

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDEN YOLA ÇIKARAK
SICAKLIK KAVRAMININ SORGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YUSUF KARADEMİR

AĞUSTOS 2016

MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDEN YOLA ÇIKARAK
SICAKLIK KAVRAMININ SORGULANMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YUSUF KARADEMİR

DANIŞMAN
PROF. DR. AYŞE OĞUZ ÜNVER

AĞUSTOS 2016

T.C.

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDEN YOLA ÇIKARAK SICAKLIK KAVRAMININ
SORGULANMASI

YUSUF KARADEMİR

Eğitim Bilimleri Enstitüsünce

“Yüksek Lisans”

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 18.07.2016

Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 12.08.2016

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

Jüri Üyesi: Prof. Dr. H. Şule AYCAN

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL

AĞUSTOS, 2016

MUĞLA

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 21/07/2016 tarih ve 150 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24/6 maddesine göre, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek lisans öğrencisi Yusuf KARADEMİR'in "Sıcaklık Ölçümünden Yola Çıkarak Sıcaklık Kavramının Sorgulanması" adlı tezini incelemiş ve aday 12/08/2016 tarihinde saat 14:30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ..*90 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin kabul edildiğine Oy birliği/Oy Çokluğu ile karar verildi.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ayşe OĞUZ UNVER

Üye

Prof. Dr. H. Şule AYCAN

Üye

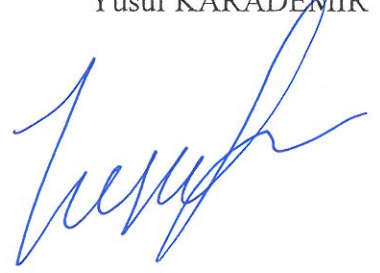
Doç. Dr. Suat TÜRKOĞUZ

YEMİN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Sıcaklık Ölçümünden Yola Çıkararak Sıcaklık Kavramının Sorgulanması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

12/08/2016

Yusuf KARADEMİR



YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

YAZARIN

MERKEZİMİZCE DOLDURULACAKTIR.

Soyadı : **KARADEMİR**

Adı : **Yusuf**

Kayıt No:10122724

TEZİN ADI

Türkçe : **SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDEN YOLA ÇIKARAK SICAKLIK KAVRAMININ SORGULANMASI**

Y. Dil : **Türkçe**

TEZİN TÜRÜ: Yüksek Lisans

Doktora

Sanatta Yeterlilik

TEZİN KABUL EDİLDİĞİ

Üniversite : **Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi**

Fakülte : **Eğitim Fakültesi**

Enstitü : **Eğitim Bilimleri Enstitüsü**

Diğer Kuruluşlar :

Tarih :

TEZ YAYINLANMIŞSA

Yayımlayan :

Basım Yeri :

Basım Tarihi :

ISBN :

TEZ YÖNETİCİSİNİN

Soyadı, Adı : **OĞUZ ÜNVER, Ayşe**

Ünvanı : **Prof. Dr.**

TEZİN YAZILDIĞI DİL : Türkçe

TEZİN SAYFA SAYISI:88

TEZİN KONUSU (KONULARI) :

1. Sıcaklık Kavramının Isıdan Bağımsız Anlatılması

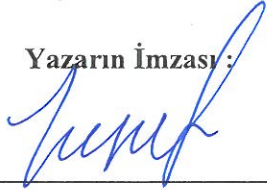
TÜRKÇE ANAHTAR KELİMELEER:

1. Sıcaklık, 2- Termometre, 3- Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) 4- Ortaokul Öğrencileri 5-Fen Bilimleri Öğretmen Adayları

1. Temperature, 2-Thermometer 3-Inquiry Based Science Education (IBSE) 4-Secondary School Students 5-Pre-Service Science Teachers

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1- Tezimden fotokopi yapılmasına izin vermiyorum | <input type="radio"/> |
| 2- Tezimden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir | <input type="radio"/> |
| 3- Kaynak gösterilmek şartıyla tezin tamamının fotokopisi alınabilir | <input checked="" type="checkbox"/> |

Yazarın İmzası :



Tarih : 12/08/2016

ÖZET

SICAKLIK ÖLÇÜMÜNDEN YOLA ÇIKARAK SICAKLIK KAVRAMININ SORGULANMASI

Yusuf KARADEMİR

Yüksek Lisans Tezi

İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

Ağustos, 2016, 88 sayfa

Tanımları konusunda bir uzlaşma sağlanamamış terimleri, okul ders kitaplarında tanımlamaya çalışmak hata yapılmasına neden olabilir. Isı ve sıcaklık, iki farklı kavram olmasına karşın, ders kitaplarında genel olarak bu kavramlar aynı konu başlığı altında ele alınmaktadır. Bu durum, iki kavramın sıklıkla birbirleri ile karıştırılmasına ve birbiri yerine kullanılmasına neden olabilmektedir. Bu bağlamda, sıcaklık kavramının farklı bir yaklaşımla incelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada, sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramının sorgulanması üzerinde durulmuştur. Araştırmada, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin; sıcaklık kavramına ait ön bilgilerinin ortaya çıkarılarak sorgulanması ve karşılaştırması amaçlanmıştır. Çalışmada, Ortaokul öğrencileri ile fen bilimleri öğretmen adaylarının sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramına ait bilgilerinin belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca gönüllü katılımcılar farklı sıcaklık parametrelerini dikkate alarak termometreler tasarlamışlardır. Oluşturulan ürünler araştırmada farklı değişkenlere göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Araştırma eylem araştırması olarak desenlenmiştir. Araştırmanın katılımcılarını, 2014-2015 eğitim öğretim yılında Batı Anadolu'da yer alan bir devlet üniversitesinin, İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD'de öğrenim gören 3. sınıf öğrencileri (N=77) ile Batı Anadolu'da bir ilçedeki devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri (N=109) oluşturmaktadır. Araştırmada, her iki katılımcı grubu ile etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu etkinliklerde, katılımcıların ön bilgilerini belirlemek amacıyla hava sıcaklığını ölçme etkinliği, sıcaklık kavramını sorgulamak amacıyla deneysel etkinlikler ve öğrencilerin kendi ürünlerini oluşturabilecekleri termometre tasarımı etkinliği kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak etkinlik çalışma yaprağı, katılımcıların kendi tasarladıkları termometreleri değerlendirmek amacıyla Oğuz Ünver (2015) tarafından geliştirilen termometre değerlendirme formu kullanılmıştır. Çalışma yaprağından elde edilen veriler kodlanmıştır. Tasarlanan her bir termometre ise 3 ayrı alan uzmanı tarafından termometre değerlendirme formu kullanılarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının termometrenin kullanım şekli, hava sıcaklığının ölçüldüğü ortam ve termometrenin yapısı temalarında, ortaokul öğrencilerine göre daha çok çelişkiye düştükleri belirlenmiştir. Tasarlanan termometreler değerlendirildiğinde, ortaokul öğrencilerinin, öğretmen adaylarına göre daha başarılı termometreler geliştirdikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sıcaklık, Termometre, Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE), Ortaokul Öğrencileri, Fen Bilimleri Öğretmen Adayları

ABSTRACT

INQUIRY OF THE TEMPERATURE CONCEPT STARTING FROM THE MEASUREMENT OF TEMPERATURE

Yusuf KARADEMİR

Master Thesis

Department of Elementary Education

Advisor: Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER

August 2016, 88 pages

Trying to define controversial terms can cause some mistakes in school textbooks. Although temperature and heat are two different concepts, most of the textbooks generally discuss these two topics under same heading. This type of approach can lead to confuse the terms with each other and use replacing one with the other. In this context, it is of importance for the concept of temperature to be examined with different approaches. In this study, it is emphasized to inquiry of the temperature concept starting from its measurement. It is aimed to inquiry and compare with revealing of the pre-knowledge on the temperature concept of the students in different grade levels. In the study, it has been determined the knowledge of the secondary school students and pre-service science teachers about the temperature concept starting from the measurement of temperature. And also some volunteer ones have designed thermometers taking into account the different temperature parameters. The thermometers have been evaluated comparatively according to different criteria. The research has been designed as an action research. The participants of the research consist of 3rd grade pre-service science teachers (N=77) in a state university, and 5th, 6th, 7th and 8th grade secondary students (N=109) in a public school located in Western Anatolia in 2014-2015 academic year. The activities of the research were carried out with both participant groups. In these activities, the activity of temperature measuring to determine participants' prior knowledge, the experiments to inquire of the temperature concept, and the activity of designing thermometer to create their own products has been used. As data collection tool, activity worksheets and thermometer assessment form developed by Oğuz Ünver (2015) to assess the participants' products has been used. The data from the worksheets was coded. Each designed thermometer was evaluated by 3 independent experts using thermometer assessment form. It was determined that the pre-service teachers run into a contradiction when compared with the secondary school students about the themes of the use of thermometers, the temperature measurement conditions, and the structure of the thermometers. When evaluated designed thermometers, it was found that secondary school students developed more successful thermometers than the preservice teachers.

Keywords: Temperature, Thermometer, Inquiry Based Science Education (IBSE), Secondary School Students, Pre-Service Science Teachers

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince, araştırmamın her aşamasında yardımcı olup yol gösteren, yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayşe OĞUZ ÜNVER'e,

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Hasan Zühtü OKULU ve Arş. Gör. Sertaç ARABACIOĞLU'na

Araştırma yaparken fikir alışverişinde bulunduğum mesai arkadaşlarıma, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Çiğdem A. KARADEMİR'e, ve tebessümü ile beni mutlu eden kızlarım EZGİ ile DENİZ'e gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Yusuf KARADEMİR

Dünyamıza güneş gibi doğan kızlarımız EZGİ ve DENİZ'e



İÇİNDEKİLER

I.BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1. Öğretim Programlarında Sıcaklık Kavramı	4
1.2. Araştırmanın Amacı	8
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi	10
1.5. Araştırmanın Alt Problemleri	10
1.6. Araştırmanın Sayıtları	11
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları	11
1.8. Tanımlar	12
II. BÖLÜM	13
KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	13
2.1. Sıcaklık	13
2.1.1. Termometre	15
2.2. Sıcaklık Kavramı ile İlgili Durum Tespitine Yönelik Çalışmalar	16
2.3. Sıcaklık Kavramının Öğretimine Yönelik Çalışmalar	23
III. BÖLÜM	26
YÖNTEM	26
3.1. Araştırmanın Modeli	26
3.2. Araştırmanın Katılımcıları	27
3.3. Veri Toplama Araçları	28
3.3.1. Araştırmanın uygulamaları ve veri toplama.....	29
3.4. Verilerin Analizi	33
IV. BÖLÜM	35
BULGULAR	35
4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	35
4.1.1. Öğretmen adaylarından elde edilen termometrenin kullanım şekline ilişkin bulgular.....	36
4.1.2. Sıcaklığın ölçüldüğü ortam	37
4.1.3. Termometrenin yapısı.....	38
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	39

4.2.1. Ortaokul öğrencilerinden elde edilen termometrenin kullanım şekline ilişkin bulgular.....	40
4.2.2. Sıcaklığın ölçüldüğü ortam	41
4.2.3. Termometrenin yapısı.....	42
4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular	43
4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular	45
4.4.1. Termometre gerçeğe ne kadar yakın? alt bölümüne ilişkin bulgular ...	46
4.4.2. Termometre hangi ilkeye göre tasarlanmıştır? alt bölümüne ilişkin bulgular.....	50
4.4.3. Termometre hangi maddelerin sıcaklığını ölçüyor? alt bölümüne ilişkin bulgular.....	52
4.4.4. Termometrenin tasarımı ve işlevselliği nasıl? alt bölümüne ilişkin bulgular.....	55
V. BÖLÜM.....	66
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	66
5.1. Tartışma	66
5.1.1. Hava sıcaklığının termometre ile ölçülmesi sonucunda oluşan çelişkilere ilişkin tartışma.....	66
5.1.2. Tasarlanan termometrelerin niteliklerine ilişkin tartışma	69
5.2. Sonuç.....	71
5.3. Öneriler	75
KAYNAKÇA	76
EKLER.....	83
Ek A:Çalışma Yaprağı.....	84
Ek B: Termometre Değerlendirme Formu	85
Ek C:Araştırma İzin Belgesi	86
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1.Sıcaklık kavramının tanımları.....	2
Çizelge 1. 2.Sınıf fen dersi öğretim programlarının sıcaklık teriminin yer aldığı ünite ve kazanım sayıları	6
Çizelge 2. 1. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	17
Çizelge 2. 2.Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	19
Çizelge 2. 3. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	19
Çizelge 2. 4. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	20
Çizelge 2. 5. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	20
Çizelge 2. 6. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	21
Çizelge 2. 7. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	21
Çizelge 2. 8. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	22
Çizelge 2. 9. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	22
Çizelge 2. 10.Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	22
Çizelge 2. 11. Temalandırılmış kavram yanılgıları.....	23
Çizelge 3. 1.Araştırma süreci	27
Çizelge 4. 1.Öğretmen adaylarının birinci alt probleme ilişkin bulgular.....	36
Çizelge 4. 2.Ortaokul öğrencilerin ikinci alt probleme ilişkin bulgular	40
Çizelge 4. 3.Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri arasındaki farklar ve benzerliklere ilişkin bulgular.....	44
Çizelge 4. 4. Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre gerçeğe ne kadar yakın? bölümüne ilişkin bulgular	46
Çizelge 4. 5.Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre hangi ilkeye göre tasarlanmış? bölümüne ilişkin bulgular	51
Çizelge 4. 6. Öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular	53
Çizelge 4. 7. Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre hangi ilkeye göre tasarlanmış? bölümüne ilişkin bulgular	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Araştırmaya katılan katılımcıların öğrenim görmekte olduğu okul düzeylerine göre dağılımı	28
Şekil 3. 2. Buz etkinliğinden görüntüler	30
Şekil 3. 3. John Locke etkinliğinden görüntüler	31
Şekil 3. 4. Farklı türde termometreler etkinliğinde kullanılabilecek termometrelere ilişkin örnekler*	32
Şekil 4. 1. Ölçüm aralıksız tasarlanan termometreler (solda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 47, sağda gönüllü öğretmen adayı örnek 1).....	47
Şekil 4. 2. Birden çok ölçüm yapabilen termometre (örnek 27)	48
Şekil 4. 3. On dakika içerisinde sıcaklık ölçümü yapabilen termometre ortaokul öğrencisi tasarımı (örnek 73)	49
Şekil 4. 4. Öğretmen adayı termometre (örnek 28).....	50
Şekil 4. 5. Sabit basınçtaki bir gazın hacim değişikliği ilkesi ile çalışan termometre gönüllü ortaokul öğrencisi (örnek 72)	52
Şekil 4. 6. Elektrik direncinin değişimine dayanan ilkeye göre tasarlanan termometre gönüllü ortaokul öğrencisi (örnek 81)	52
Şekil 4. 7. Sadece sıvı maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre öğretmen adayı (örnek 46).....	53
Şekil 4. 8. Katı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre ortaokul öğrencisi (örnek 81)	53
Şekil 4. 9. Sadece gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre (soldaki öğretmen adayı örnek 46, sağdaki ortaokul öğrencisi örnek 72).....	54
Şekil 4. 10. Sıvı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre (öğretmen adayı örnek 41).....	54
Şekil 4. 11. Öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular	54
Şekil 4. 12. Ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular	55
Şekil 4. 13. Cam üfleme sanatçısı yardımı ile hazırlanan maliyeti yüksek termometre (gönüllü öğretmen adayı örnek 41).....	57
Şekil 4. 14. Maliyeti düşük termometre (gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 59).....	57
Şekil 4. 15. Maliyeti düşük termometre fişi (ortaokul öğrencisi örnek 81).....	57
Şekil 4. 16. Kolay kurulamayan termometre (öğretmen adayı örnek 43).....	58
Şekil 4. 17. Kolay taşınamayan termometre (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 43, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 73).....	59

