nin yaptığı çalışmada bir kavram yanılığının kavramsal değişim sonrasında da zihinsel yapıda kalabileceği görüşünü ortaya koyması, varsayımımızı güçlendirmektedir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Gazlarda Enerji İletimi" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Gazların Enerji İletimi" etkinliklerinin ilişkili olduğu 15. ve 16. sorular ile gazların enerji iletim yollarının öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdi irdelenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin 15. soruya son test ve kalıcılık testinde verdikleri cevaplara bakıldığında iki yöntemin de başarılı olduğu, bu sorulara verilen cevapların yer aldığı kategoriler açısından deney ve kontrol grubu arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durum her iki yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarında da ışıma yoluyla ısının iletilmesine güneşin enerjisinin dünyaya güneş ışınları yardımıyla gelmesi, ısırtı ocağının beherdeki suyu, elektrikli sobanın odayı ısıtması örneklerinin verilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca her iki gruptaki öğrencilerin güneşten gelen ışınların uzay boşluğundan geçerek dünyaya nasıl ulaştığı konusunu merak etmesinden kaynaklanmış ta olabilir. Günlük hayatta karşılaşılan olay veya durumlarla ilgili örnekler, öğrencilerin dikkatini çektiğinden ve öğrencilerde merak uyandırdığından her iki grubun da derse aktif olarak katılmalarını sağlamıştır (Köseoğlu ve Kavak, 2001; Özmen, 2004). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin büyük bir kısmı uygulamalar sonrasında son test ve kalıcılık testlerinde 16. soruyu doğru cevaplayamamışlardır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplara bakıldığında ışımanın her ortamda ve her yönde olduğunu ihmal ettikleri, sadece aydınlık ortamlarda ışımanın gerçekleşebileceği yanılığına düştükleri görülmüştür. Öğrencilerin çalışma yaprakları incelendiğinde de aynı yanılığın olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak ışımanın her ortamda olacağına sözlü olarak ifade edilmesine rağmen verilen güneşten gelenler ışınlar sayesinde ısının dünyaya ulaşması örneği ve etkinliğin aydınlık ortamda yapılması olduğu düşünülmektedir. Uygulamalar sırasında ışıma yoluyla ısının iletimine ve karanlıkta ışımanın gerçekleştiğine yönelik olarak verilecek örneklerin genişletilmesinin (gece görüş kameraları, termal kameralar gibi.) bu yanılığın ortadan kaldırılabileceği düşünülmektedir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Katı Maddelerde Isının Etkisi" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Katıların Genleşmesi" etkinliklerinin ilişkili olduğu 17. ve 18. sorular ile enerji ile genleşme ve büzülme olayları arasındaki ilişkinin ve farklı maddelerin genleşme katsayılarının farklı olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdi irdelenmiştir.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin soruya verdikleri cevapların yer aldığı kategorilerden aldıkları puanlar arasında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Genleşme katsayısının formülünün hatırlanmasını gerektiren bu sorunun öğrencilerin alt düzey düşünme becerilerini ölçmesi, alt düzey düşünme becerilerinin kazandırıldığı İspat yöntemine dayalı uygulamaların da öğrencilerin bu konuyu anlamalarında etkili olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin verdikleri cevapların yer aldığı kategorilere bakıldığında, bir kısım öğrencinin DS-DN kategorisinde cevap verdiği görülürken, bir kısmının da metalin boyundaki değişim ile genleşme katsayısı arasında doğru orantı olduğunu ve metallerin genleşme katsayılarının birbirinden farklı olduğunu bildikleri, fakat metalin ilk boyunun genleşme katsayısı ile ters orantılı olduğunu ihmal ettikleri görülmüştür. Bu durum bazı öğrencilerin etkinlikler sırasında bakır metalinin boyca genleşme katsayısını formül kullanarak hesaplamalarına rağmen uygulamalar sonrasında bu formülü hatırlamamalarından kaynaklanmış olabilir. Katıların genleşme katsayılarının birbirlerinden farklı olduğunun öğrenciler tarafından anlaşılma durumlarının formül hatırlamayı gerektirmeyen sorular ile ölçülmesinin daha etkili sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Isının Korunması" ve İspat yöntemine dayalı hazırlanan "Isı Yalıtımı" etkinliklerinin ilişkili olduğu 19. soru ile ısı yalıtımını sağlamaya yönelik yapılan tasarımların öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Uygulama sonrasında 19. soruya verilen cevapların yer aldığı kategorilere bakıldığında deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olmuşlardır. Bunun nedeninin TGA yöntemine dayalı uygulamalarda öğrencilerin kendi ısı yalıtımı tasarımlarını yapmaları ve diğer grupların tasarımlarıyla kendi ısı yalıtımı tasarımlarını karşılaştırmaları sonucu doğru bilgiye kendilerinin ulaşması olduğu düşünülmektedir. İspat yöntemine dayalı uygulamalarda öğrenciler doğru bilgilerin araştırmacı tarafından aktarılması sonucu tasarım yapmadan doğrudan ısı yalıtım sistemini oluşturmuşlardır. Bu noktada TGA'nın en önemli avantajlarından biri, öğrencilerin olayların sebeplerini açıklayabilmek için olaya aktif olarak katılmalarıdır. Bu sayede öğrenciler, kitapta yer alan bilgileri düşünmeden tekrar etmek yerine, olaylara kendilerince açıklama getirmektedirler (Köse, Coştu ve Keser, 2003). Ayrıca deney grubunda öğrenciler tahmin aşamasında ısı yalıtımının maddelerin içerisinde yer alan hava miktarı ile ilişkili olması durumunu tahmin edememişler ve havanın iyi bir ısı iletkeni olduğunu düşünmüşlerdir. Öğrencilerin tahmin aşamasında havanın iyi bir ısı iletkeni olduğuna yönelik yanılgıları Peker, Apaydın ve Taş'ın 2012 yılında yapmış oldukları çalışmalarında uygulamalar sırasında ilköğretim öğrencilerinin verdikleri "Öğretmenim, havadaki boşluklar fazla olduğu için, o ısıyı aradaki boşluktan faydalanarak ısıyı iletiyor, yani geçiriyor" cevabında yer alan kavram yanılgısı ile

örtüşmektedir. Aynı kavram yanılgısı Yavuz ve Büyükekşi'nin 2011 yılında yaptıkları çalışmalarında ilköğretim öğrencilerinin “Maddenin soğuması için havanın madde içine girmesi gerekir” kavram yanılgısıyla benzerlik gösterdiği görülmüştür. “Isı yalıtımı” konusunda ilköğretim öğrencilerinin kavram yanılgılarıyla öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının aynı olduğu sonucuna ulaşılabilir. Frederik ve arkadaşları, 1999 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, ısı ve sıcaklık konusunda öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanılgılarının öğrencilerin kavram yanılgılarıyla benzer olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gözlem aşamasında içerisinde hava miktarı daha fazla olan malzemelerin iyi yalıtkan özellik gösterdiklerini gözlemlenmeleri, tahminleri ile gözlemleri arasında çelişki yaşamalarına sebep olmuştur. Bu çelişki, deney grubu öğrencilerinin çalışma yapraklarından anlaşılmaktadır. Deney grubu öğrencilerinin tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişkili durum, bu çelişkinin farkına vararak bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlamış ve konuyu anlamalarını kolaylaştırmıştır. Bu durum elde ettikleri bilgilerin kalıcılığını artırmış olabilir. TGA yöntemine dayalı uygulamalarda öğretmen adayları, kavram yanılgılarının farkına vararak bunları yeni ve doğru bilgilerle düzeltme imkânı bulmuşlardır. McGregor ve Hargrave (2008), tahmin ve gözlem aşamalarının arka arkaya olması sonucu öğrencilerde zihinsel bir çatışma olduğunu ve ardıllık ilkesi doğrultusunda kavram yanılgılarının düzeltilmesinde TGA'nın etkili bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bu etkinlikler, öğrencilerin var olan bilgilerinin yeni olayları açıklamada yetersiz kaldığını görmelerini ve sahip oldukları kavram yanılgılarının farkına varmalarını sağlaması bakımından önemlidir. Ausubel (1968), anlamlı öğrenmede en önemli faktörün, öğrencinin daha önceden bildiklerinin tespit edilmesi ve bu doğrultuda öğretim yapılması olduğunu belirtmiştir (Ausubel, 1968'den aktaran: Liew ve Treagust, 1998). Anlamlı öğrenme, yeni öğrenilen kavramlarla önceden öğrenilen kavramlar arasında doğru bağlantılar kurulmasıyla gerçekleşir (Gil-Perez ve Carrascosa-Alis, 1994'ten aktaran: Atılboz, 2004).