Şekil 4. 18.Kolay taşınabilen termometre (solda öğretmen adayı örnek 46 sağda ortaokul öğrencisi örnek 72).....	59
Şekil 4. 19.Öğretmen adayı (örnek 46)	60
Şekil 4. 20.İlgi çeken ve ilgiyi sürdürebilen termometre (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 43, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 81).....	61
Şekil 4. 21.Sağlam ve dayanıklı termometreler (solda ortaokul öğrencisi örnek 72, sağda öğretmen adayı örnek 46)	62
Şekil 4. 22.Kullanımı kolay termometreler (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 01, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 48).....	62
Şekil 4. 23.Depolanması kolay olmayan (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 02, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 60).....	63
Şekil 4. 24.Depolanması kolay termometreler (solda öğretmen adayı örnek 46, sağda ortaokul öğrencisi örnek 72).....	63
Şekil 4. 25.Raf ömrü uzun olan termometreler (solda öğretmen adayı örnek 41, sağda ortaokul öğrencisi örnek 81).....	64
Şekil 5. 1.Isı ve sıcaklık	74

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Çalışmada yer alan semboller ve sembollere ait olan açıklamalar aşağıda verilmiştir.

<u>Semboller</u>	<u>Açıklama</u>
\bar{x}	Aritmetik ortalama
χ^2	Ki kare

Kısaltmalar ve kısaltmalara ilişkin açıklamalar aşağıda verilmiştir.

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
STBE	Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
TTKB	Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı
TDK	Türk Dil Kurumu

I.BÖLÜM

GİRİŞ

“Bir teoremin önermeleri ne kadar basit, ilgili olduğu şeyler ne kadar fazla ve uygulama alanı ne kadar geniş olursa; o kadar etkileyicidir. Bu nedenle klasik termodinamik beni derin bir şekilde etkiledi. Temel kavramlarının uygulanabilirliği ile asla yıkılmayacağına emin olduğum tek evrensel fizik kuramıdır.”

Albert Einstein

Tanımları konusunda bir uzlaşma sağlanamamış terimleri okul ders kitaplarında tanımlamaya çalışmak hata yapmamıza neden olur. Örneğin, John Locke tarafından 1690 yılında gerçekleştirilen basit deneyde; sıcaklığı tanımlamanın görüldüğünden daha göreceli olduğu gözlenir. John Locke tarafından gerçekleştirilen deneyde; bir elimizi sıcak, diğer elimizi soğuk suya sokup bir süre bekledikten sonra her iki elimiz de orta sıcaklıkta bir suya sokulur. Sonuçta, aynı suyu bir elimiz sıcak hissederken diğer elimiz soğuk hissedecektir. Sadece bu deney bile sıcaklığı, duyularımızla tanımlamaya çalışmanın yanıltıcı olabildiğini göstermektedir. Konunun bir diğer boyutu ise, duyularımız yardımı ile belirleyeceğimiz sıcaklıkların sınırlı olabileceğidir. Zira her canlının sıcaklığa dayanabileceği belli bir aralık vardır. Bu yüzden bilimsel olarak, objektif ve sayısal bir sıcaklık ölçeğine gerek duyulmaktadır. Literatürde sıcaklığın tanımı farklı şekillerde yapılmaktadır. İlgili tanımlar Çizelge1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. 1. Sıcaklık kavramının tanımları

Tanım	Kaynakta Yer Veriliş Şekli	Kaynak Türü	Kaynak
Moleküllerin ortalama kinetik enerjisi.	Isı ve sıcaklık kavramı birlikte verilmiştir.	Ders Kitapları	Bolat, Aydoğdu ve Evgi, 2013; Bayram ve Kibar, 2014; Kurnaz ve diğerleri, 2014; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2014b; Öcal, 2014; Ünver, 2014
Isının akış yönünü gösteren bir büyüklük.	Isı ve sıcaklık kavramı birlikte verilmiştir.	Ders Kitapları	Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2014a
Moleküllerin ortalama kinetik enerjisi.	Isı ve sıcaklık kavramı birlikte verilmiştir.	TÜBİTAK Yayınları	Challoner, 2005; Challoner, 2006
Moleküllerin ortalama kinetik enerjisi.	Isı ve sıcaklık kavramı birlikte verilmiştir.	Üniversite Ders Kitabı	Çepni, Ayvacı ve Çil, 2012

Çizelge 1.1.'e bakıldığında farklı eğitim düzeylerine yönelik olarak hazırlanan yayınların ısı ve sıcaklık konusunu benzer bir şekilde ele aldığı görülmektedir. Bu benzerlik özellikle ısı ve sıcaklık kavramlarını tanımlamaları ile bu kavramları ele alışları ve yayın içerisindeki konumlarında gözlemlenmektedir. Kavramlar özellikle okul ders kitaplarında 5. sınıf düzeyinden başlayarak aynı başlık altında verilmektedir (örn., “Isı ve Sıcaklık” gibi). Ayrıca fen bilgisi ve sınıf öğretmeni, öğretmen adayları için hazırlanmış öğretim kitabında ve TÜBİTAK yayınlarında da benzer bir durum olduğu görülmektedir.

Sıcaklık, bazı çalışmalarda ısının akış yönünü gösteren bir büyüklük olarak yer alırken (örn., Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2014a) çoğu zaman “Moleküllerin ortalama kinetik enerjisi” şeklinde tanımlanır (örn., Challoner, 2005; Challoner, 2006; Çepni, Ayvacı ve Çil, 2012; Bolat, Aydoğdu ve Evgi, 2013; Bayram ve Kibar, 2014; Kurnaz ve diğerleri, 2014; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2014b; Öcal, 2014; Ünver, 2014). Genel olarak değerlendirildiğinde böyle bir tanım

yararlı olabilir; ancak her zaman geçerli değildir, çünkü aynı sıcaklıktaki su ve çeliğin moleküler aktiviteleri eşit değildir (Jones ve Dugan, 2003). Zira verilen örneklerde (Çepni, Ayvaci ve Çil, 2012) kütleleri farklı aynı tür maddelerin aldıkları ısı miktarlarından dolayı eşit sıcaklıkta olduğu tanımı geçerli olabilir. Oda sıcaklığında veya aynı ortamda bir bardak su ile bir kova suyun sıcaklıklarının eşit olması bu duruma örnektir. Buradaki aynı tür maddelerin moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri eşittir.

Sıcaklık kavramının tanımının çeşitlilik göstermesinin yanında, kavramın öğrenenlere aktarımında da bir uzlaşma yoktur. Okul ders kitaplarının çoğunda ısı ve sıcaklık konularının öğretimi birlikte ele alınır (örn.,Çepni, Ayvaci ve Çil, 2012; Bolat, Aydoğdu ve Evgi, 2013; Agalday, Akçam, İpek ve Kablan, 2014; Bayram ve Kibar, 2014; Keskin-Özer, Kaşker-Özkan ve Uysal, 2014; Kurnaz ve diğerleri, 2014; MEB, 2014a; MEB, 2014b; Öcal, 2014; Ünver, 2014). Diğer taraftan fizik ve mühendislik alanındaki kitaplara bakıldığında ısı ve sıcaklığın ayrı başlıklar altında ele alındığı; sıcaklığın, termodinamiğin sıfıncı kanunu başlığı altında işlerken; ısının enerji başlığı altında incelendiği görülmektedir (örn.,Serway, 1995; Halliday ve Resnick, 1997).Palme yayıncılıktan çıkan “Fen ve Mühendislik için Fizik” kitabında sıcaklık konusu 19. bölümde yer alan 506. sayfada termodinamiğin sıfıncı kanunu ile işlenirken, ısı konusu ise; 20. bölümde 526. sayfada termodinamiğin birinci kanunu ve termal enerji ile birlikte işlenmiştir. Arkadaş yayınevinden çıkan “Fizik’in Temelleri I” kitabında sıcaklık konusu 19. bölümde 392. sayfada termodinamiğin sıfıncı kanunu ile ele alınırken; ısı konusunun 20. bölümde 408. sayfada termodinamiğin birinci kanunu ile ele alındığı görülmektedir. John Wileyand Sons Inc.yayıncılıktan 2010 senesinde çıkan “Fundamentals of Engineering Thermodynamics” kitabında da benzer bir durum söz konusudur. Adı geçen eserde sıcaklık 1. bölümde termodinamiğin sıfıncı kanunu ile 18-19. sayfalarda ele alınırken; ısı, 2. bölümde 52. sayfada yer alan termodinamiğin birinci kanunu ve enerji kavramı ile ele alındığı görülmektedir.

Sıcaklık konusunda kafalardaki en çelişkili bir başka durum da, ısının bir enerji olduğu ancak sıcaklığın bir enerji olmadığıdır. Bu nettir ve doğrudur. Sıcaklığın tanımında; “sıcaklık bir maddenin moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi...” (Ünver, 2014; 153), “Madde içinde dönme titreşim veya öteleme hareketi yapan

atom ya da moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin bir göstergesidir” (MEB, 2014b), “Sıcaklık, bir molekülün ya da atomun ortalama kinetik enerjisiyle orantılı bir büyüklüktür”(Kurnaz ve diğerleri, 2014; 51), “Bir maddenin sıcaklığı o maddeyi oluşturan parçacıkların ortalama kinetik enerjisi ile ilgilidir” (Challoner, 2005; 22), “Bir maddenin sıcaklığı, o maddeyi oluşturan parçacıkların içerdiği ortalama ısı (ya da kinetik) değeridir...” (Challoner, 2006; 28) ve “Maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi ise sıcaklıktır.” (Çepni, Ayvacı ve Çil, 2012; 232) şeklinde ifadeler yer almaktadır. Burada ise sıcaklık, enerji ile birlikte anılmaktadır. Tanımlamalarda sıcaklığın bir enerji olduğu yanılıgısına düşülebilir. Buraya kadar sıcaklık kavramına ilişkin alışıla gelmiş, bildiğimiz ancak sorgulandığında zihnimizde bir takım çelişkiler yaratan durumlar sıralanmıştır.

Genellikle sıcaklık kavramına ilişkin açıklamalar ısı kavramı ile benzerliği ve farklılığı üzerine kurgulanmış ya da modeller kullanılmıştır. Young, Freedman ve Ford,(2008) sıcaklığın nasıl ölçülebildiğinden yola çıkarak sıcaklık kavramının tanımlanabileceği; bunun için de sıcaklığın, cisimlerin boyutlarını nasıl etkilediği üzerinde durulması gerektiğini vurgulamışlardır. Sıcaklık, maddeye ait moleküllerin kinetik enerjisine bağlı olması; bu kavramı ısı ile karmaşık bir ilişki içerisine sokmaktadır. Bu yüzden sıcaklığı açıklamak için iyi bir giriş olmayacaktır. Sıcaklık ve ısı moleküler düzeye inilmeden de tanımlanabilir. Çünkü sıcaklık maddenin fiziksel durumuna bağlıdır.

1.1. Öğretim Programlarında Sıcaklık Kavramı

Sıcaklık kavramı, öğretim programları açısından değerlendirilirken 2005 yılı Fen ve Teknoloji dersi öğretim programı, 2013 yılı Fen Bilimleri dersi öğretim programı ve Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans öğretim programları incelenmiştir.

2005 yılında yayımlanan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 4. ve 5. Sınıflar Öğretim Programı incelendiğinde, Türkiye’de sıcaklık kavramının ilk olarak 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi öğretim programında 2. Ünite’de “Maddeyi Tanıyalım” başlığı altında yer almaktadır. Ünitinin genel bakışında “Isıyı, sıcaktan soğuya bir akış” şeklinde öğrencilerin sezmesi hedeflenmiştir. Ünitinin ilgili kazanımları ise; 5.1.