Yapılan çalışmalar sonucunda TGA yönteminin öğrencilerin kendi fikirlerindeki değişimin farkına varmalarına fırsat vermesinden dolayı anlamlı öğrenmeyi sağladığı ve motivasyonu yükselttiği ifade edilmektedir (Kabapınar, Bıkmaz ve Sapmaz, 2003). TGA yöntemine dayalı olarak yapılan uygulamaların anlamlı öğrenmeye katkı sağladığı, yanlış öğrenmelerin düzeltilmesinde geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Kearney, 2004; McGregor ve Hargrave, 2008; Rakkapao ve diğ., 2013; White ve Gunstone, 1992).

5. 3. TGA Çalışma Yapraklarının Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

TGA yöntemine dayalı uygulamaların öğrencilerin Isı ve Sıcaklık konusunda kavramsal anlamalarına etkisini araştırmak amacıyla deney grubunun çalışma yaprakları anlama kategorilere göre analiz edilmiştir. Bu bölümde TGA yöntemine dayalı hazırlanan TGA Çalışma yapraklarının kategorilere göre analizinden elde edilen bulgular her bir etkinlik için ayrı ayrı tartışılacaktır.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Isı ve Sıcaklık Aynı Mıdır?" etkinliğinde, ısı, sıcaklık kavramları ve bu kavramlar arasındaki ve hal değişimi ile enerji alışverişi arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Öğrencilerin tahmin aşamasında verdikleri cevaplar incelendiğinde bir kısmının maddelere enerji verilince sıcaklığının sürekli artacağına yönelik düşüncelere sahip olduğu, bir kısmının ise maddeye enerji verilince sıcaklığının sürekli artmayacağını bildikleri fakat doğru gerekçe sunmadığı, bir kısmının ilgisiz veya yanlış cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Keser (2007)'in çalışmasında da öğrencilerin büyük bir bölümünün enerji alan cisimlerin sıcaklığının kesinlikle artacağı yanılıgına düştükleri görülmektedir. Buradan öğrencilerin hal değişimi durumunda sıcaklığın değişmeyeceği durumunu göz ardı ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilere göre kaynama esnasında sıcaklık sabit kalırsa bir şeyler yanlış demektir (Karakuyu, 2006). Öğrenciler bu etkinliğin açıklama aşamasında doğru açıklamalara ulaşmışlardır. Hal değişimi sırasında sıcaklığın değişmesi ve maddeye enerji verdiğimiz halde maddenin sıcaklığının sabit kalma nedeni öğrencilerin ilgilerini çekmiş ve gözleme odaklanmalarını sağlamış olabilir. Uygulama sonrasında hal değişimi sırasında nelerin değişmeyeceğinin öğrenciler tarafından anlaşılıp anlaşılmadığının ölçüldüğü 6. soruda öğrencilerin doğru seçeneği işaretledikleri ve doğru açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. Uygulanan yöntemin bu konuda kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Bir Termometre Her Sıcaklığı Ölçer mi?" etkinliğinde, her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Öğrencilerin tahmin aşamasında verdikleri cevaplar incelendiğinde bir kısım öğrencinin bazı termometrelerin ısıyı bazılarının sıcaklığı ölçtüklerini, bir kısım öğrencinin ise Fahrenheit ve Celcius'un farklı sıcaklık cinsleri olduklarını ve dolayısıyla farklı sıcaklıkları ölçtüğünü düşündükleri görülmüştür. Buradan öğrencilerin Fahrenheit ve Celcius'un farklı sıcaklık birimleri değil farklı sıcaklık cinsleri olduğu kavram yanılıgına sahip oldukları tespit edilmiştir. Buluş Kırıkkaya ve Güllü (2008) yaptıkları çalışmada da öğrencilerin benzer kavram yanılıgına sahip olduğu, büyük bir kısmının ısının termometre ile ölçüldüğünü düşündüklerini tespit etmişlerdir. Çakır Olgun

(2008) da çalışmasında öğrencilerin ısının termometre ile ölçüldüğüne yönelik kavram yanlışları olduğunu saptamıştır. Fakat bu kavram yanlışlarına sahip olan öğrenciler gözlem ve açıklama aşamalarında doğru açıklamalara ulaşmışlardır. Kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrencilerin hasta termometresi ile bazı sıcaklık değerlerini ölçmemiş olmalarının ve fahrenheit termometresi ile celsius termometreleri ile aynı sıcaklığı aynı anda ölçmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yapılan etkinlikte gözlemledikleri olaylar öğrencilerin ilgisini çekmiştir. Uygulama sonrasında her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 5. soruda öğrencilerin doğru seçeneği işaretledikleri ve doğru açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Uygulanan yöntemin bu konuda kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Kaynama Noktasını Neler Etkiler?" etkinliğinde, maddelerin kaynama noktalarına etki eden faktörlerin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. 3. tahmin sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin büyük bir kısmı suyun ısı vermeden sıcaklığının 100 °C'ye getirilemeyeceğini dolayısıyla suyun 100°C'den düşük bir sıcaklıkta kaynatılamayacağını iddia etmişlerdir. Bu kavram yanlışlığı Coştu, Ayas ve Ünal'ın 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında kaynama konusunda öğrencilerde tespit ettikleri "Su sadece 100°C'de kaynar" ve "Kaynama noktası her bir sıvı için ayrı ayrı değerlerde olup sabittir hiçbir zaman değişmez." kavram yanlışlarıyla benzerdir. Coştu, Karataş ve Ayas'ın 2003 yılında yapmış oldukları çalışmada da öğrencilerin "Her bir sıvının belli bir kaynama sıcaklığı vardır ve hiçbir zaman değişmez." kavram yanlışlarıyla paralellik göstermektedir. Öğrenciler kaynama sıcaklığının değişmeyen sabit bir nokta olduğuna inanmaktadırlar. Bu noktada öğrencilerin kaynama noktasına basıncın etkisini ihmal ettikleri ya da dış basıncın kaynama noktasına bir etkisinin olmadığını düşündükleri söylenebilir. Öğrenciler şırınganın pistonunun çekilmesi ile birlikte hacminin artırılıp basıncın düşürülmesi sonucunda içerisinde yer alan sıvının düşük bir sıcaklıkta kaynadığını gözlemlemişlerdir. Gözlem aşamasında, tahmin sorularına verdikleri kavram yanlışlı cevapların farkına varan öğrenciler, açıklama aşamasında bu kavram yanlışlarını gidermişler ve doğru açıklamalara ulaşmışlardır. Öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermesinde tahmin ve gözlem aşamalarında yaşadıkları çelişkiler ve gözlem aşamasında deneyde gerçekleşen olayların öğrencilerin ilgisini çekmesi etkili olmuş olabilir. Öğrencilerin uygulama sonunda etkinliğin ilişkili olduğu 7. soruda doğru seçeneği işaretledikleri ve doğru açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Uygulanan yöntemin bu konuda kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir. Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi öğrencilerin ön bilgilerini