Kazanım “ Farklı maddelerin sıcaklığını termometre ile ölçer ve °C ile ifade eder (BSB-16, 17, 18, 20, FTTÇ-13,31). 5.2. Kazanım “Sıcak ve soğuk maddelerin teması sırasında meydana gelen sıcaklık değişimlerini gösteren deney tasarlar (BSB-7,14, 15,22,23). Öğretim programın ilgili kazanımlarında yer alan örnek etkinlikte ise “Alınıp verilen ısı, yükselip-alçalan, sıcaklık olduğu vurgulanır.” ifadesi yer almaktadır (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı[TTKB], 2005). Yine aynı öğretim programına bakıldığında; 5. sınıf 2. ünite “Maddenin Değişimi ve Tanınmasında yer alan ünite amacında, “Isı-sıcaklık kavram ikilisini ilişkilendirmek...” şeklinde giriş yapıldığı ve programın 1.8. ile 1.9. kazanımları için oluşturulan etkinlik ile devam ettirildiği görülmektedir. Etkinlikte, özdeş ilk sıcaklıkları aynı iki kutunun biri gölgede diğeri güneşte bir süre bekletildikten sonra, termometre yardımıyla son sıcaklıkları ölçülür. Aradaki farkın tartışılması istenir. “Güneş ışınlarının ulaştıkları ortamı ısıttıkları vurgulanır” ifadesi yer almaktadır. Hal böyle iken, 2006 yılında kabul edilen İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı (Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2006). 8. sınıf, 5. ünite (sf 341) “havanın ısıyı veya suyun ısıyı gibi ifadelerinin yanlış olduğu vurgulanır” şeklinde ifadelerin yer alması, ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili programda çelişkiler olduğu göstermektedir. Bir diğer çelişki ise yine aynı programda 343. sayfasındaki yer alan “Isınmak=Isı enerjisi almak” ifadesidir. Etkinlikte kullanılan termometre ile ısı enerjisi ölçüldüğü hatasına öğrenciler yönelebilir.

Yine aynı öğretim programında sıcaklık ile ilgili ilk kazanımlar, “2.1. Sıcaklığı yüksek olan maddelerin temas ettiği soğuk maddeleri ısıttığını gösteren deneyler tasarlar (BSB-14, 15, 19; FTTÇ-5, 31).” “2.5. Isı ve sıcaklığın farkını gözlemlerine dayanarak açıklar (BSB-1, 5).” şeklindedir. Buna karşın 2006 yılında kabul edilen İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 6. Sınıf Öğretim Programında (s. 152) öğrencilerin 8. sınıfta ısı ve sıcaklık arasındaki farkı açıklayabilecekleri belirtilmiştir. 6. ve 7. sınıf düzeylerinde sıcaklık kavramı ile ilgili kazanımlara rastlanılamamıştır. 8. sınıf düzeyinde ise 5. ünite olan Maddenin Halleri ve Isı ünitesinde yer alan kazanımlar “1.4. Sıcaklığı, moleküllerin ortalama hareket enerjisinin göstergesi şeklinde yorumlar (BSB-8)” ve “1.5. Isının aktarım yönü ile sıcaklık arasında ilişki kurar (BSB-8, 9; TD-1).” Ayrıca bu kazanımlar ile ilişkilendirilen etkinlik örneğinde

“toplam enerji ısı ile ilişkilendirilir...molekül başına düşen enerji sıcaklık ile ilişkilendirilir” ifadeleri yer almaktadır.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2013 yılında kabul ettiği ve 2013-2014 eğitim öğretim yılından itibaren kademeli olarak uygulamaya geçtiği Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında ise 4. sınıf seviyesinde sıcaklık kavramının programdan çıkartıldığı görülmektedir. 5. sınıf seviyesinde ise sıcaklık kavramını içeren kazanımlar 3. ünite Maddenin Değişimi'nde “3.1. Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar” ve “3.2. Sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yapar ve sonuçlarını yorumlar” şeklindedir. 6. ve 7. sınıf düzeyinde doğrudan sıcaklık kavramına ilişkin kazanıma rastlanılamamıştır. 8. sınıf düzeyinde sıcaklık kavramı 6. ünite Maddenin Halleri ve Isı'da yer alan “2.1. Isı ile özısı, kütle ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi kavrar” kazanımıyla kendine yer bulabilmiştir (Talim Terbiye Kurulu [TTKB], 2013).

Isı ve sıcaklık kavramlarının 2005-2013 yılları için yer aldığı ilköğretim (ilkokul ve Ortaokul) seviyelerindeki ünite ve kazanım sayılarını gösteren Çizelge 1.2'de sunulmuştur.

Çizelge 1. 2. Sınıf fen dersi öğretim programlarının sıcaklık teriminin yer aldığı ünite ve kazanım sayıları

Sınıf	Ünite Başlığı		Kazanım Sayısı		Sıcaklık ile ilgili kazanım sayısı	
	2005	2013	2005	2013	2005	2013
4	Maddeyi Tanıyalım	Maddeyi Tanıyalım	46	11	2	-
					(5.1. ve 5.2. Kazanımlar)	-
5	Maddenin Değişimi ve Tanınması	Maddenin Değişimi	46	6	2	2
					(2.1. ve 2.5. Kazanımlar)	(3.1. ve 3.2. Kazanımlar)
6	Madde ve Isı	Madde ve Isı	17	7	-	-
					7	-
7	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	Maddenin Yapısı ve Özellikleri	46	22	-	-
					2	1
8	Maddenin Halleri ve Isı	Maddenin Halleri ve Isı	27	7	(1.4. ve 1.5. Kazanımlar)	(2.1. Kazanım)

Not: 6-8 sınıfların fen öğretim programı 2006 yılında yayımlanmıştır.

Çizelgede 1.2.'de görüldüğü gibi sıcaklık kavramını içeren kazanım sayısı 2005 yılında yayımlanan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 4. ve 5. Sınıflar Öğretim Programı'nda 4. sınıf düzeyinde 2. ve 5. sınıf düzeyinde 2 olmak üzere sıcaklık kavramını içeren toplam 4 kazanım olduğu görülmektedir. 2006 yılında yayımlanan İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı'nda 6. ve 7. sınıf düzeylerinde sıcaklık kavramını içeren kazanımlara yer verilmediği görülmektedir. Sadece 8. sınıf düzeyinde sıcaklık kavramını içeren 2 kazanım olduğu anlaşılmaktadır. 2013 yılında yayımlanan İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, 2013-2014 öğretim yılından itibaren 5'inci; 2014-2015 öğretim yılından itibaren 3'üncü sınıflardan başlamak ve kademeli olarak uygulanmaya başlanmıştır. Bu programda sıcaklık kavramını içeren 5. sınıf düzeyinde 2 kazanım ve 8. sınıf düzeyinde 1 kazanım yer aldığı görülmektedir.

Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ile Sınıf Öğretmenliği Lisans programları incelendiğinde; Sıcaklık konusu fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıfın ilk döneminde 2 kredilik Genel Fizik dersi kapsamında yer almaktadır. Ders içeriğinde "Termodinamik: Isı ve sıcaklık, Maddenin ısısal özellikleri (Öz ısı, ısısal iletkenlik ve ısıl genleşme), Termodinamik yasaları, tersinir ve tersinmez olaylar, verim ve entropi" başlıklarına yer verildiği görülmektedir. Sınıf öğretmenliği lisans programında sıcaklık konusu 2. sınıfın ilk döneminde 2 kredilik Genel Fizik dersinde "Sıcaklık: ısının kaynakları, yayılması, yalıtımı, etkileri, genleşme; hal değişimi ve çevreye etkisi" şeklinde verilmektedir. Sınıf öğretmenliği ile fen bilgisi öğretmenliği programlarında ki ders içerikleri incelendiğinde, sıcaklığın madde üzerindeki makro değişimlerinden ya da termometre bilgisinden söz edilmediği görülmektedir.

Burada da görüleceği üzere sıcaklık kavramının öğretiminde sürekli bir arayış içerisinde olduğu düşünülebilir. Zira 2005, 2006 ve 2013 yıllarında kabul edilen programlarda sıcaklık kavramı ilk kez 4. sınıf düzeyinde ele alınmış olsada 2013 yılında kabul edilen yeni fen programında kavram 5. sınıf düzeyinde ele alınmaktadır. Ayrıca sıcaklık kavramındaki kazanım sayılarında, 2013 yılında göreceli bir azalma olduğu görülmektedir. Bir başka dikkat çekici nokta da, kavramın yer aldığı ünite hem 2005 ve 2006 yılı hemde 2013 yılında kabul edilen programlar için aynı olduğudur.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bilimin temelini sağlam atılması nitelikli bir eğitim süreci ile gerçekleşmektedir. Eğitim öğretim faaliyetleri süresince öğrencilere kazandırılacak bilgi ve beceriler, onların bilimsel çalışmaları amacına uygun olarak ve doğru sonuçlar elde ederek gerçekleştirmelerini sağlayacağı düşünülebilir. Bilim eğitiminde karşılaşılan problemlerden biri, teorik anlatım ile pratik uygulamaların paralel yürümemesi ve bunun sonucunda da tam öğrenmenin gerçekleşmemesidir (Roth, 1994; Akt. Maral, 2010). Günlük yaşamda sık sık kullandığımız ısı ve sıcaklık gibi kavramların okullarda öğretimi sırasında bir takım sıkıntılar oluşabilmektedir. Bu sıkıntılar öğrencilerin ön bilgilerinden, öğretim sürecinin işleyişinden hatta kavramların günlük hayatta kullanım durumlarından kaynaklandığı düşünülebilir. Bu nedenle mevcut araştırmanın konusu farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin; sıcaklık kavramına ait ön bilgilerinin ortaya çıkarılarak sorgulanması ve karşılaştırması amaçlanmaktadır. Bu amaçla 2014-2015 eğitim öğretim yılında Batı Anadolu’da yer alan bir üniversitesinin İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD’da öğrenim gören 3. sınıf öğrencileri ile Batı Anadolu’da bir ilçedeki devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine sıcaklık kavramına ait ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasının ardından Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) çerçevesinde sıcaklık kavramını içeren dersler yapılmıştır. Uygulama bitiminden bir ay sonra, sıcaklık kavramına ilişkin gönüllü öğrenciler tarafından geliştirilen termometreler değerlendirilmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüz fen öğretiminde “ısı ve sıcaklık” konusunun sıkça incelenen konuların arasında olduğu görülmektedir. Oğuz (2007) göre; bir kavramın tanımının, kullanımının ve öneminin bilinmemesi, gerçekleştirilecek çalışmaların hangi amaca hizmet edeceği konusunda yanlış veya eksik bilgilere sahip olunmasına yol açabilmektedir.

İncelenen alan yazında sıcaklığın tanımı ile ilgili tam bir uzlaşa sağlanamadığı görülmektedir. Sıcaklık bazı çalışmalarda ısının akış yönünü gösteren bir büyüklük olarak tanımlanırken çoğu zaman moleküllerin ortalama kinetik enerjisi olarak tanımlanmıştır. Diğer taraftan fizik ve mühendislik alanındaki kitaplarda sıcaklık, termodinamiğin sıfıncı kanunu, termal denge ve termal temas kavramları ile açıklanmış, ısı ise termodinamiğin birinci kanunu ile ilişkilendirilmiştir.

Okul ders kitapları incelendiğinde ise çoğunda ısı ve sıcaklık konularının öğretimi birlikte ele alındığı görülmektedir. Dolayısı ile bu iki kavram sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. İlkokul, ortaokul, lise düzeyinde öğrenciler ve öğretmen adayları üzerinde yapılan araştırmalarda ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarına sıklıkla rastlanılmıştır. Bunun yanında fen derslerinde ısı ve sıcaklık konuları aynı üniteye ele alınırken; fizik ve mühendislik alanında yazılan kitaplarda, ısının “enerji” başlığında termodinamiğin birinci kanunu altında, sıcaklığın ise “termodinamiğin sıfıncı kanunu” altında ele alındığı görülmüştür.

Isının, bir “enerji” türü iken; sıcaklığın bir “enerji” türü olmadığı, birçok kişi tarafından bilinmektedir. Ancak sıcaklığı tanımlarken “Maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisidir” ifadesi birçok çalışmada karşılaşılan bir durumdur. Sıcaklık enerji olmadığı halde, sıcaklık tanımında “enerji” kavramının yer alması öğrenenlerin zihninde karışıklık meydana getirmektedir. Bu nedenle “sıcaklık” kavramını buradan hareketle tanımlamaya başlamak iyi bir giriş olmayacaktır.

İlgili alan yazında da ele alındığı şekliyle ısı ve sıcaklık kavramları aslında birbirinden farklı olmasına rağmen, eğitim araştırmalarının birçoğunda birlikte ele alınmıştır. İncelenen çalışmaların bir kısmında, “Isı ve Sıcaklık” ile ilgili kavram yanlışları çeşitli yaş ve öğrenim seviyelerinde tespit edilmiştir. Bir kısmında ise çeşitli yöntem ve teknikler kullanılarak geleneksel yaklaşıma göre kavram yanlışları açısından aralarındaki farklar olduğu belirlenmiştir. Öte yandan bu çalışmalarda ısı ve sıcaklık kavramlarını tanımlamaktan kaçınılmış, özellikleri doğrultusunda bu kavramlar ele alınmıştır.

Alan yazında, “sıcaklık” kavramının öğretiminin “ısı” kavramının öğretiminden bağımsız olarak ele alınabileceği düşünülmüştür. Mevcut araştırmada da sıcaklık kavramının öğretimi, ısı kavramının öğretiminden bağımsız olarak

gerçekleştirilmiştir. Hem ortaokul 5., 6., 7. ve 8. sınıf Fen Bilimleri dersinde, hem de Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında 3. sınıflarda Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) çerçevesinde gerçekleştirilen öğretim sonrasında ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının sıcaklık ölçümünde kullanabilecekleri bir termometre tasarımları istenmiştir. Bu doğrultuda, STBE çerçevesinde ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin niteliklerinin neler olduğu tartışılacak ve tasarlanan termometreler nitelikleri ve kullanılabilirlik özelliği de göz önünde bulundurularak sıcaklık kavramının öğretiminde çeşitlilik sağlamaya çalışılmıştır. Mevcut araştırma ile sorgulama temelli bilim eğitimi uygulamaları gerçekleştirilen mevcut araştırma ile ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları tarafından “sıcaklık” kavramının daha iyi anlaşılması ve daha iyi anlamlandırılması sağlayacağı düşünülmektedir. Sıcaklık kavramının, ısı kavramından bağımsız ele alınabileceği özellikle vurgulanarak, ders kitaplarında ve yapılan tüm etkinliklerde iki kavramın birbirinden bağımsız ele alınması, öğretmenlere, akademisyenlere ve diğer tüm araştırmacılara katkı sağlayacaktır. Ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarının bilimsel düşünerek ve yaratıcılıklarını kullanarak tasarlayacağı termometreler alan yazında kullanılması yönünde çeşitlilik oluşturacaktır.

1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi

Ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmen adaylarının sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramına ait bilgilerinin düzeyleri nedir?

1.5. Araştırmanın Alt Problemleri

Araştırmanın amacı ve problem durumu doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

1-) Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sıcaklık kavramına ait ön bilgileri nelerdir?

2-) Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri nelerdir?

3-) Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak Fen Bilgisi Öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri arasındaki farklar ve benzerlikler nelerdir?

4-) Sıcaklık kavramının ısı kavramından bağımsız maddenin fiziksel durumuna bağlı bir nicelik olarak Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) çerçevesinde öğretilmesinin ardından Fen Bilgisi Öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin nitelikleri nelerdir?

1.6. Araştırmanın Sayıltıları

Bu çalışmanın varsayımları aşağıda belirtildiği gibidir:

1.Araştırmaya katılan öğrencilerin etkinlik formunu içtenlikle ve ciddiye alarak cevapladıkları varsayılmaktadır.

2.Katılımcıların, veri toplama araçlarının not kaygısı oluşturmadığını düşündükleri varsayılmaktadır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın kapsamı ve sınırlılıkları aşağıda belirtildiği gibidir:

1.Çalışma 2014-2015 eğitim öğretim yılında bir Batı Anadolu üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD'nda öğrenim gören 3. sınıf düzeyinde 77 öğretmen adayı ile Batı Anadolu'da yer alan birinin ortaokulunda kayıtlı 5., 6., 7. ve 8. sınıfta kayıtlı toplam 109 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu katılımcılar ile sınırlıdır.

2.Araştırma sıcaklık kavramı bağlamında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen her türlü öğretim materyali sıcaklık kavramı ile sınırlıdır.

3. Araştırma verileri araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerle sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE): Doğal dünyaya ilişkin bir araştırma ruhu yakalama ve bilimsel bilgi üretme çabasıdır (Bybee, 2006).

ğrenme: ğrenme, büyüme ve vücutta değişik etkilerle oluşan geçici değişmelere atfedilmeyecek, yaşantı ürünü olarak meydana gelen davranışta ya da potansiyel davranıştaki nispeten kalıcı izli değişmedir (Senemoğlu, 2009).

Sıcaklık: Bir cismin bir başka cisimle termal dengede olup olmadığını belirleyen bir özelliktir” (Serwey,1995).

II. BÖLÜM

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Einstein “*Termodinamik yasaları bütün bilimlerin birinci kanunu*” şeklinde ifade ederek; termodinamik yasaların yaşamı ve doğada ki tüm canlıları etkilediğini düşünmektedir (Kırtak, 2010). Bu bölümde sıcaklık kavramının kuramsal çerçevesi ve bu kavram ile ilgili ulaşılabilmiş araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Sıcaklık

Sıcaklık kavramı çok sık kullanmamıza rağmen temel fen eğitimi alan herkesin rahatlıkla tanımlayabileceği bir kavram olmayabilir. Black’ın Fahrenheit termometresiyle yaptığı deneyler sonundaki ilk ve temel keşfi, ısı ile sıcaklık derecesinin aynı olmadığıdır. 20. yüzyıl gözü ile bakılınca, bu keşifte pek öyle dünyayı sarsan taraf görülme de, Black’ın çağdaşlarından hiçbir bilim insanının ısı ile sıcaklık arasındaki kesin farkı ortaya koymaya gücünün yetmediği bir gerçektir (McCue, Gossner, Loomis, McDonald ve Osmundsen; 1970). Bu yüzden sıcaklık kavramını tanımlama yeni sayılabilir. Sıcaklık kavramı gerek sözlüklerde gerekse okul ders kitaplarında tanımları karşımıza çıkmaktadır.

Türk Dil Kurumu’nun sözlüklerinde sıcaklık farklı tanımlanmaktadır. Örneğin Güzel Sanatlar Terimleri Sözlüğü’nde sıcaklık kelimesini “hamamlarda yıkanılan sıcak yer” şeklinde ifade ederken Fizik terimleri sözlüğünde “*bir ısı ölçerle ölçülen ısı yeghnlık*” olarak ifade edilmiştir. Türk Dil Kurumu’nun diğer tanımları ise: Isıl devingen dengedeki bir özdeğin, her bir özdeciği başına düşen ortalama devinim erkesini ölçen nicelik”. (Fiziksel Kimya Terimleri Sözlüğü), “Bir dizge ya da nesne,

bir başkasına değdirilerek yalnız ısı türünde erke alışverişi yaptığı ve ısı dengeye ulaştığı zaman, her ikisinde ortak değer alan durum değışkeni. Sistemi oluşturan parçacıkların ortalama kinetik enerjisi olan ve sistemdeki ısı akışının yönünü belirleyen bir özellik” (Kimya Terimleri Sözlüğü). “Bir özdek ya da ortamın, soğuk ya da sıcak olma durumunun ölçüsü” (Metalbilim İşlem Terimleri Sözlüğü). “1. Bir nesnenin soğuk, serin, ılık ya da sıcak olarak nitelenmesini gerektiren ve taşıdığı fiziksel erkenin düzeyinden oluşan durumu. 2. Isıl devingen dengedeki özdeğin, her bir özdeciği başına düşen ortalama devinim erkesini ölçen nicelik” (Uygulayım Terimleri Sözlüğü). “Çeşitli biçimlerde beliren bir enerji tipi “(Zooloji Terimleri Sözlüğü) şeklinde yer aldığı görülmektedir (Türk Dil Kurumu [TDK], 2016). Buradaki tanımlarda da görüleceği üzere TDK’da yer alan sözlüklerde sıcaklık kavramında bir uzlaşından söz etmek pek olası görülmemektedir.

Üniversitelerin fen ve mühendislik fakültelerinde okutulan bazı kitaplarda yer alan sıcaklık tanımlarında; “Bir sistemin ortalama moleküler kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür”(Çengel ve Boles, 2008). Sears ve Salinger, (2002) göre bütün olağan cisimlerin başka cisimlerle temas ettiklerinde ısı dengeye erişip erişmeyeceklerine karar veren fiziksel özellik olarak sıcaklığı tanımlarken; bazı yayınlar sıcaklığı termodinamiğin sıfırncı yasası ile tanımlanır. Birbiriyle temasta bulunan sayısız sistem (nesne) bir dengeye erişinceye dek ısı alış verişinde bulunur. Bu dengeye ulaşıldığı anda stabilize olmuş nicelik sıcaklıktır (Jones ve Dugan, 2003).

Bir diğer tanım ise;

“Sıcaklığı tanımlayabilmek için önce termal temas ve termal denge tanımlanmalıdır. İki cisim birbirleri üzerinde makroskobik iş yapmadan enerji değış tokuşu yapıyorlarsa bu iki cisim **Termal Temas**’tadır. Termal temasta olan sıcaklıkları farklı iki cisim arasında net enerji alış verişi sona ermiş ise, bu iki cisim **Termal Denge**’dedir. Termal Temasta olmayan A ve B gibi iki cisim üçüncü bir C cismi ile ayrı ayrı termal dengede ise o zaman A ve B cisimleri birbirleri ile termal dengededir. Bu duruma termodinamiğin sıfırncı kanunu (denge kanunu) olarak adlandırılır. Bu ifade sıcaklığı tarif etmek için kullanılmaktadır. Bir başka değışle sıcaklık bir cismin bir başka cisimle termal dengede olup olmadığını belirleyen bir özelliktir” Serway, (1995).

Bir cismin termal dengede olup olmadığını tespit etmek için; cisim üzerindeki sıcaklık etkisi ile değışen makroskobik değışimlerden yararlanan termometreler geliştirilmiştir.

2.1.1. Termometre

Bilimsel çalışmaların temelini oluşturan deney ve gözlemlerimiz ölçümler ile ifade edilmektedir (Yürümezoğlu ve Oğuz, 2007; Oğuz-Ünver ve Yürümezoğlu, 2009). Buna rağmen ölçme konusuna eğitim ve öğretim hayatımızda az rastlamaktayız (Maral, 2010). Sıcaklık, bilim teknoloji ve günlük yaşamda çok sık kullanılan bir kavramdır. Sıcaklık ölçümü ve kontrolü endüstride, sanayide ve hatta günlük hayatta önemli bir yere sahiptir. Sıcaklık, hemen hemen tüm endüstriyel işlemlerde, enerji kaynaklarının (petrol ve diğer benzeri doğal kaynakların) verimli şekilde kullanılmasında ve sağlık, güvenlik, çevre şartlarının izlenmesinde sıcaklığın tespit edilmesi önemlidir. Bunun dışında biyoteknoloji ve metroloji dahil pek çok kendine özgü bilimsel disiplinde de sıcaklık ölçümü vazgeçilmez bir unsurdur (Altın, 2010). Bilinen ilk sıcaklık değişimlerini gösteren termoskobu, 1593 yılında Galileo yapmıştır. Galileo'nun ölçme cihazı hakkındaki *Diyalog* isimli eserinde geçen altı, dokuz, on sıcaklık derecesi deyimlerinden başka pek birşey bilinmemekteydi. Ancak diğer araştırmacılara ilham olduğu da bir gerçektir. Fahrenheit, temeli Galileo'nun Termoskop'una dayanan Amontons'un geliştirdiği cihazı mükemmelleştirerek; insanoğlunun güvenebileceği termometreyi yaptı. Bu dönemden sonra insanoğlu sıcaklık ölçümü için kendi duyularının dışına çıkarak termometreyi kullanmışlardır (McCue vd., 1970). John Locke 1690'da yaptığı basit deneyde duyularımızın bir nesnenin sıcaklığı konusunda bizi yanıltabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca her canlının, sıcaklığa dayanabileceği belli bir aralık vardır. Bu yüzden bilimsel olarak, objektif ve sayısal bir sıcaklık ölçüğüne gerek duyulmaktadır. Günümüzde termometreleri, sıcaklık etkisinde değişen makroskobik değerlerin ölçümünden yararlanırlar. Basınç, hacim ve sıcaklık gibi daha birçok makroskopik büyüklük duyularımızla doğrudan algılayabileceğimiz büyüklüklerdir. Sistemi meydana getiren moleküller veya atomların hızları, enerjileri, kütleleri, momentumları ve çarpışma sırasındaki davranışları gibi büyüklükler mikroskopik büyüklüklerdir. Mikroskobik büyüklükler duyularımızla doğrudan algılayabileceğimiz büyüklükler değildir. Serway (1995) göre bütün termometreler bazı fiziksel parametrelerin sıcaklıkla değişmesi prensibini kullanırlar. Bunlar:

1. Sıvıların hacimlerinin değişmesi,
2. Katıların uzunluğunun değişmesi,
3. Sabit hacimdeki bir gazın basıncının değişmesi,
4. Sabit basınçtaki bir gazın hacminin değişmesi,
5. Bir iletkenin elektrik direncinin değişmesi,
6. Çok sıcak cisimlerin renk değişimi şeklinde fiziksel özelliklerin değişmesi durumunda sıcaklıklarının ölçümü yapılmaktadır.

Sıcaklık, maddenin makroskobik (gözle görülebilen) özelliklerini değiştirmektedir. Örneğin; boyut, hacim, renk ve basınç gibi maddenin bazı fiziksel parametrelerinde, sıcaklığa göre farklı değişimler gözlemlenir. Oluşan bu değişimler, maddenin sıcaklığı ile ilgili nesnel bir nicelik verir. Madde üzerindeki makroskobik değişimdeki nesnel niceliği kullanarak sıcaklığı sayısal değerlere çeviren araçlara termometre denir. Termometre ile bilimsel olarak, objektif ve sayısal bir sıcaklık ölçęine ulaşılmıştır. Günümüzde sıcaklığın fiziksel parametrelerinden yola çıkarak farklı türde termometreler geliştirilmektedir. Örneğin sıvıların genleşme özelliğinden yararlanılarak sıvılı termometreler ya da metallerin genleşme özelliğinden yararlanılarak metal termometreler geliştirilmiştir.