etkinleştirmesi, çelişki durumunu ve çözümünü öğrenciye bırakması açısından kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili bir yöntemdir (White ve Gunstone, 1992).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Farklı Katıların Isınma Isıları" etkinliğinde, öz ısı ve ısı sığası kavramları arasındaki ilişkinin, öz ısının maddeler için ayırt edici özellik olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. 1. tahmin sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin öz ısı ile ısı iletimi kavramlarını karıştırdıkları tespit edilmiştir. Karakuyu (2006)'nın yılında yapmış olduğu çalışmasında tespit ettiği "Çabuk ısınma ya da çabuk soğuma öz ısı ile ilgili olabilir." şeklindeki kavram yanılgısı öğrencilerin tahmin aşamasındaki kavram yanılgısıyla benzerdir. Bu kavram yanılgıları öğrencilerin günlük hayatta öz ısı yerine ısı iletimi kavramını daha çok kullanmalarından kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler ısı ve sıcaklık konusuna ait kavramları günlük konuşma dilinde sık sık kullanırlar ve bu kullanım bazen kavram karışıklığına neden olmaktadır. Kavram karışıklıkları bir kavramın bilimsel kullanımı ile günlük hayattaki kullanımının farklı olması durumunda ortaya çıkar (Romer, 2001). Öğrenciler öğrenme ortamına girmeden önce olayların nedenlerini sahip oldukları ön bilgi ve deneyimlerine göre açıklarlar (Harrison ve diğ., 1999). TGA yöntemi öğrencilerin tahminlerini desteklemek için mevcut bilgilerinin ve günlük hayatta karşılaştığı benzer olaylardan edindiği deneyimlerini kullanmasını sağlar. Bu doğrultuda yöntem öğrencilerin ön bilgilerini durumlara ve olaylara uygulama becerisini ölçmeyi amaçlar (White ve Gunstone, 1992). Öğrenciler etkinlik sırasında maddelerin eşit enerji aldıklarında enerjiyi iletme hızlarını değil, sıcaklıklarındaki değişimlerini gözlemlenmişlerdir. Öğrencilerin gözlem aşamasında farklı katı maddelerin eşit miktarda enerji aldıklarında sıcaklık değişimlerinin birbirinden farklı olduğunu gözlemlenmesinin, ısıyı hızlı iletip iletmeme ile ilgisi olmadığını anlamalarında etkisi olabilir. Ayrıca maddelerin öz ısılarının neden birbirinden farklı olduğu açıklamasına ulaşılması öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Uygulanan yöntemin bu konuda kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Farklı Katı Maddeler Enerjiyi Aynı Hızla Mı İletirler?" etkinliğinde, katıların enerji iletiminin ve enerji iletim hızına etki eden faktörlerin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. 1. tahmin sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin kavram yanılgılı cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler ısı iletim aletinde yer alan farklı metallerden yapılmış şeritlerin uçlarında yer alan toplu iğnelerin ısı iletim aletine enerji verince yere farklı sürelerde düşeceğini tahmin etmişler fakat toplu iğnelerin farklı sürelerde yere düşmesinin sebebi olarak maddelerin öz ısılarının farklı olmasını gerekçe göstermişlerdir. Ayrıca bazı öğrenciler metallerin üzerindeki toplu iğnelerin düşme sırasını verilen enerji miktarı ile ilişkilendirmişlerdir. Öğrencilerin böyle düşünmelerinde etkinlik öncesinde ısı iletim aletinde yer alan dairesel

demir levhanın, metal şeritlerin eşit enerji almasını sağladığını bilmemeleri etkili olabilir. TGA uygulamaları sırasında maddelerin öz ısılarından bağımsız, beklediklerinden farklı bir düşme sırası ile karşılaşmış olmaları, öz ısı ile ısı iletim katsayısının aynı olmadığı sonucuna varmalarında ve bu yanılmanın giderilmesinde etkili olmuş olabilir. Uygulanan yöntemin bu konuda öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir. Öğrencilerin tahminleri ve gözlemleri arasında çelişkiler ortaya çıkabilir. Yani yaptıkları tahminleri ile gözlem sonuçları birbirinden farklı olabilir. Ortaya çıkan bu farklılıklar, öğrencilerin kavram yanılığlı ön bilgilerinin farkına varmalarını ve bu ön bilgilerinden hoşnutsuz olmalarını sağlar, öğrenmeyi hızlandırır (Köse ve diğ., 2003; McGregor ve Hargrave, 2008; White ve Gunstone, 1992).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Sıvılarda Enerji İletimi" etkinliğinde, sıvıların enerji iletim yollarının öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Öğrenciler tahmin aşamasında, deney tüpü içerisindeki buzun eriyeceğini tahmin etmişler, bunun gerekçesini enerji alan taneciklerin harekete geçeceğinden buz ile su arasında ısı alışverişi olacağı şeklinde ifade etmişlerdir. Öğrencilerin tahminlerinin doğru olmamasına rağmen gerekçelerinde kavram yanılığlı veya yanlış ifadeler olmadığı gözlenmiştir. Öğrenciler, sıvılarda tanecikler arasındaki mesafenin katılara göre fazla olmasından iletim yoluyla enerji aktarımının yavaş olacağını ihmal etmiş ya da sıvıların tanecikleri arasındaki mesafenin katılara göre fazla olduğunu düşünsele dahi, farklı enerji iletim yollarından haberdar olmadıklarından deneyde gerçekleşecek olayları açıklayamamış ve buzun eriyeceğini düşünmüş olabilirler. Gözlem aşamasında öğrenciler deney tüpünün üst kısmında suyun kaynamasına rağmen alt kısmında buzun ermediğini gözlemlemişlerdir. Daha sonra olayın görseelliğinin artırılması ve daha net gözlem yapılması için deney tüpüne renklendirme amaçlı mürekkep damlatılmıştır ve damlatılan mürekkep üst kısımda kalmış, aşağıya inmemiştir. Deney tüpündeki su alttan ısıtılınca bir süre sonra tüpün içerisindeki buz erimiş ve mürekkep aşağı inmiştir. Deney tüpündeki sıvı içerisinde mürekkebin hareketinin bazı öğrencilerin kafasını karıştırdığı ve mürekkebin hareketini yanlış yorumlamalarına neden olduğu görülmüştür. Öğrenciler sıvı içerisindeki mürekkebin ısıya eğilimli olduğunu düşünmüşlerdir. Mürekkebin ısıya eğilimli olduğunu düşünmelerinin nedeni, deney tüpünü üstten ısıttığımızda mürekkebin aşağı inmemesinden, deney tüpü alttan ısıtınca ise mürekkebin aşağı inmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yöntemin dayandığı yaklaşım gereği öğrencilere ne gözlemleyeceği önceden verilmemesi deneyde gerçekleşen olayların mürekkebin hareketine göre gerçekleştiğini düşünmelerine yol açmış olabilir. Araştırmacının bu noktada mürekkebin sadece renklendirme amaçlı kullanıldığı ipucunu vermesi, öğrencilerin doğru açıklamalara ulaşmalarını kolaylaştırmıştır. Açıklama aşamasında oluşturulan tartışma ortamında öğrenciler doğru