2.2. Sıcaklık Kavramı ile İlgili Durum Tespitine Yönelik Çalışmalar

Literatüre bakıldığında ısı ve sıcaklık kavramları birlikte ele alınmış ve neredeyse mevcut araştırmaların büyük çoğunluğu, öğrencilerdeki kavram yanılgıları üzerine yoğunlaşmıştır. Örneğin ilkokul düzeyinde (örn., Erickson, 1979; Buluş Kırıkkaya ve Güllü, 2008; Gürdal, 2008; Bayram, 2010), 6.7. ve 8. sınıf düzeyinde (örn., Erickson, 1979; Kalem ve Çallica, 2001; Mert, 2002; Yumuşak, Türkoğuz, Aycan ve Aycan, 2004; Başer ve Çataloğlu, 2005; Aydın, 2007; Gürbüz, 2008; Sarı Ay, 2011; Turgut ve Gürbüz, 2011), lise düzeyinde (örn., Jara-Guerrero, 1993; Kesidou ve Duit, 1993; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Kocakulah ve Kocakulah, 2002; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; İnal, 2003; Güler, 2005; Yılmaz, 2005; Karakuyu, 2006; Yeşilyurt, 2006; Keser, 2007; Karakuyu, Uzunkavak, Tortop, Bezir ve Özek, 2008) ve öğretmen adayları ile yürütölen araştırmalarda (örn., Kaptan ve Korkmaz, 2001;

Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Demirci, 2003; Gümüş, ner, Kara, Orbay ve Yaman, 2003; Demirci ve Sarıkaya, 2004; Gönen ve Akgün, 2005; Ongun, 2006; Damlı, 2011; Yavuz ve Büyükekşi, 2011; Taşlıdere, Korur ve Eryılmaz, 2012; ner-Sünkür, İlhan ve Sünkür, 2013; Uzoğlu ve Gürbüz, 2013) ısı ve sıcaklık kavramlarına ilişkin benzer kavram yanılgılarına rastlanılmıştır. Bu kavram yanılgılarından ne çıkanları izelge 2.1., 2.2., 2.3., 2.4., 2.5., 2.6., 2.7., 2.8., 2.9., 2.10. ve 2.11.'de sunulmuştur.

Çizelge 2. 1.Temalandırılmış kavram yanılgıları

	Kavram	Literatür
Isı- Sıcaklık İlişkisi	Sıcaklık değerinin sıfır olmasını ısının olmadığı şeklinde düşünmektedirler	Gürdal, (2008)
	Isı alan bir maddenin sıcaklığı kesinlikle değerisir.	Bayram, (2010)
	Cisimlere verilen ısı miktarının cisimlerinin sıcaklığının artmasına etkisi olmadığını	Gürbüz, (2008)
	Aynı miktar ısı alan maddelerdeki sıcaklık artışı da aynıdır.	Keser, (2007)
	Isı, sadece cisimlerin sıcaklığı ile artar veya azalır. Isı ve sıcaklık maddeler için ayırt edici özelliktir.	Sarı-Ay, (2011)
	Bir cismin sıcaklığı o cismin ısısından bağımsızdır. Bir cismin diğer bir cisme göre sıcaklığı yüksekse her zaman ısısı da yüksektir.	Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, (2003); Aydın, (2007)
	Eğer iki vücudun sıcaklıkları aynıysa onların ısıları veya enerjileri de aynıdır. Sıcaklık ısının miktarıdır. Isı yüksek sıcaklıktır.	Kesidou ve Duit, (1993)

Çizelge 2.1. Temalandırılmış kavram yanlışları (devam)

Kavram	Literatür
Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır.	Erickson, (1979); Thomaz, Malaquias, Valente ve Antunes, (1995); Kaptanve Korkmaz, (2001); Eryılmaz ve Sürmeli, (2002); Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, (2003); Demirci, (2003); Gümüş, Öner, Kara, Orbayve Yaman, (2003); İnal, (2003); Başer ve Çataloğlu, (2005); Ongun, (2006); Aydın, (2007); Keser, (2007); Gürbüz, (2008); Bayram, (2010); Sarı Ay, (2011); Yavuz, ve Büyükekşi, (2011)
Isı ve sıcaklığın farklı olduklarını söylemelerine rağmen, öğrenciler bunları birbirlerinin yerine kullanması.	Jara-Guerrero, (1993)
Isı sıcaktır; fakat sıcaklık soğuk veya sıcak olabilir. Isı ve sıcaklık arasında bir fark yoktur.	Tiberghien, (2000); Başer ve Çataloğlu, (2005)
Sıcaklık ısının bir göstergesidir.	Tiberghien, (2000); BaşerveÇataloğlu, (2005)
Isı maddenin toplam sıcaklığıdır. Isı, bir maddeye dokunduğundaki sıcaklık veya soğukluktur. Isı, bir sıcaklıktır. Sıcaklık maddenin sahip olduğu ısı değeridir. Sıcaklık ortamdaki ısıya denir. Bir maddenin belli derecedeki ısıdır. Sıcaklık, ölçülebilen ısı değeridir. Sıcaklık, iki madde arasındaki ısı alış verişidir. Sıcaklık, sıcak maddenin soğuk maddeye ısı vermesiyle oluşur. Sıcaklık, maddenin içindeki ısı değeridir. Sıcaklık, dışarıdan verilen bir ısıdır. Sıcaklık, alınan veya verilen ısı miktarıdır. Sıcaklık, ortama göre değişen ısı kapasitesidir. Sıcaklık, ısının sahip olduğu değerdir. Sıcaklık, hissedilen ısıdır. Sıcaklık, ısının artıp azalmasıdır. Sıcaklık, bir cismin sahip olduğu ısı ve nemin tamamıdır	Uzoğlu ve Gürbüz, (2013)

Çizelge 2. 2.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Isı- Sıcaklık Ölçümleri	Kalorimetre kabının sıcaklığı derece cinsinden ölçtüğünü ya da termometrelerin sıcaklığı kalori cinsinden ölçtüğünü	Gürbüz, (2008)
	Isı ve sıcaklık ölçen aletler aynıdır (ısı ve sıcaklık termometre ile ölçülür).	Aydın, (2007); Bayram, (2010); Sarı-Ay, (2011)
	Isı termometre ile ölçülür. Sıcaklık kalorimetre ile ölçülür.	Buluş-Kırıkkaya, ve Güllü, (2008)
	Isının ve sıcaklığın birimi aynıdır.	Aydoğan, Güneş, ve Gülçiçek, (2003); Aydın, (2007); Sarı Ay, (2011)
	Duyularla sıcaklık tespiti yapılabilir.	Sarı -Ay, (2011)

Çizelge 2. 3.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Enerji	Isı bir enerji çeşidi değildir, sıcaklık bir enerji çeşididir.”	Bayram, (2010)
	Sıcaklık bir maddenin aldığı ya da verdiği ısı enerjisidir. Sıcaklık maddelerin sahip olduğu kinetik enerjidir. Sıcaklık maddeden maddeye aktarılan enerjidir. Sıcaklık bir maddenin aldığı ya da verdiği enerjidir. Sıcaklık, bir maddeyi oluşturan taneciklerden birinin ortalama hareket enerjisine denir. Sıcaklık sonradan oluşan bir enerjidir. Sıcaklık iç enerjilerin toplamıdır. Sıcaklık ısıyı 1 derece artırmak için harcanan toplam iç enerjidir. Sıcaklık bir maddenin ortalama kinetik enerjisidir. Sıcaklık değişmeyen enerjidir. Sıcaklık bir maddeyi oluşturan taneciklerin öteleme enerjisidir.	Uzoğlu, ve Gürbüz, (2013)
	Sıcaklık bir enerji şeklidir.	Kaptan, ve Korkmaz, (2001)
	Isı sıcak cisimlerin enerjisidir	Başer, ve Çataloğlu, (2005)
	Sıcaklık bir enerji şeklidir ve/veya ısının birimidir.	Kesidou, ve Duit,(1993)
	Sıcaklık; maddedeki bütün taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır	Keser, (2007)
	Isı moleküllerin potansiyel enerjilerinin, sıcaklıkta kinetik enerjilerinin toplamıdır.	Aydoğan, Güneş, ve Gülçiçek, (2003)
	Sıcaklık maddedeki moleküllerin ortalama kinetik enerjisidir	
	Sıcaklık maddenin ortama verdiği kinetik enerjidir.	
	Isının mı yoksa sıcaklığın mı iş yaptığı	Gümüş, Öner, Kara, Orbay, ve Yaman, (2003).

Çizelge 2. 4.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Nesne Mekan Sıcaklıkları	Nesnelerin kendi sıcaklıkları vardır. Oda sıcaklığı sıfırdır.	Jara-Guerrero, (1993)
	Eğer bir nesnenin sıcaklığı veya soğukluğu çevresindekinden farksızsa, o nesnenin sıcaklığı yoktur.	Eryılmaz. ve Sürmeli, (2002); Damlı, (2011)

Çizelge 2. 5.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Sıcaklık ile Kütle- Hacim İlişkisi	Sıcaklık fiziksel bir maddedir. Sıcaklık fiziksel bir olaydır	Ongun, (2006); Yavuzve Büyükekeşi, (2011).
	Bir maddenin sıcaklığı arttıkça kütlesi de artar. Sıcaklık bir cismin ağırlığına etki eder.	Karakuyu, Uzunkavak, Tortop, Bezir ve Özek, (2008); Buluş- Kırıkkaya ve Güllü, (2008); Bayram (2010)
	Sıcaklık, madde miktarına bağlıdır.	Eryılmaz ve Sürmeli, (2002); Ongun, (2006); Bayram, (2010); Damlı, (2011); Yavuz. ve Büyükekeşi, (2011)
	Bir cismin sıcaklığı, cismin hacmine ve büyüklüğüne bağlıdır. Sıcaklık maddenin büyüklüğüne bağlıdır	Ericson, (1979); Eryılmazve Sürmeli, (2002); Tiberghien,(2000) Sarı Ay, (2011); Hopkiewicz, (1992); Başer ve Çataloğlu, (2005); Gürbüz, (2008); Gürdal, (2008); Bayram, (2010)
	Hacmi büyük olan cisimlerin sıcaklık artışı da daha fazla olur	Sarı Ay, (2011)

Çizelge 2. 6.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Sıcaklık- Madde Cinsi	Sıcaklık maddenin cinsine bağlıdır / Sıcaklık cismin yapıldığı maddeye bağlıdır./ Bir nesnenin sıcaklığı yapıldığı maddenin türüne bağlıdır.	Eryılmaz, ve Sürmeli, (2002); Başer ve Çataloğlu, (2005); Ongun, (2006); Gürbüz, (2008); Damli, (2011); Sarı Ay, (2011); Yavuz ve Büyükekşi, (2011)
	Soğuma ve ısınma için gereken süre cisimlerin hacimlerine veya kütlelerine bağlı değildir.	Başer ve Çataloğlu, (2005)
	Aynı ortamda uzun süre bekletilmiş cisimlerin son sıcaklıklarının cisimlerin cinsine göre değiştiğini	Gürbüz, (2008)
	Aynı kütlede ve özdeş ısıtıcılarla ısıtılan farklı maddelerin sıcaklık artışı eşittir	Keser, (2007)

Çizelge 2. 7.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Isı Sıcaklık Etkileşimi	Sıcak maddeden soğuk maddeye doğru sıcaklık gider. Soğuk madde sıcak maddenin sıcaklığını azaltır. Sıcak madde ile soğuk madde yan yana geldiklerinde durumlarında hiç bir değişiklik olmaz.	Kaptan ve Korkmaz, (2001)
	Farklı miktarlardaki ısınmış maddelerin çevre ile etkileşimlerini göz önüne alınması	Gümüş, Öner, Kara, Orbay ve Yaman, (2003).
	Birbirine karıştırılan farklı sıcaklıktaki sıvıların oluşturduğu karışımın son sıcaklığının karışımdaki soğuk sıvınınkinden daha soğuk olduğunu	Gürbüz, (2008)
	Farklı maddeler uzun süre aynı ortamda bulduklarında sıcaklıkları farklı olur, Farklı sıcaklıktaki sıvılar karıştırıldığında hepsi farklı sıcaklıkta olur, Aynı sıcaklıktaki farklı maddeler ısı alışverişi yapar	Keser, (2007)

Çizelge 2. 8.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Sıcaklığın İletimi	Sıcaklık bir maddeden diğer maddeye geçebilmektedir/aktarılabılır/ akabilir Bir yerden başka bir yere sıcaklığın iletilmesi Sıcaklığı bir yerden başka bir yere taşıyabiliriz. Sıcaklık bir nesneden diğerine geçebilir.	Kesidou ve Duit, (1993); Eryılmaz ve Sürmeli, (2002); Demirci 2003; Başer ve Çataloğlu, (2005); Ongun, (2006); Aydın, (2007); Gürdal, (2008); Bayram, (2010); Sarı Ay, (2011); Yavuz ve Büyükeksi, (2011)
	Farklı sıcaklıktaki cisimler arasında soğukluk akışı olur.	Sarı Ay, (2011)
	Güneş ışınları sıcaklıkyayar ve buz eritir.	Kaptan ve Korkmaz, (2001)
	Alınan ve verilen sıcaklıklar eşittir.	Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, (2003).

Çizelge 2. 9.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Yanma- Sıcaklık	Odun yandığında dışarı sıcaklık verir.	Buluş-Kırıkkaya ve Güllü, (2008)
	Aynı sıcaklıktaki bir bardak çay ile bir damla çayın yakma hissi ya eşit olacağı ya da az olanın ısı transferi daha hızlı olacağını sanarak bir damla çayın daha fazla yakma hissi doğuracağını	Gürbüz, (2008)

Çizelge 2. 10.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Sıcaklığın Bağlı Olduğu Etmenler	Bir cismin soğukluğu ya da sıcaklığı çevreden farklı değilse, sıcaklığı yoktur.	Ongun, (2006); Yavuz ve Büyükeksi, (2011).
	Sıcaklığı sadece ateş olduğunda var olduğunu ya da mevsimlere göre değişen bir olgu olduğunu düşünmektedirler	Gürbüz, (2008)
	Sıcaklık, maddenin içindeki havaya bağlıdır./ Bir nesnenin sıcaklığı o nesnenin içindeki havayla orantılıdır	Eryılmaz ve Sürmeli, (2002); Başer ve Çataloğlu, (2005); Ongun, (2006); Yavuzve Büyükeksi, (2011)

Çizelge 2. 11.Temalandırılmış kavram yanlışları

	Kavram	Literatür
Mutlak Sıcaklık	Mutlak sıcaklıkta bütün maddeler kristaldir.	Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, (2003).
	Mutlak sıcaklıkta bütün maddeler minimum hacimli olurlar.	
	Mutlak sıcaklıkta madde hacimsizdir.	
	Mutlak sıcaklık değeri teorik olarak mümkün değildir.	

Çizelgelerden anlaşıldığı üzere bu araştırmalarda sıcaklığın tanımına net bir şekilde yer verilmemiştir. Araştırmalar ilk, orta, lise ve üniversite öğrencilerinin kavram yanlışları üzerinde yoğunlaştığı söylenebilir.

2.3. Sıcaklık Kavramının Öğretimine Yönelik Çalışmalar

Sıcaklık kavramının öğretimi ile ilgili alanyazında bir çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazılarında yakından bakılacak olursa, örneğin, Demirci (2003), İnal (2003) ve Yılmaz'ın (2005) çalışmalarında, yanlış kavramların giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşım ile geleneksel öğretim yaklaşımı arasında yapılandırmacı yaklaşım lehine istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu, Başer ve Çataloğlu (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin kavram yanlışlarını azaltmada geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Gönen ve Akgün (2005) çalışmasında, elde edilen bulgular doğrultusunda sınıf içi tartışma yönteminin bilgi eksikliklerini gidermede etkili ancak kavram yanlışlarını gidermede etkili olmadığı ifade edilmiştir. Aydın (2007) çalışmasında, kavram haritası tekniğinin geleneksel yaklaşıma göre ısı ve sıcaklığa ilişkin kavram yanlışlarını giderebilmede daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Gürbüz (2008) 'ün ve Sarı-Ay (2011) 'ın ısı ve sıcaklık konularındaki çalışmalarında, kavramsal değişim metinlerinin, geleneksel yaklaşıma göre kavram yanlışlarını azaltmada istatistiksel olarak anlamlı fark yarattığı ortaya konulmuştur. Bayram (2010) çalışmasında, Probleme Dayalı Öğrenme yönteminin, geleneksel öğrenme yöntemlerine göre öğrencilerdeki ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını gidermede daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Damlı (2011)'nın çalışmasında, kavramsal değişim yaklaşımına dayalı web tabanlı etkileşimli

öğretimin ön test- son test sonuçları arasındaki farkın çoğunlukla anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Turgut ve Gürbüz (2011) çalışmasında; yapılandırmacı 5E modeline göre yapılan öğretimin geleneksel yöntemlere göre ısı ve sıcaklık kavramlarında, kavramsal değişimi ve kalıcılığı başarılı ve etkili olarak gerçekleştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Yavuz ve Büyükeksi'nin (2011) çalışmasında; öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını bilimsel fikirlere dönüştürmede kavram karikatürlerinin yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öner-Sünkür, İlhan ve Sünkür (2013) çalışmalarında; Tahmin Et- Gözle- Açıkla (TGA) yönteminin doğrulama laboratuvar yaklaşımına göre daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Öte yandan Harrison, Grayson ve Treagust (1999) araştırmalarında sorgulama temelli ısı ve sıcaklık kavramı öğretimi gerçekleştirmişler, ancak öğretim sürecinde kavramın tanımını yapmamışlar, ısı ve sıcaklık kavramlarının benzerlikleri ve farklılıklarının tartışılması istenerek öğretimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, ısı ve sıcaklık kavramlarının farklı oldukları ve daha bilimsel kabul edilebilir bir şekilde öğrendikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler süreç sonunda daha etkili problem çözebilir ve bilişsel olarak üzerinde düşünebilir davranışlar göstermişlerdir. Başer (2006), tarafından yapılan çalışmada ise bilişsel çatışmanın ısı ve sıcaklık kavramlarının öğretiminde kavramsal değişime etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmada sıcaklığın bilimsel tanımı yapılmadan, öğrencilerin sıcaklık kavramına ilişkin görüşleri, ısı ve sıcaklığın özellikleri, ısı ve sıcaklığın hissedilmesi, ısı ve sıcaklığın artması ya da azalması bağlamında ortaya çıkarılarak, bilişsel çatışma ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen araştırmada, Kavram Değerlendirme Testi kullanılmış ve çalışmanın sonucunda, bilişsel çatışma uygulanan deney grubunda kavramsal değişime olumlu etkiler gözlenmiştir. Benzer bir şekilde Başer ve Geban (2007) tarafından yapılan çalışmada, ısı ve sıcaklık kavramlarını anlamada, kavramsal değişimin etkisi incelenmiştir. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen araştırmada, kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarının yanı sıra tutumları üzerine etkisi de tespit edilmiştir. Deney grubunda dersler, kontrol grubundan farklı olarak kavramsal değişim metinleri ile işlenmiştir. Araştırmanın sonucunda, kavramsal değişim metinlerinin, öğrencilerin mantıksal düşünmeleri üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir.

Jones ve diğeri (2014) çalışmalarında doküsal simülasyonları kullanarak sıcaklık ve basınç konularının öğretimini gerçekleştirmişler ve çalışma grubunda yer alan 15 üniversite öğrencisi, doküsal simülasyonlar kullanılarak gerçekleştirilen dersler sonrasında hazırlanan soruları cevaplamışlardır. Sorulan sorular, “Kapalı bir kap içerisinde sıcaklık artışı meydana gelirse parçacıklara ne olur? ve soğuk suyun molekülleri, sıcak suyun moleküllerinden nasıl ayrılır?” şeklindedir. Bu çalışmada da sıcaklığın tanımı yapılmadan, sıcaklık artışı ve sıcak-soğuk suyun molekülleri durumlarından yola çıkarak, sorulan sorulara verilen yanıtlara göre öğretim süreci tamamlanmıştır.

Radtko (2013) çalışmasında 1950-2000 yılları arasında Fransa, Polonya ve İngiltere’de okutulan fen ders kitaplarında sıcaklık konusunun nasıl yer aldığını ve ne şekilde öğretiminin gerçekleştirildiğini incelemiş, 50 yıllık süreci karşılaştırmalı olarak ele almıştır. 1950’ye kadar İngiltere, Fransa’da ve Polonya müfredatında sıcaklık kavramı, sıcaklığın ölçümü üzerinden tanımlanırken, 2000’li yıllara gelindiğinde İngiltere ve Polonya ders kitaplarında Fransa’nın aksine ısı ve sıcaklık kavramları tanecik teorisi ile ilişkilendirilmiştir. İngiliz ders kitaplarında ısı iletkenliği mikroskopik seviyede açıklanmıştır. Bu durum kuramsal çerçevede doğru olmasına rağmen, sıcaklık konusuna giriş için negatif etkileri olmuştur. Oysa Fransa’da okul kitaplarında eski tip veya dijital termometreler yer almaktadır. Yani sıcaklığı, ölçüm aleti termometre üzerinden değerlendirmektedir. Günümüz Fransa ders kitaplarında sıcaklık kavramı, maddenin halleri ve maddenin fiziksel özellikleri ünitesinde işlenmektedir.

Alanyazında yer alan bir kısım çalışmalarda, sıcaklığın öğretiminde ciddi arayışların olduğunu ve henüz öğrencilerin sıcaklık ile ilgili kavram oluşturmada istenilen seviyeye ulaşamadığı söylenebilir.

III. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırmanın çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizi ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

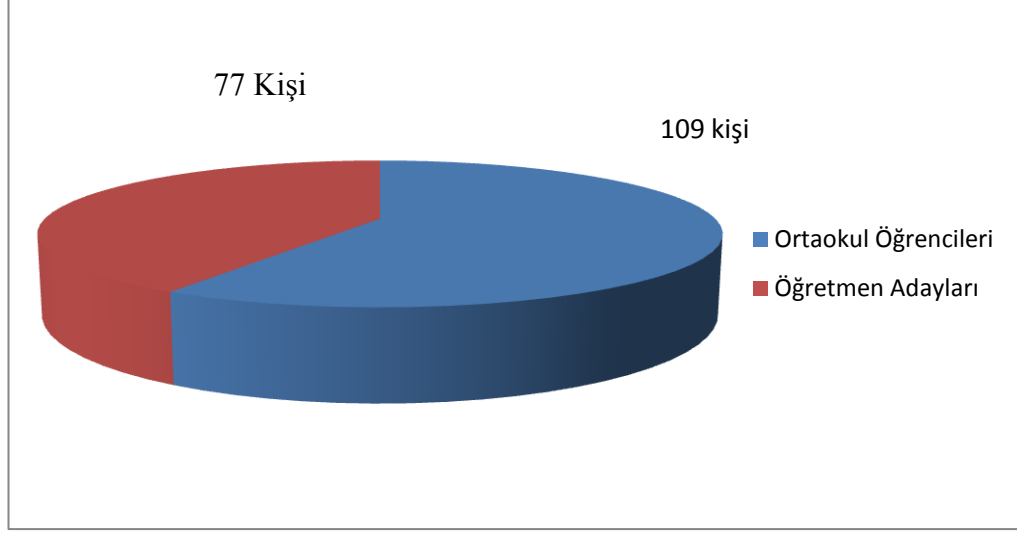
Araştırmada ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının, sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak; sıcaklık kavramı ve ölçümüne ilişkin bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesi ve sorgulama temelli bilim eğitimi çerçevesinde gerçekleştirilen etkinlik sonrası edindikleri bilgi ve becerileri bir ürüne aktarabilme düzeyleri incelenmesi amaçlanmıştır. Bu genel amaç doğrultusunda araştırma nitel araştırma tekniklerinden eylem araştırması (Action Research) olarak desenlenmiştir. Eylem araştırmaları; uzman araştırmacıların yürütücülüğünde, uygulayıcıların ve probleme taraf olanların da katılımıyla, var olan uygulamanın eleştirel bir değerlendirmesini yaparak, durumu iyileştirmek için alınması gereken önlemleri belirlemeyi amaçlamaktadır (Karasar, 2003). Aşağıdaki Çizelge 3.1’de araştırma sürecinin daha net anlaşılması amacıyla uygulama ve değerlendirme süreçleri özetlenmiştir.

Çizelge 3. 1.Araştırma süreci

	1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama	4. Aşama	5. Aşama
İşlem	<i>Uygulama:</i> Yönlendirme olmaksızın hava sıcaklığının ölçümü	<i>Değerlendirme:</i> Sıcaklığa ilişkin mevcut bilgilerin ve ölçme becerilerinin sınıf ortamında sorgulanması/değ erlendirilmesi	<i>Uygulama:</i> STBE etkinlikleri	<i>Proje hazırlama</i>	<i>Değerlendirme</i> Termometre tasarımlarının değerlendirilmesi
Kullanılan araçlar	Termometreler	<i>Etkinlik çalışma yaprağı (Ek.A)</i>	1.Buz etkinliği 2.John Locke etkinliği 3.Farklı türde termometre etkinliği	Öğrenci projeleri sonucu tasarlanan Termometreler	<i>Termometre değerlendirme formu (Ek.B)</i>

3.2. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcıları; 2014-2015 eğitim öğretim yılında, Batı Anadolu'da yer alan ilçe devlet ortaokulunun beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 109 ortaokul öğrencisi ve bu okulun bağlı olduğu il merkezinde yer alan bir devlet üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD. 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 77 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Cinsiyet dağılımları öğretmen adayların 37 erkek öğretmen adayı, 40 kadın öğretmen adaydır. Ortaokul öğrencilerinde ise 5. sınıf düzeyi için 19 kız, 15 erkek, 6. sınıf düzeyi için 12 kız, 13 erkek, 7. sınıf düzeyi için 14 kız 11 erkek ve 8. sınıf için 11 kız, 14 erkek şeklinde cinsiyet dağılımları mevcuttur. Farklı eğitim düzeylerine sahip olan öğrencilerin sıcaklık kavramına ilişkin bilgilerinin ve ölçme becerilerinin sorgulanması ve karşılaştırılması imkân tanıyabilecek çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örneklemesiyle katılımcılar seçilmiştir. Aşağıdaki Şekil 3.1.'de araştırmanın çalışma grubunu oluşturan katılımcıların eğitim düzeylerine dağılımını gösteren grafik sunulmuştur.



Şekil 3. 1. Araştırmaya katılan katılımcıların öğrenim görmekte olduğu okul düzeylerine göre dağılımı

Şekil 3.1'e bakıldığında katılımcıların 77 Öğretmen adayı, 109 kişinin ise ortaokul 5.,6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri olduğu anlaşılmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada ortaokul öğrencileri ve öğretmen adaylarının sıcaklık kavramı ve ölçümüne ilişkin bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesi amacıyla etkinlik çalışma yaprağı geliştirilmiştir (Ek.A). Çalışma yaprağında hava sıcaklığının ölçüm sürecini ve elde edilen ölçüm sonucunu değerlendirmek ve ölçüm sonucuna ilişkin öğrencilerin düşüncelerini belirlemek amacıyla sorulara yer verilmiştir. Öğrencilerin termometre kullanma becerilerini ve ölçme sonuçlarına ilişkin düşüncelerini değerlendirmek için öğretmen tarafından sorulan sorular yöneltilmiştir.