açıklamalara ulaşmışlar ve mürekkebin sadece sıvının renklendirilmesi amacıyla kullanıldığını anlamışlardır. Öğrencilerin uygulama sonunda etkinliğin ilişkili olduğu 14. soruda doğru seçeneği işaretledikleri ve doğru açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bazı öğrencilerin ise uygulama sırasında konuyu anlamış olmalarına rağmen, uygulama sonrasında uygulanan son testte konu ile ilgili 14. soruyu doğru cevaplayamadıkları görülmüştür. Bu durum yapılan etkinliğin öğrencilerin ilgisini çekmesine ve uygulama sırasında deney ve gözlemleri arasındaki bilişsel çelişkilerin çözülüp doğru açıklamalara ulaşılmış olmasına rağmen öğrencilerin mürekkebin hareket sebebinin anlamakta zorluk çekmelerinden kaynaklanmış olabilir. Öğrencilerin anlama güçlüğü yaşamaları, elde ettikleri bilgileri zihinlerine tam olarak sağlıklı bir şekilde yerleştirememelerine ve dolayısıyla bilgilerinin kalıcı olmamasına neden olmuş olabilir. Guzzetti ve arkadaşları (1993), bilişsel çelişki yoluyla kavramsal değişimi hedefleyen araştırmaların bazı durumlarda yetersiz kaldığını, bunun olası nedenlerinden birinin de öğrencilerin çelişkili verilerle baş etmede zorluk çekmeleri olduğunu ifade etmişlerdir.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Gazlarda Enerji İletimi" etkinliğinde, gazların enerji iletim yollarının öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. Tahmin aşamasında verilen cevaplara bakıldığında öğrenciler beher içerisindeki suyun sıcaklığının artmayacağını tahmin etmişler ve beher ile ısırtı ocağı arasındaki mesafenin fazla olmasını tahminleri için gerekçe olarak göstermişlerdir. Öğrencilerin gazların da ısı iletimi sağladığını, güneşin sahip olduğu enerjinin dünyaya iletim şeklini ihmal ettikleri ya da bu konuda ön bilgilerinin yetersiz olduğu düşünülmektedir. Gözlem aşamasında öğrencilerin yanan ısırtı ocağından uzakta olan beherdeki suyun sıcaklığının arttığını gözlemlenmeleri, ön bilgileri ile gözlemleri arasında çelişki yaşamalarını, eksik veya yanlış ön bilgilerini fark etmelerini sağlamada etkili olabilecektir. Öğrenciler beherdeki suyun sıcaklığının artmasını, enerjinin ışınlarla birlikte elektromanyetik dalgalar halinde taşınmasıyla açıklamışlardır. Fakat öğrenciler ısırtı yoluyla iletimin sadece aydınlık ortamda gerçekleşeceği yanılgısına düşmüşlerdir. Öğrenciler ışınların sadece görünür ışık olan aydınlık ortamda bulunduğunu düşünmüş olabilirler. Açıklama aşamasında ısırtının her ortamda olacağını sözlü olarak ifade edilmesine rağmen ısırtı yoluyla iletme günlük hayattan verilen güneşin enerjisinin dünyaya güneş ışınları yardımıyla gelmesi, ısırtı ocağının beherdeki suyu, elektrikli sobanın odayı ısıtması gibi genel itibarıyla aydınlık ortamda gerçekleşen olaylara ait örnek verilmesi öğrencilerde kavram yanılgısı oluşturmuş olabilir. Bu noktada açıklama aşamasında ısırtı yoluyla iletimin karanlık ortamlarda gerçekleştiğine yönelik verilecek örnekler öğrencilerde bu kavram yanılgısının oluşmasını önleyebilir. Öğrencilerin son testin 16. sorusuna verdikleri cevaplarda da bu kavram yanılgılarının devam ettiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara

bakıldığında ışımanın her ortamda ve her yönde olduğunu ihmal ettikleri, sadece aydınlık ortamlarda ışımanın gerçekleşebileceği yanılıgısına düştükleri görülmüştür.

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Katı Maddelerde Isının Etkisi" etkinliğinde, enerji ile genleşme ve büzülme olayları arasındaki ilişkinin ve farklı maddelerin genleşme katsayılarının farklı olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. 3. tahmin sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin metal çiftinde yer alan metallerin ısı etkisiyle boyutlarının artacağını bildikleri, A açısının değişeceğini tahmin ettikleri (A: metal çiftinin doğrusal konuma göre bükülme açısı), A açısının değişmesinin ise metal çiftinde yer alan metallerin çok fazla uzamasından kaynaklanacağını ifade etmişler. Öğrenciler metal çiftinin bakır metalinden daha ince olmasından dolayı, metal çiftinin ısı etkisiyle bakır metaline göre daha fazla uzayacağı ve metal çiftinde bükülme olacağı düşüncesinde oldukları tespit edilmiştir. Yani öğrenciler bükülmenin metallerin eşit miktarda enerji almalarına rağmen farklı genleşme katsayılarından dolayı boyutlarının farklı miktarlarda değişmesinden değil, metal çiftinde yer alan metallerin ince olmasından dolayı fazla uzamasından kaynaklanacağını düşünmüşlerdir. Buradan öğrencilerin madde miktarı ile genleşme miktarı arasında ters orantı olduğu gibi yanlış bir düşüncede oldukları tespit edilmiştir. Çünkü öğrenciler kütleleri daha az olan metallerin eşit enerji aldıklarında daha çok uzayacağını ifade etmişlerdir. Gözlem aşamasında öğrenciler metal çiftinde yer alan metallerin eşit enerji aldıklarında eşit miktarda uzamadıklarından ve birbirlerinden bağımsız hareket edemediklerinden dolayı büküldüğünü gözlemlemişler ve doğru açıklamalara ulaşmışlardır. Doğru açıklamalara ulaşmalarında etkinlik sırasında gözlemledikleri olayların öğrencilerin ilgisini çekmiş olmasının etkisi olduğu düşünülmektedir. Uygulanan yöntemin bu konuda öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir. Bu bağlamda TGA yönteminin öğrencilerin deneyleri anlama düzeylerine olumlu katkısı olduğu çalışmada elde edilen bulgulardan da görülmektedir (Tekin, 2008; Wu ve Tsai, 2005).

TGA yöntemine dayalı hazırlanan "Isının Korunması" etkinliğinde ısı yalıtımını sağlamaya yönelik yapılan tasarımların öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği irdelenmiştir. 3. tahmin sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin havanın iyi bir ısı iletkeni olduğu yanılıgısında oldukları tespit edilmiştir. Bu yanılıgı Er Nas'ın 2013 yılında ilköğretim öğrencileriyle yaptığı çalışmasında "Hava yalıtım malzemesi olamaz. Çünkü tanecikleri çarpışarak ısıyı iyi iletir. Hava iyi bir iletkenidir" yanılıgısıyla benzerdir. Buradan "Isı ve Sıcaklık" konusunda ilköğretim ve üniversite öğrencilerinin yanılıgılarının benzer olduğu da görülmektedir (Frederik ve diğ., 1999; Lewis ve Linn, 1994). Gözlem aşamasında içerisinde hava miktarı daha fazla olan malzemelerle yapılan tasarımların daha az sıcaklık değişimine neden olduğunu ve iyi yalıtkan özellik gösterdiklerini

gözlemlenmeleri, tahminleri ile gözlemleri arasında çelişki yaşamalarına sebep olmuştur. Öğrencilerin tahminleri ile gözlemleri arasındaki çelişkili durum, bu çelişkinin farkına vararak bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlamış ve konuyu anlamalarını kolaylaştırmıştır. Uygulanan yöntemin bu konuda öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu söylenebilir. Liew ve Treagust, 1995 yılında yaptıkları çalışmalarında tahmin ve gözlem aşamalarının ardı ardına yapılmasının öğrencilerin öğrenmelerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

TGA yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının mevcut bilgilerini sınama imkânı sağladığı (Tekin, 2008; Yılmaz ve Ayas, 2004) ve kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu ifade edilebilir. TGA yöntemine dayalı uygulamaların öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği sonucu literatürde yer alan diğer çalışmalarla da paralellik göstermektedir. (Bullock, 2008; Chew, 2008; Clayton 1993; Kearney ve diğ., 2004; 2006; Liew ve Treagust, 1995, 1998; Russell ve diğ., 2004).

5. 4. Öğrencilerin TGA Yöntemine Dayalı Laboratuvar Uygulamaları Hakkındaki Görüşlerinin Analizinden Elde Edilen Bulgulara Yönelik Tartışma

Bu bölümde deney grubu öğrencilerinin TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşleri tartışılacaktır.

TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşler incelendiğinde, öğrencilerin yöntemin tahmin aşamasında tahminlerini gerekçeleriyle yazarak ön bilgilerinin farkında oldukları, doğru bilgiye kendilerinin ulaştığı, açıklama aşamasında tartışma ortamı sayesinde bilgi alışverişinde bulunabildikleri, öğrenmeyi kolaylaştırdığı görüşlerinde birleştikleri görülmüştür. Fakat öğrenciler aynı zamanda yöntemin tahmin aşamasında ön bilgileri yetersiz olduğu için tahminlerini gerekçeleriyle birlikte yazarken, açıklama aşamasında tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırırken zorlandıklarını da ifade etmişlerdir. Tahmin aşaması bilimsel süreç becerilerinin hipotez kurma ve önceden kestirme gibi üst düzey becerilerini içermektedir. Bazı öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin yeterince gelişmemiş olmasının, uygulama sürecinde zorlanmalarına neden olduğu düşünülmektedir.

Köseoğlu ve arkadaşlarının 2002 yılında öğretmen adaylarından TGA yönteminin uygulamalarına ilişkin görüşlerini aldıkları çalışmalarında, öğrencilerin TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının biraz zorlukları olduğunu düşünse de deneyde gözlemleyecekleri olayları ön bilgileriyle önceden tahmin etmeye çalışmalarından ve tahminlerinin gerekçeleri için mevcut bilgilerini kullanmalarından ötürü daha etkili olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bilen ve Köse, 2012 yılında yaptıkları çalışma sonucunda TGA

yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencileri, TGA etkinlikleri ile yürütülen derslerin oldukça etkili olduğu, kalıcı öğrenmeyi sağladığı, cevaplarını karşılaştırma imkânı bularak yanışlarının farkına vardıkları, öğretmen olduklarında bu tür etkinlikler kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler ise yonteme dayalı uygulamaların biraz zaman alıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bulgular Karaer (2007) ve Bilen (2009)'in çalışmalarında elde ettiği bulgularla da paralellik göstermektedir.

Bu bölümde yapılan tartışmalar ışığında bir sonraki bölümde çalışmadan elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Genel Fizik III Laboratuvarı dersi kapsamında Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi ve İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının “Isı ve Sıcaklık” konusunu anlamalarına etkisini karşılaştırma amacıyla yapılmıştır. Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlara ve bu sonuçlara dayalı olarak sunulan önerilere yer verilmiştir.

6. 1. Sonuçlar

1. 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.
2. Çalışmada deney grubunun son test puanları ile kalıcılık testi puanları arasında son test puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın çıkması deney grubunda uygulanan TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının kalıcılığına etkisinin anlamlı düzeyde olmadığı sonucunu yansıtmaktadır. Fakat deney grubunun kalıcılık testi puanları ile kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında deney grubunun kalıcılık testi puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın çıkması deney grubunda uygulanan TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının kalıcılığına etkisinin İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına göre daha olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
3. Çalışmada deney grubunun son test puanları ile kontrol grubunun son test puanları arasında deney grubunun son testi puanları lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın çıkması deney grubunda uygulanan TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısına etkisinin İspat yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarına göre daha olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
4. Isı, sıcaklık kavramları ve bu kavramlar arasındaki etkileşimin ve hal değişimi ile enerji alışverişi arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği ISBT'nin 1., 2. ve 8. soruları, sıvıların enerji iletim

yollarının öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 14. soruyu deney ve kontrol grubu öğrencilerinin doğru cevaplayıp doğru gerekçelendirme oranlarının eşit olması anlama düzeyinde konuların öğretilmesinde TGA ve İspat yöntemlerinin etkisinin birbirlerinden çok farklı olmadığı sonucunu yansıtmaktadır.

5. Enerji iletiminin ve enerji iletim hızına etki eden faktörlerin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği ISBT'nin 13. soru, enerji ile farklı maddelerin genleşme katsayılarının farklı olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 18. soruyu kontrol grubu öğrencilerinin doğru cevaplayıp doğru gerekçelendirme oranının deney grubu öğrencilerine göre daha yüksek olması İspat yönteminin öğrencilerin hatırlama düzeyinde konuları anlamalarındaki etkisinin TGA yöntemine göre daha olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
6. Her sıcaklığın her termometre ile ölçülemeyeceğinin öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 5. soru, öz ısının maddeler için ayırt edici özellik olduğunun öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 10., 11. ve ısı yalıtımını sağlamaya yönelik yapılan tasarımların öğrenciler tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiğinin belirlendiği 19. soruyu deney grubu öğrencilerinin doğru cevaplayıp doğru gerekçelendirme oranının kontrol grubu öğrencilerine daha yüksek olması, öğrencilerin daha üst düzey düşünme becerileri gerektiren konuları anlamalarına TGA yönteminin etkisinin İspat yöntemine göre daha olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
7. Çalışmada deney grubu öğrencilerinin açıklama aşamasında verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler ile tahmin aşamasında verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin "Isı ve Sıcaklık" konusunda kavramsal anlamalarına etkisinin olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
8. Çalışmada öğrencilerin "Gazların Enerji İletimi" etkinliğinde açıklama aşamasında kavram yanılgılı cevaplar vermeleri ve son testin 16. sorusunda da kavram yanılgılı cevaplar vermeleri soyut konularda öğrencilerin günlük hayattan getirdikleri kavram yanılgılarının giderilmesinde TGA yönteminin yeterince etkili olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır.
9. Öğrenciler TGA yönteminin gerçekleştirildiği laboratuvar uygulamalarında tahminlerini gerekçeleriyle yazdıkları tahmin aşamasında sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Tahmin aşaması bilimsel süreç becerilerinin hipotez kurma ve önceden kestirme gibi üst düzey becerilerini içermektedir. Bu çalışmada bazı

öğrencilerin bilimsel süreç becerileri yeterince gelişmeden TGA uygulamaları yapmalarının uygulama sürecinde zorlanmalarına ve problemler yaşamalarına neden olabileceği sonucunu ortaya çıkmıştır.

10. Deney grubu öğrencilerinin tahminlerini gerekçeleriyle yazarak ön bilgilerinin farkında olduklarını, açıklama aşamasında bilgiye kendilerinin ulaştıklarını, diğer yöntemlere göre konuları daha kolay öğrendikleri, deneyin sonucunu merak ettiklerinden öğrenirken eğlendiklerini ifade etmeleri TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamaları hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğu sonucunu yansıtmaktadır.

6. 2. Öneriler

1. Çalışmada ısı, sıcaklık ve alt konularında TGA yöntemine dayalı olarak hazırlanan materyallerin öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Farklı fizik kimya ve biyoloji konularında da TGA yöntemine dayalı materyaller hazırlanıp etkililiği araştırılmalıdır.
2. 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.
3. Bu çalışmada TGA yönteminin “Isı ve Sıcaklık” konusuna ait bazı soyut kavramların öğretilmesinde yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle TGA uygulamaları sürecince açıklama aşamasında araştırmacıların özellikle soyut kavramların öğretiminde daha dikkatli olması gerekmektedir.
4. “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 gelişime, bilimin doğasının unsurlarını kazandırmaya etkisinin araştırıldığı çalışmalar da yürütülmelidir.
5. Uygulama sürecinde kullanılan materyallere ek olarak animasyon destekli TGA etkinlikleri geliştirilerek laboratuvar ortamları daha zengin hale getirilmelidir.
6. TGA yönteminin uygulama sürecinde yaşanan en önemli problemlerden biri de uygulama sürecinin diğer laboratuvar etkinliklerinden daha uzun süre almasıdır. Öğrencilerle TGA uygulamaları yürüten bir araştırmacı, bu duruma dikkat