Araştırmada kullanılan diğer bir veri toplama aracı ise sorgulama temelli bilim eğitimi çerçevesinde gerçekleştirilen etkinlikler sonrası öğrencilerin edindikleri bilgi ve beceriler ile hazırladıkları termometre tasarımlarının değerlendirilmesine imkân tanıyan Oğuz-Ünver (2015) tarafından geliştirilen termometre değerlendirme formu (Ek.B) kullanılmıştır. Değerlendirme formu (1) Termometre gerçeğe ne kadar yakın? (2) Termometre hangi ilkeye göre tasarlanmıştır? (3) Termometre hangi maddelerin sıcaklığını ölçüyor? (4) Termometrenin tasarımı ve işlevselliği nasıl? sorularına

karşılık gelen dört ana temada oluşturulan ve proje ürünlerinin değerlendirmesine imkân tanıyan bir ürün değerlendirme ölçme aracıdır. Böylece öğrencilerin sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak STBE anlayışıyla gerçekleştirdikleri etkinlikler sonrası elde ettikleri bilgi ve becerilerin proje ürünleri olan termometrelerin tasarımına aktarılabilme düzeyleri değerlendirilme imkânı bulmaktadır.

3.3.1. Araştırmanın uygulamaları ve veri toplama

Çalışmanın birinci aşamasında; öğrencilere “Şu anda havanın sıcaklığı nedir? Nasıl ölçeriz?” sorusu yöneltilerek termometreler dağıtılmış ve hiçbir yönlendirme ve ek bilgi verilmeksizin hava sıcaklığını ölçmeleri ve sonuçlar ile birlikte çalışma yapraklarına bu süreci özetlemeleri istenmiştir. Rehberli (guided inquiry) sorgulama gereği öğretmen, hava sıcaklığı ölçümü problemine ilişkin öğrencilerin kendi çözüm yöntemlerini geliştirmelerini beklemiştir. 2-3 kişilik gruplara ayrılan öğrenciler dağıtılan termometreler ile istedikleri yer (gölge, güneş, dış mekân, iç mekan vb.) ve yöntem ile (termometre tutuş, zemin, çoklu ölçüm vb.) havanın sıcaklığını ölçmüşlerdir. İkinci aşamada gruplar hava sıcaklığına ilişkin bir ölçüm sonucuna varmaya çalışarak; ölçme ve sıcaklığa ilişkin bilgi, beceri ve davranışlarını ortaya çıkarmayı hedefleyen sorular sorulmuştur. Öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmaları, sıcaklık ölçümü yaparken izledikleri yöntemler ve mevcut bilgiler, öğretmen ve gözlemciler tarafından not edilmiştir. Etkinliğin sonunda gruplar sonuçlarını sınıf ile paylaşarak ve sınıfta tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Çalışmanın üçüncü aşamasında üç etkinlik yer almaktadır:

Buz etkinliği

Buz etkinliğinde aynı sıcaklıkta bulunan farklı miktarlarda (Örn. bir sürahi su -1,5 L ve bir su bardağı suyun - 200mL) suların yer aldığı kapların içerisine aynı kütlede buz küpleri bırakılır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. Buz etkinliğinden görüntüler

Kapların ağızları streç film ile kapatılır ve kapalı ortam oluşturulur. Öğrencilere hangi buzun önce eriyeceği sorulur; tahminlerini not etmeleri istenir. Buzların erime süreleri tespit edildikten sonra sorular ile mevcut gözleme öğrencilerin bilimsel bir açıklama getirebilmeleri teşvik edilir.

John Locke etkinliği

Etkinlik John Locke tarafından 1690 yılında gerçekleştirilen basit deneyi konu almaktadır. Üç özdeş kaba aynı miktarda, sıcak (~ 45 °C), ılık (~25 °C) ve soğuk su (~10 °C) sıralaması ile sular konulur.



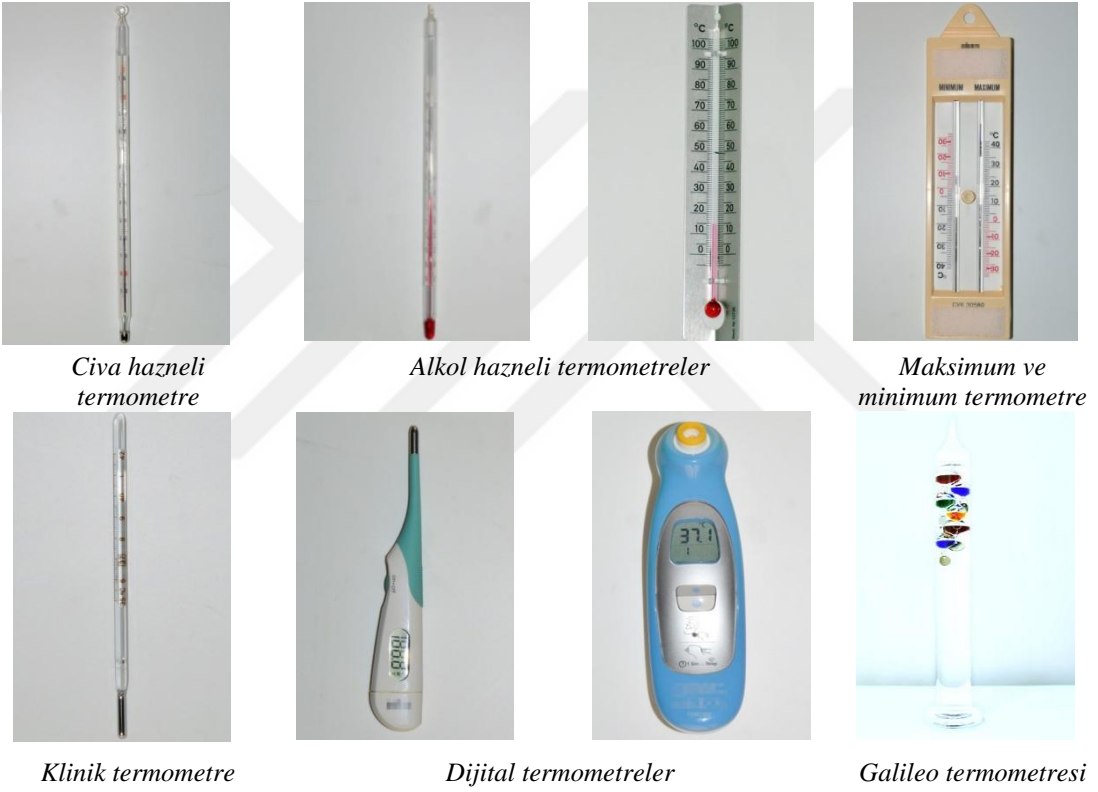
şekil 3. 3. John Locke etkinliğinden görüntüler

Öğrencilerden ilk önce bir elini sıcak, diğerini ise soğuk su içerisinde bir süre tutması istenir. Eller bu sular içerisinde bir süre bekleddikten sonra hiç zaman kaybetmeksizin çıkarılarak ortada bulunan ılık suya sokmaları istenir. Bu durumda ılık suyun soğuk mu? yoksa sıcak mı? olduğu sorularak bir karar verilmesi beklenir. Burada sıcaklığın duyularımızla tanımlanmasının yanıltıcılığı nedeniyle etkinliği gerçekleştiren öğrenci bir karar verememektedir. Etkinlikte katılımcılara aynı suyu bir elimiz sıcak

hissederken diğer elimiz soğuk hissetmesinin nedeni sorularak tartışma ortamı oluşturulmuştur.

Farklı türde Termometre etkinliği

Farklı türlerde termometre etkinliği Oğuz-Ünver (2015)'den uyarlanmıştır. Etkinlikte sıcaklık ölçme aracı termometrenin gerçekte ne olduğunu ve hangi prensibe göre çalıştığı sorgulanmıştır. Bunun için aşağıdaki Şekil 3.4'deki örnekleri sunulan bazı termometre türleri öğrencilere dağıtılarak öğrencilerin termometrelere ilişkin gözlem yapmalarını beklenmektedir.



Şekil 3. 4. Farklı türde termometreler etkinliğinde kullanılacak termometrelere ilişkin örnekler*

*Tablo ve görseller Oğuz-Ünver, (2015)'den alınmıştır.

Etkinlik öğrencilere termometrenin çalışma prensibinden yola çıkılarak sıcaklık kavramını algılamaları ve öğrencilerin maddenin makro niceliklerinin değişimini göz önünde bulunarak kendi termometrelerini geliştirmelerinde fikir verebilmektedir.

Çalışmanın dördüncü aşamasında öğrencilerden sıcaklığın parametrelerinden yola çıkarak bir termometre tasarımı yapmaları istenir.

Termometre tasarımı etkinliği

Önceki üç etkinlikte sıcaklık kavramına ilişkin bilgi ve ölçümüne ilişkin temel becerilerin kazandırılmaya çalışıldığı katılımcı grubuna sıcaklık ölçümünün farklı parametreler üzerinden yapabileceğini fark etmeleri amaçlanmıştı. Etkinliklerde aşağıda belirtilen üç kavramın karşılık geldiği durumlar öğrencilere kazandırılmaya çalışılmıştır.

“İki sistem birbirleri ile etkileşim halinde oldukları halde, durumları değişmeden kalıyorsa bu iki sistem birbirleri ile dengededir” - *Termodinamiğin Sıfıncı Yasası*

“İki cisim birbirleri üzerine makroskobik bir iş yapmadan enerji alışverişi yapıyorlarsa bu cisimler termal temastadır” - *Termal Temas*

“İki sistem veya nesne ısı geçirgen bir duvar aracılığı ile bağlantılı olup zaman içerisinde bir değişiklik olmaması durumu ” - *Termal Denge*

Ardından öğrencilere sıcaklığın fiziksel parametrelerindeki “sıvıların hacimlerinin değişmesi, katıların uzunluğunun değişmesi, sabit hacimdeki bir gazın basıncının değişmesi, sabit basınçtaki bir gazın hacminin değişmesi, bir iletkenin elektrik direncinin değişmesi, çok sıcak cisimlerin renk ” değişimlerinden yola çıkarak, farklı türde termometreler tasarlamaları yönünde proje ödevi verilmiştir. STBE açısından bu aşamaya yaklaşım açık sorgulama (Open Inquiry) olarak gerçekleştirilmiş ve öğrencilere hazırlayacakları termometrelerin tasarımına ilişkin yönlendirme yapılmamıştır.

3.4. Verilerin Analizi

Katılımcıların çalışma yapraklarından elde edilen veriler içerik analizi ile incelenmiştir. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek

kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Yıldırım ve Şimşek, (2011: 227)' e göre içerik analizi süreci şu şekilde gerçekleştirilir: Veriler derin analize tabi tutulur. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde organize edilerek temaların saptanması gerekmektedir. Bu aşamada araştırmacı, elde ettiği bilgileri inceleyerek, anlamlı bölümlere ayırır ve her bölümün kavramsal olarak ne anlam ifade ettiğini anlamaya çalışır. Oluşturulan anlamlı bölümlere tanımlayıcı isimler yani kodlar verilir. Verilen bu kodlar; araştırmacının kendisinden, okuduğu alan yazından ya da verinin içinden çıkarılabilir. Bu çalışmada kullanılan kodlama yöntemi, toplanan verilerden elde edilen kavramlara göre yapılan kodlamadır. Veriler, araştırmacı tarafından birçok kez okunarak araştırmanın problemleri doğrultusunda kişilerin yazılı ifadelerine bağlı kalınarak kodlanmıştır. Kodlar öncelikle serbest kodlar şeklinde hazırlanmış, daha sonra bu serbest kodlar özelliklerine bağlı olarak belli temalar altında gruplandırılmıştır.

Araştırmanın veri toplama araçlarından bir diğeri öğrenciler tarafından tasarlanan termometrelerdir. Gönüllü öğrenciler tarafından tasarlanan termometreler; Oğuz-Ünver (2015) tarafından geliştirilen termometre değerlendirme formu ile üç uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiş ve puanlanmıştır.

IV. BÖLÜM

BULGULAR

Araştırmada, ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmenliği lisans programı öğrencilerinin, sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramına ilişkin bilgilerisorgulanır. Araştırmada elde edilen bulgular ile gönüllü ortaokul öğrencileri ve fen bilgisi öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin nitelikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular araştırmanın alt problemleri doğrultusunda aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi “Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının sıcaklık kavramına ait ön bilgileri nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada kullanılan çalışma yaprağı ve laboratuvar termometreleri öğretmen adaylarına dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarının laboratuvar termometresi ile iki sorudan oluşan çalışma yaprağını cevaplandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin ölçüm sonuçlarını sunmalarıyla araştırmacı tarafından sorulan sorular ile tartışma ortamı oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının çalışma yapraklarından ve sınıf içindeki tartışma ortamından elde edilen veriler araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Benzer kodlar birleştirilerek temalar ortaya konulmuştur.

Çizelge 4. 1.Öğretmen adaylarının birinci alt probleme ilişkin bulgular

Tema	Kod
Termometrenin Kullanım Şekli	Termometreyi dik tutmak
	Termometreyi yalıtkan bir madde ile asarak sabitlemek
	Termometreyi yatay tutmak
Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam	Rüzgârda
	Önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması
	Termometrenin yerden yüksekliği
Termometrenin Yapısı	Termometrede kullanılan sıvının türü
	Termometrede kullanılan sıvının rengi

Çalışma yaprağı (Ek- 1) incelendiğinde, öğretmen adaylarının düşüncelerine ait temalar; termometrenin kullanım şekli, hava sıcaklığın ölçüldüğü ortam ve termometrenin yapısı başlıklarıdır. Bu temalarda öne çıkan katılımcı düşüncelerine ilişkin ifadelerin bazıları Çizelge 4.1. de yer verilmiştir.

4.1.1. Öğretmen adaylarından elde edilen termometrenin kullanım şekline ilişkin bulgular

Öğretmen adaylarına dağıtılan çalışma kâğıdında, dikkati toplama sorusu “*havanın sıcaklığını nasıl ölçtünüz?*” ifadesidir. Öğrenciler sıcaklığı yerçekimi ile ilişkilendirerek termometrenin dik tutulması gerektiğini vurgulamışlardır.