ederek etkinliklerini çok sayıda üretmeli ve uygulama süresini uzatmalıdır. Yapılan çok sayıda etkinlik ve uzun süreli uygulamalar öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağından, öğrenciler için uzun süren bazı etkinliklerin bir süre sonra daha kısa zamanda tamamlanabileceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W and Marek, E.A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Açışlı, S. (2010). Fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrenci kazanımlarına etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Adamczyk, P. & Willson, M. (1996). Using concept maps with trainee physics teachers. *Physics Education*, 31 (6), 374-381.
- 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 öğretimine olan etkisinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 348-369.
- Akgün, Ö. E. (2005). Kavramsal değişim stratejileri, çalışma türü ve bireysel farklılıkların öğrenci başarı ve tutumları üzerindeki etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Akkuş, H. ve Kadayıfçı, H. (2007). "Laboratuvar kullanımı" konulu hizmet-içi eğitim kursu ile ilgili bir değerlendirme, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 179-193.
- Akpınar, B. (2010). Yapılandırmacı yaklaşımda öğretmenin, öğrencinin ve velinin rolü. *Eğitim-Bir-Sen*. 6(16), 16-20.
- Akpınar, E. ve Yıldız, E. (2006). Açık uçlu deney tekniğinin öğrencilerin laboratuvara yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. 20, 69–76.
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77-83.
- Aktamış, H. ve Şahin Pekmez, E. (2011). Fen ve Teknoloji dersine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeği geliştirme çalışması. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30), 192-205.
- Altınok, M. S. (2011). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerine ısı ve sıcaklık konusunun laboratuvar yöntemiyle öğretilmesinin başarıya etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- American Association for the Advancement of Science. (2009). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Arı, E. ve Bayram, H. (2011). Yapılandırmacı yaklaşım ve öğrenme stillerinin laboratuvar uygulamalarında başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Elementary Education Online*, 10(1), 311-324.

- Arslan, A. (2007). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğretim yönteminin kavramsal öğrenmeye etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Arslan, A. ve Tertemiz, N. (2004). İlköğretimde bilimsel işlem becerilerinin geliştirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 479-492.
- Arslan, M. (2007). Constructivist approaches in education. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(1), 41-61.
- Atasoy, B. (2004). Fen öğrenimi ve öğretimi. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Ateş, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 39-47.
- Atılboz, G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. Gazi Üniversitesi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Atılboz, G. (2007). Öğrenme halkası modelinin biyoloji öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz konularını öğrenmeleri, biyoloji öğretimine yönelik özyeterlik inançları ve tutumları üzerine etkileri. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayas A., Karamustafaolu Ö., Sevim S. ve Karamustafaoğlu, S. (2001). Fen bilgisi öğrencilerinin bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirebilme seviyeleri, Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- 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.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A.R. (1994). Fen bilimlerinde laboratuvarın yeri ve önemi-II. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 205. 7-11.
- 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.
- Aydın, M. (2005). Bütünleştirici öğrenme kuramına uygun bilgisayar destekli dijital deney araçları ile fen laboratuvar deneyleri tasarlama ve uygulama. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, M. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin kullanımının kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.
- Aydın, Ö. (2007). Assessing tenth grade students' difficulties about kinematics graphs by a three-tier test. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, . (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111–124.
- Aydoğdu, C. (2003). Kimya eğitiminde yapılandırmacı metoda dayalı laboratuvar ile doğrulama metoduna dayalı laboratuvar eğitiminin ğrenci başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25,14-18.
- Ayvacı, H. ve Küçük, M. (2005). İlköğretim okulu müdürlerinin fen bilgisi laboratuvarlarının kullanımı üzerindeki etkileri, *Milli Eğitim Dergisi*, 165, 150-161.
- Ayvacı, H.Ş. (2013). Investigating the effectiveness of predict-observe-explain strategy on teaching photo electricity topic. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 548–564.
- Ayvacı, H.Ş. ve Devecioğlu, Y. (2006). Keşfedici laboratuvar yaklaşımının fen kavramlarının ğretiminde kullanılması. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 5(10), 125-144.
- Bahadır, E. (2011). İlköğretim 8. sınıf “maddenin halleri ve ısı nitesi”nin ğretiminde işbirlikli öğrenme temelli bilimsel mektupların kullanılmasının öğrencilerin tutum, başarı ve bilimsel-okuryazarlıklarına etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Erzincan Üniversitesi, Erzincan.
- Bahar, M. (2003). A study of pupils' ideas about the concept of life. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(1), 93-104.
- Bar, V. & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 363-382.
- Baser, M. and Geban, . (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Researchs Science and Technology Education*, 25, 115-133.
- Başer, M. ve ataloğlu, E. (2005). Kavram değişimi yöntemi ile öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramları konusundaki “yanlış kavramlar”ının giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Baykara, H. (2011). Araştırmaya dayalı fen laboratuvarlarının etkinlinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Bilen, K ve Köse, S. (2012). Kavram ğretiminde etkili bir strateji TGA (Tahmin et–gözle–açıkla) “Bitkilerde madde taşınımı”. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 21-42.
- Bilen, K. (2009) .“Tahmin Et-Gözle-Açıkla” (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar yaklaşımı ile hazırlanan etkinliklerin, fen bilgisi ğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına ve bilimin doğasını hakkındaki görüşlerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bilen, K. ve Aydodu, M. (2010). Bitkilerde fotosentez ve solunum kavramlarının ğretiminde TGA (tahmin et-gözle-açıkla) stratejinin kullanımı. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), 179-194.

- Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed?, *Spectrum*, 28(1), 27-32.
- Bolat, M., Türk, C., Sözen, M. ve Turna, Ö. (2012). Basit araç ve gereçlerle yapılandırıcı yaklaşıma uygun bir laboratuvar etkinliği, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 281-287.
- Bozkurt, E. (2008). Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Budak, E. (2001). Üniversite analitik kimya laboratuvarlarında öğrencilerin kavramsal değişimi, başarısı, tutumu ve algılamaları üzerine yapılandırıcı öğretim yönteminin etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans 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.
- Buluş Kırıkkaya, E. ve Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Büyükoztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(2), 101-105.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F. and 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.
- 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.
- Chiou, G. 2009. Exploring beyond mental models: An interview-based study of students' in-depth understanding of heat conduction from a multi dimensional cognitive perspective, Unpublished doctoral dissertation, Columbia University, USA.
- Clark, D. and Jorde, D. 2004. Helping students revise disruptive experientially supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models, *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1-23.
- Clayton, W. M. C. (1993). Predict-observe-explain science activities in the junior high classroom- A qualitative inquiry. Unpublished master's dissertation. Saint Mary's University, Canada.
- Cochran, M. 2005. Student understanding of the second law of thermodynamics and the underlying concept of heat, temperature and thermal equilibrium. Unpublished PhD dissertation, University of Washington, USA.

- Coştu, B. (2002). Ortaöğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin buharlaşma yoğunlaşma ve kaynama kavramlarını anlama düzeylerine ilişkin bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Coştu, B., Karataş, F.Ö. ve Ayas A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2). 33-48.
- Coştu, B., Ünal, S. ve Ayas, A. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 197 – 207.
- Çakıcı, D., Alver, B. ve Ada, Ş. (2006). Anlamlı öğrenmenin öğretimde uygulanması. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 71-80.
- Çakıcı, Y. (2008). Fen ve teknoloji öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım. Özgür Taşkın (Ed.), *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yeni yaklaşımlar içinde*. (s. 1-22). Ankara: Pegem Akademi.
- Çakır Olgun, S. 2008. Examining the fifth graders' understanding of heat and temperature concepts via concept mapping. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 54-62.
- Çalık, M. (2006). Bütünleştirici öğrenme kuramına göre lise 1 çözümler 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. (Ed.). (2014). Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi (11. baskı). Ankara: Pegem A Yayınları.
- Çepni, S. ve Aycı, H.Ş. (2014). Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi (11. baskı). Salih Çepni (Ed.), *Laboratuvar destekli fen öğretimi yaklaşımları içinde*. (s. 306-336). Ankara: Pegem A Yayınları.
- Çepni, S. ve Özsevgeç, T. (2006). Farklı sınıflardaki öğrencilerin yüzme ve batma kavramlarını anlama düzeyleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 172, 297-311.
- Çepni, S., Akdeniz, A.R. ve Keser, Ö.F. (2000). Fen bilimleri öğretiminde bütünleştirici öğrenme kuramına uygun örnek rehber materyallerin geliştirilmesi. 19. Fizik Kongresi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Çimer, O. S. and Çakır, İ. (2008, September). Using the predict-observe-explain (POE) strategy to teach the concept of osmosis, XIII. ISTE Symposium, İzmir.
- Çinici, A. ve Demir, Y. (2010). İşbirlikli ve bireysel TGA etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin difüzyon ve osmoz kavramlarını öğrenmelerine etkisi, IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.
- 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.

- Damalı, V. (2011). Kavramsal değişim yaklaşımına dayalı web tabanlı etkileşimli öğretimin üniversite öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını gidermeye etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Demirci, M. P. ve Sarıkaya, M. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ve yanlışların giderilmesinde yapısalcı kuramın etkisi, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, Malatya: İnönü Üniversitesi.
- Demirciolu, G., Özmen, H. ve Demircioğlu, H. (2004). Bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin uygulanmasının etkililiğinin araştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 2134.
- Denizoğlu, P. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilgisi öğretimi öz-yeterlik inanç düzeyleri, öğrenme stilleri ve fen bilgisi öğretimine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 43-547.
- Dökme, (2005). Evaluation of 6th grade textbook published by the turkish ministry of education in terms of science process skills. *İlköğretim-Online*, 4(1), 7-17.
- 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.
- Er Nas, S., Çoruhlu, T. Ş., ve Çepni, S. (2010). 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik geliştirilen materyalin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Ondokuzmayıs University Journal of Education*, 29(1).17-36.
- Erdem, E. (2001). Program geliştirmede yapılandırmacılık yaklaşımı. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ergül, S., Bolat, M. ve Mazı, 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.
- Erkaçan, İ. (2006). Çoklu zekâ kuramının lise 1. sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık, genleşme ve sıkıştırılabilirlik konusunu anlamalarına ve öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002, Eylül). Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi, 5. Ulusal Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (1999, Eylül). ODTÜ öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışları, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 103-107. Ankara: Millî Eğitim Basım Evi.
- 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.

- Germann, P. J. (1994). Testing a model of science process skills acquisition: an interaction with parents' education, preferred language, gender, science attitude, cognitive development, academic ability, and biology knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(7), 749-783.
- 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.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V., & Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28(2), 116-159.
- Gürdal, A., Şahin, F. ve Çağlar, A. (2001). Fen eğitimi: İlkeler, stratejiler ve yöntemler, İstanbul: Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayını
- Güven, E. (2011). Çevre eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama destekli proje tabanlı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Hand, B. and Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructivist framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- Hazır, A. ve Türkmen, L. (2008). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeyleri. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 81 -96.
- 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.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- 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.
- İşman, A. (1999). Eğitim Teknolojisinin Kuramsal Boyutu: Yapısalcı Yaklaşımın(Constructivism) Eğitim Öğretim Ortamlarına Etkisi, Öğretmen Eğitiminde Çağdaş Yaklaşımlar Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- Jang, N. H. (2003). Developing and validating a chemical bonding instrument for korean high school students. Unpublished PhD dissertation. Missouri: The Faculty Graduate School University.
- Jofili, Z., Geraldo, A., & Watts, M. (1999). A course for critical constructivism through action research: a case study from biology. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 5-18.
- Jonassen, D. H. (1994). Towards a constructivist design model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37.

- Kabapınar, F.M., Sapmaz, N.A. ve Bıkmaz, F.H. (2003). Aktif öğrenme ve öğretmen yöntemleri, fen bilgisi öğretimi. Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Eğitim Araştırma ve Uygulama Merkezi (EAUM) Yayınları.
- Kanlı, U. (2007). 7E modeli merkezli laboratuvar ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisinin karşılaştırılması. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2008). The effects of a laboratory based on the 7E learning cycle model with verification laboratory approach on students development of science process skills and conceptual achievement. *Essays in Education*, 22, 143-153.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-192.
- Karaer, H. (2007). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı bir laboratuvar aktivitesi kromotografi stratejisi ile mürekkebin bileşenlerine ayrılması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 591- 602.
- Karakuyu, Y. (2006). Lise ve dengi okul öğrencilerinin ısı ve sıcaklık öğreniminde karşılaştığı kavram yanlışları. Yayınlanmamış doktora tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Karataş, F.Ö., Köse C. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanlışlarını 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. (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.
- Kearney, M. (2004). Classroom use of multimedia supported predict-observe-explain tasks in a social constructivist learning environment. *Research in Science Education*, 34(4), 427-453.
- 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.
- Keeratichamroen, 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.

- Keser, A. (2007). Afyonkarahisar il merkezindeki 9. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon.
- Kesidou, S. & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics-an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106.
- Kılıç, B. G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMMS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim Online*, 2(1), 42-61.
- Kılıç, E., Karadeniz, Ş. ve Karataş, S. (2003). İnternet destekli yapıcı öğrenme ortamları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 149-160.
- Kirişcioğlu, S. (2009). Fen laboratuvar derslerinde harmanlanmış öğrenme etkinliğinin çeşitli boyutlarda incelenmesi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.
- 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.
- Koray, Ö., Bahadır, H. ve Geçgin, F. (2006). Bilimsel işlem becerilerinin 9. sınıf kimya ders kitabı ve kimya müfredatında temsil edilme durumları. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(4), 147-156.
- Koray, C. ve Bal, Ö.Ş. (2002). İlköğretim 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin ışık ve ışığın hızı ile ilgili yanlış kavramları ve bu kavramları oluşturma şekilleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1). 1-11.
- Koray, Ö. ve Tatar, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanılgıları ve bu yanılgıların 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 187-198.
- Köse, S. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanılgılarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Köse, S. (2008). Laboratuvara dayalı fen öğretimi. Ö. Taşkın (Ed.). Fen ve Teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar içinde. (s. 46-89). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Köse, S., Coştu, B. ve Keser, Ö. F. (2003). Fen konularındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi: TGA yöntemi ve örnek etkinlikler. *PAÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1). 43-53.
- Köseoğlu, F., Kavak, N. (2001). Fen öğretiminde yapılandırıcı yaklaşım. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1),139-148.
- 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.

- Kurnaz, M.A. & Çalık, M. (2008). Using different conceptual change methods embedded within 5e model: a sample teaching for heat and temperature. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(1), 3-10.
- Kurt, Ş., Devocioğlu, Y. ve Akdeniz, A. R. (2002, Eylül). Fen bilgisi öğretmen adaylarının temel fizik laboratuvar becerilerini kazanma düzeylerinin klinik mülakatlarla tespiti. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı II, 1293-1299, ODTÜ, Ankara.
- Küçüközer, H. (2004). Yapılandırmacı 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.
- Lee, G., Kwon, J., Park, S., Kim, J., Kwon, H., & Park, H. (2003). Development of instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 585-603.
- Lewis, E.L. & Linn, M.C. (1994). Heat, energy and temperature concepts of adolescents, adults and experts: implications for curricular improvements. *Journal Research in Science Teaching*, 31,657-677.
- 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.
- 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-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.
- Lord, T and Orkwiszewski, T. (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *American Biology Teacher*, 68(6), 342-345.
- Maskill, R. & Pedrosa, H. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education*, 19(7), 781-799.
- 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.

- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- 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. & Krajcik, J. S. (1993). A protocol analysis of the influence of technology on students actions, verbal commentary, and thought process during the performance of acid-base titration. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1147-1168.
- 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.
- Nakiboglu, C. ve Sarıkaya, S. (1999). Ortaöğretim kurumlarında kimya derslerinde görevli öğretmenlerin laboratuvardan yararlanma durumunun değerlendirilmesi [Özel Sayı]. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 395-405.
- Nakiboğlu, C. ve Meriç, G. (2000). Genel kimya laboratuvarlarında v-diyagramı kullanımı ve uygulamaları. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (1), 58-75.
- National Research Council. (1996). National Science Education Standards, Washington, DC: National Academy. Press.
- Naylor, S. & Keogh, B. (1999). Constructivism in classroom: Theory into practice. *Journal of Science Teacher Education*, 10, 93-106.
- Nuhoğlu, H. (2003). Fen bilgisi öğretiminde öğrenme halkası modelinin uygulandığı fizik laboratuvarı çalışmalarının öğrenci başarısına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Okumuş, S. (2012). "Maddenin Halleri ve Isı" ünitesinin bilimsel tartışma(argümantasyon) modeli ile öğretiminin öğrenci başarısına ve anlama düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ongun, E. (2006). Üniversite öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları ile motivasyon ve bilişsel stilleri arasındaki ilişki. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Öner Sünkür, M. (2013). Fen ve teknoloji dersinde tahmin et-gözle-açıkla yöntemi ile desteklenmiş yansıtıcı düşünmeye dayalı etkinlik uygulamalarının değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi. İnönü Üniversitesi, Malatya.
- 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.

- Özdemir, S. (2000). Eğitimde örgütsel yenileşme. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Özden M. ve Şimşek, H. (1998). Davranışçılıktan oluşturmacılığa: "Öğrenme" paradigmasının dönüşümü ve Türk eğitimi. BT/Bilgi ve Toplum, Türk Dünyası Araştırmaları Vakfı, 71-82.
- Özden, Y. (2003). Öğrenme ve öğretme (5. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Özkan, M. ve Azar, A. (2005). Örnek olaya dayalı öğretim yönteminin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin ders başarısı ve derse karşı tutumlarına olan etkisinin incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 168, 156-171.
- 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.
- Özmen, H. ve Ayas, A. (2001). Kimya öğretmenliği öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarında karşılaştıkları güçlüklerin tespiti, *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12 (21), 1-7.
- Özmen, H. ve Yiğit, N. (2006). Teoriden uygulamaya fen bilgisi öğretiminde laboratuvar kullanımı (2. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.
- Peker, E., Apaydin, Z. ve Taş, E. (2012) Isı yalıtımı konusunu argümantasyonla anlama: İlköğretim 6. sınıf öğrencileri ile durum çalışması, *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 79-100.
- Pekmez, E. Ş. (2000). *Procedural understanding: teachers' perceptions of conceptual basis of practical work*. Unpublished PhD dissertation, University of Durham, UK.
- Pesen, C. (2007). Öğrencilerin kesirlerle ilgili kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim*, 32(143), 79-88.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- 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.
- Renner, J. W. (1986). Rediscovering the laboratory. *The Science Teacher*, 53(1), 44-45.
- Romer, R. H. (2001). Heat is not a noun. *American Journal of Physics*, 69(2), 107-109.
- Russell, D. W., Lusac, K. B. & Mcrobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(2), 165-185.
- Russell, D., Lucas, K., & Mcrobbie, C. (1999). Microprocessor based laboratory activities as catalysts for student construction of understanding in physics. *The Annual*

Meeting of The Australian Association For Research in Education, Melbourne, Australia.

Saban, A. (2000). Öğrenme öğretme süreci; yeni teori ve yaklaşımlar. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

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.

Sarı Ay, 2011. İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi 'maddenin halleri ve ısı' ünitesinde belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesinde kavramsal değişim metinleri kullanımının etkisi ve öğrenci görüşleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Sarı, M., 2011. İlköğretim fen ve teknoloji derslerinin öğretiminde laboratuvarların yeri ve basit araç gereçlerle yapılan fen deneyleri konusunda öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi, 2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Antalya.

Selçuk, Z. (2003). Gelişim ve öğrenme (9. Baskı), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Senemoğlu, N. (2004). Gelişim ve öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya (9. baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.

Sinatra, G. M. (2002). Motivational, social, and contextual aspects of conceptual change: A commentary. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (s. 187-197). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Soylu, H. (2004). Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Sönmez, G., Geban, Ö. ve Ertepinar, H. (2001, Eylül). Altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkisi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.

Stepans, J. (1996). Targeting students' science misconceptions: Physical science concepts using the conceptual change model. Riverview, Fla: Idea Factory

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.

Süzen, S. (2007). Aktif öğrenme teknikleriyle desteklenmiş Fen ve Teknoloji eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

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.

Şahin, Y. ve Çepni, S. (2001). Türkiye'de bazı üniversitelerde kullanılan temel fizik deneyleri ve yaklaşımlarının karşılaştırılması (s. 543-549). Eğitim Fakültesi Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

- Şaşan, H. (2002). Yapılandırmacı öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim*, 74-75, 49-52.
- Taber, K.S. (2000). Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, 4(2), 63-72.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 89-101.
- 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.
- Taylor, A. K. ve Kowalski, P. (2004). Naive psychological science: The prevalence, strength, and sources of misconceptions. *The Psychological Record*, 54, 15-25.
- 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.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101-107.
- 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.
- Tokur, F., Duruk, Ü. ve Akgün, A. (2014). TGA etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının çiçekli bitkilerin büyüme ve gelişmesi ile ilgili sahip olduğu kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *Route Educational & Social Science Journal*, 1(1), 68-80.
- Treagust, D. F., Pathommapas, N. and Tsui, C. H. (2007). The impact of a series of predict- observe - explain tasks on thai university students' understanding of concepts in electrochemistry. Narst Annual Conference. Science & Mathematics Education Centre Curtin University of Technology, Perth, Australia.
- Tunç, T., Akçam, H. K. ve Dökme, İ. (2011). Üç aşamalı sorularla sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel fen kavramları hakkında sahip oldukları kavram yanlışları. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 31(3).
- Turgut, F., Baker, D., Cunningham, R and Piburn, M. (1997). İlköğretim fen öğretimi, Ankara: YÖK/Dünya Bankası.
- Turgut, U. and Gürbüz, F. (2012). Effect of conceptual change text approach on removal of students' misconceptions about heat and temperature. *International Journal of Innovation and Learning*, 11(4), 386-403.

- Turgut, Ü. and Gürbüz, F. (2011). Effects of teaching with 5E model on students' behaviors and their conceptual changes about the subject of heat and temperature. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 679-706.
- Tümay, H. (2001). Üniversite genel kimya laboratuvarlarında öğrencilerin kavramsal değişimi, başarısı, tutumu ve algılamaları üzerine yapılandırıcı öğretim yönteminin etkileri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen Eğitimi ve Modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171(2), 188-196.
- Watson, J.R. (2001). Progression in high school students' (Aged 16-18) conceptualizations about reactions in solution. *Science Education*, 85, 568-585.
- White, R. & Gunstone, R. (1992). Probing understanding. London And New York: The Falmer Press.
- 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.
- Yaşar, Ş. (1998, Eylül). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci (s. 695-701). VII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Yavuz, S. ve Büyükekşi, C. (2011). Kavram karikatürlerinin ısı-sıcaklık kavramlarının öğretiminde kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.
- Yavuz, S. ve Çelik, G. (2013). The effect of predict-observe-explain (POE) technique on the misconceptions of prospective elementary teachers about the gases. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 1, 1-20.
- Yeşilyurt, M., (2003). Yükseköğretim temel fizik laboratuvar uygulamalarında bütünleştirici yaklaşım. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
- Yip, D. Y. (1998). Teachers' misconceptions of the circulatory system, *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-216.
- YÖK Dünya Bankası, (1997). Milli eğitimi geliştirme projesi hizmet öncesi öğretmen eğitimi. Ankara, Türkiye.
- Zacharia, Z., C., Olympiou, G. and Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research In Science Teaching*, 45(9), 1021-1035.

8. EKLER

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1989 yılında Erzurum'da doğdu. 2012 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programından birincilikle mezun oldu. 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. 2012-2013 akademik yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsüne bağlı İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans programına kabul edildi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde görevine devam etmektedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : Ayşe DURMUŞ, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi

İlköğretim Anabilim dalı TRABZON

E-Posta : aysedurmusku@gmail.com

Tel : 0532 497 82 23