ÖA3 “*Termometreyi dik tutarak ölçtüm. Çünkü yerçekimini dâhil etmeliyim*”, ÖA43 “*Termometreyi dik tutarak ölçtüm. Çünkü dik konumda olduğu zaman yer çekimine karşı maksimum etki edeceğinden doğru sonucu alırsınız.*”

şeklinde cevaplar alındı. Öğrencilere, termometreyi neden yatay konumda tutmadıkları sorulduğunda, öğrencilerin verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular,

ÖA7“*Çünkü yatay konumdayken termometreye gelen güneş ışınları dik olur. Bu durumda doğru sonucu alamayız.*” ÖA21“*termometre yatay konumdayken, güneş ışığı ile teması daha fazla olacağı için sıcaklık ölçümünü etkiler*” ÖA1“*termometre*

dengeli durmalıdır. Yatay konumda doğru ölçüm yapmaz.” ÖA13 “termometreyi ip gibi yalıtkan bir madde ile asılınca doğru sonuç alırız”

bazı öğrenciler ise dik tutmalarının sebebini; ÖA22 *“daha rahat okuyabiliriz.”* ÖA30 *“ben hep böyle gördüm.”* ÖA63 *“havanın sıcaklığını ölçmek için herhangi bir yere dik olarak asılmalıdır.”*

şeklinde ifade etmişlerdir. Termometrede kullanılan sıvının durumundan kaynaklanan nedenler, kullanım şeklini etkilediğini göstermiştir. Örneğin; ÖA31 *“yatay konumda tutsaydım içerisindeki cıva hareket ederdi.”* ÖA62 *“yatay konumda cıva hareketlidir.”* ÖA71 *“cıva akışkan olduğu için dik tutulmalıdır.”* Ö52 *“cıva sıvıdır, dökülmesin.”*

Termometrenin dik tutularak kullanılması gerektiğini vurgulayanların yanı sıra yatay olarak kullanılması gerektiğini belirtenler görülmüştür. ÖA9 *“cıva yatay konumda daha fazla genişir, o yüzden dik konulmamalıdır.”* ÖA13 *“Termometreyi yatay tutarak ölçtüm. Çünkü hava sıcaklığını maksimum alması için dışarıda yatay konumlandırılmalıdır”,* ÖA15 *“Termometreyi yatay konumdayken hava ile teması daha fazla olur. Buda ölçümü güvenilir duruma getirir.”* , ÖA64 *“termometre, yatay konumda hava ile daha çok temas var”* .

Öğrencilere *“Termometrelerde camdan oluşan ince bir kılcal boru ve bir hazne yer almaktadır. Bu cam bölümün tamamı sıcaklığa duyarlı mıdır?”* sorusuna; ÖA38 *“termometreyi tutarken cam boru kısmına dokunmadım. Çünkü elimin ısı termometreye geçebilirdi.”* ÖA53 *“termometreyi cam çubuğundan tutmadım çünkü elimin ısı geçirdi.”* şeklinde cevaplamışlardır. Bu durum termometrenin kullanım şekli ile ilgili alt temalardan birini oluşturduğu söylenebilir.

4.1.2. Sıcaklığın ölçüldüğü ortam

Öğretmen adaylarının *“havanın sıcaklığını nasıl ölçtünüz?”* sorusuna verdikleri cevaplar termometreyi kullanırken dikkat ettikleri noktalar üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Öğretmen adaylarına *“havanın sıcaklığının ölçmek için nasıl bir planlama yaptınız? sınıfta anlatabilir misiniz?”* sorusuna gelen yanıtlar rüzgarlı, önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması ile termometrenin yerden

yükseklik kodlarında yoğunlaşmıştır. ÖA76 “Rüzgârlı havada rüzgârın farklı yönlerde esmesi sıcaklığı etkileyeceği için rüzgarlı havalarda ölçüm yapılamaz”, ÖA48“Rüzgar termometredeki sıcaklığı değiştirir, ÖA47 “Rüzgar termometredeki sıcaklığı düşürür” ifadesiyle rüzgarı vurgularken, ÖA3 “güneşli ortamda ölçtüğümüz için gölge çok soğuktu” ifadeleriyle güneş ve gölge ortamları tartışmaya açılmıştır. Tartışmadaki diğer bir görüş ise ÖA21“güneş ışınları etki ettiği için ölçümlerin gölgede yaptık”, ÖA51 “her konumda ayrı ayrı ölçümler alınarak aritmetik ortalaması bulunur, buda havanın gerçek sıcaklığıdır”, ÖA5 “sıcaklık ölçümlerini, güneş ışınlarının etki ettiği yer ve gölgede yaparak, ortalamasını aldık”, ÖA1 “güneş ışınları dik gelince ısı birikiminden dolayı şeffaf bir ölçüm gerçekleşmez” ifadeleri ile sıcaklık ölçümlerini gölge-güneş ve rüzgarlı ortamlarda ölçülmesi gerektiği tartışılmıştır. Öte yandan tartışma ortamında sorgulanan bir diğer nokta termometrenin konumudur. ÖA8 “termometre ısı yalıtkanı toprağa temas ederek doğru sonuca ulaştık”, ÖA22 “yukarı çıkıldıkça hava sıcaklığı düşeceğinden yerde ölçüm yaptık” ifadeleri ile yere yakın ölçümü tartışıldı. ÖA61 “amaç havanın sıcaklığını ölçmek olduğu için termometre toprağın sıcaklığından etkilenmemesi amacı ile, yerden yüksekte ısı yalıtkanı olan ağaç dalına asarak yada tahta bankların üzerine koyarak ölçümü yaptık” ifadelerine rastlandı.

4.1.3. Termometrenin yapısı

Öğretmen adaylarının termometrede olması gereken özellikler ile ilgili sorulara verdikleri cevaplarda, içerisinde kullanılan sıvı ve sıvının rengi üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Termometre içerisinde yer alan sıvının türü sorulduğunda gelen cevapların büyük bir kısmı termometrelerde cıva kullanıldığı, ancak bazı öğrencilerin cıva dışında alkolde kullanıldığı belirtilmiştir. ÖA62 “termometre içerisinde bulunan sıvı her zaman cıva olmalıdır”, ÖA81 “Termometrenin hassas olabilmesi için cıva kullanılmalıdır” ÖA53 “civalı termometreler, duyarlı ölçüm yapar”, ÖA03 “cıva dışında kullanılacak farklı sıvılarda termometrenin boyunun uzamasına neden olacaktır”, ÖA27 “civanın donma sıcaklığı yüksek olduğu için termometrelerde kullanılmalıdır” Aynı öğretmen adayına donma sıcaklığı ile ne kastettiği sorulduğunda, “cıva oda sıcaklığında sıvı olmasından dolayı daha doğru ölçüm

yapar” şeklinde ifade edildi. Bu tartışmalarda termometredeki sıvının cıva olması gerekliliği üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Buna karşın cıva yerine farklı sıvılarda kullanılabileceğini belirten düşünceler, öğretmen adaylarınca ifade edilmiştir. ÖA22 “ *Termometreye alkol konulmalı çünkü donma sıcaklığı düşük olduğu için ölçüm aralığı daha geniştir*” ÖA12 “*Termometrelerde cıva yerine başka bir sıvı kullanılmalı, çünkü cıva metalle etkileşime geçer*”. Dikkat çeken bir diğer ifade ise ÖA51 “*kırmızı renkli sıvıya sahip termometreler sıcağa duyarlı, mavi renkli olanlar soğuya duyarlıdır*”

Öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde termometrede kullanılan sıvının cıva olması yada başka bir sıvı olması üzerine yoğunlaştığı ayrıca kullanılan sıvıların renklerine de bir anlam yükledikleri görülmüştür.

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada kullanılan çalışma yaprağı ve laboratuvar termometreleri ortaokul 5., 6.,7. ve 8. sınıf öğrencilerine dağıtılmıştır. Ortaokul öğrencileri laboratuvar termometresi ile iki sorudan oluşan çalışma yaprağını cevaplandırmaları istenmiştir. Öğrencilerin ölçüm sonuçlarını sunmalarıyla araştırmacı tarafından sorulan sorular ile tartışma ortamı oluşturulmuştur. Ortaokul öğrencileri çalışma yapraklarından ve sınıf içindeki tartışma ortamından elde edilen veriler araştırmacı tarafından kodlandırılmıştır. Benzer kodlar birleştirilerek temalar ortaya konulmuştur.

Çizelge 4. 2. Ortaokul öğrencilerin ikinci alt probleme ilişkin bulgular

Tema	Kod
Termometrenin Kullanım Şekli	Termometreyi dik tutmak
	Birden çok ölçüm yapmak
	Farklı termometre kullanmak
Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam	Termometre yüksekliği
	Önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması
Termometrenin Yapısı	Termometrede kullanılan sıvının türü

Çalışma yaprağı (Ek- 1) incelendiğinde, ortaokul öğrencilerinde yer alan temalar; termometrenin kullanım şekli, hava sıcaklığın ölçüldüğü ortam ve termometrenin yapısı başlıklarıdır. Bu temalarda öne çıkan katılımcı düşüncelerine ilişkin ifadelerin bazıları Çizelge 4.2. de yer verilmiştir.

4.2.1. Ortaokul öğrencilerinden elde edilen termometrenin kullanım şekline ilişkin bulgular

Ortaokul öğrencilerine dağıtılan çalışma kâğıdında, dikkati toplama sorusu “*havanın sıcaklığını nasıl ölçtünüz?*” ifadesidir. Öğrenciler sıcaklığı ölçerken termometrenin dik yada yatay tutulmasının önemli olmadığını vurgulamışlardır.

Örneğin, OÖ5 “*Termometreyi dik tutarak ölçtüm, sonra yatay olarak ölçtüm*”, Ortaokul öğrencisine neden iki farklı konumda ölçüm yaptığı sorulunca “*ölçümün değişip değişmediğini görmek istedim*” şeklinde cevaplamıştır. Benzer bir yanıt OÖ42 “*Termometreyi çapraz tutarak ölçtüm. Çünkü dik konumda bulduğum değerle karşılaştırmak istedim.*” şeklinde yanıtlanmıştır. Öğrencilere, termometreyi neden yatay konumda tutmadıkları sorulduğunda, öğrencilerin verdikleri cevaplardan aşağıda yer almaktadır,

OÖ7“*Çünkü termometreyi dik yada yatay tutmak önemli olsaydı, termometreyi ona göre yaparlardı.*” OÖ1“*termometreyi düz kullanmalıyız, çünkü üzerinde yer alan rakamları daha kolay*

okuyabiliriz.” OÖ10 “termometreyi ters kullanamayız, çünkü içerisinde yer alan sıvı akar.”

bazı öğrenciler ise dik tutmalarının sebebini; OÖ12 *“daha rahat okuyabiliriz.”* OÖ20 *“öğretmenimden böyle gördüm.”*

şeklinde ifade etmişlerdir. Ortaokul öğrencilerine *Ölçüm sonuçlarınıza güveniyor musunuz?* sorusuna verdikleri cevaplarda; tekrarlı ölçümler yapıldığı, farklı termometrelerin kullanıldığı ve farklı noktalarda ölçüm yaparak sonuçlarına güvendiklerini ifade edildiği görülmüştür.

Örneğin; OÖ31 “farklı termometreler kullanarak ölçümü tekrarladığım için sonucuma güveniyorum.” OÖ71 “diğer gruptaki arkadaşlarımda benimle aynı sonucu buldu.” OÖ11 “Aynı termometre ile farklı arkadaşlarımla birden çok ölçüm yaptığım için sonuç doğrudur.” OÖ52 “Termometre ile birden çok ölçüm yaptım, sonrasında ölçümlerin ortalamasını aldığım için sonucuma güveniyorum.”

Termometrenin dik tutularak kullanılması gerektiğini vurgulayanların yanı sıra yatay olarak kullanılması gerektiğini belirtenler görülmüştür. OÖ19 *“termometreyi beyaz zemine yatay koyarak etkilenmesini engelledim.”*

Bir diğer öğrenci OÖ15 *“Termometreyi yatay olarak kâğıdın üzerine koydum”* ifadesinde *“neden kâğıdı seçtin?”* sorusuna verdiği cevapta aynı öğrenci *“termometre metalin üzerine konulmaz, çünkü metal sıcaklığını hemen termometreye verir”* ifadesi dikkat çekicidir. Öğrencilere *“Termometrelerde camdan oluşan ince bir kılcal boru ve bir hazne yer almaktadır. Bu cam bölümünün tamamı sıcaklığa duyarlı mıdır?”* sorusuna; OÖ32 *“termometreyi tutarken cam boru kısmına dokunmadım. Çünkü elimin ısı termometreye geçebilirdi.”* ifadesinin yanı sıra bir diğer öğrenci OÖ54 *“termometreyi sıvı haznesinden tutmadım çünkü elimin ısı geçerdi.”* şeklinde cevaplamışlardır. Bu durum termometrenin kullanım şekli ile ilgili alt temalardan birini oluşturduğu söylenebilir.

4.2.2. Sıcaklığın ölçüldüğü ortam

Ortaokul öğrencilerine *“havanın sıcaklığını nasıl ölçtünüz?”* sorusuna verdikleri cevaplar termometreyi kullanırken dikkat ettikleri noktalar üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Ortaokul öğrencilerine *“havanın sıcaklığının ölçmek için nasıl bir*

planlama yaptınız? sınıfta anlatabilir misiniz?” sorusuna gelen yanıtlar önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması ile termometrenin yerden yükseklik kodlarında yoğunlaşmıştır. OÖ23 “güneşli ortamda ölçtük çünkü herkes gölgede ölçtü.”, OÖ22“termometre ile güneş ve gölgede hava sıcaklıklarını ölçerek karşılaştırmak istedik” ifadeleriyle güneş ve gölge ortamları tartışmaya açılmıştır. Tartışmadaki diğer bir görüş ise, OÖ55 “Termometreyi ilk olarak kuma gömerek sıcaklığı tespit ettik. Daha sonra gölge ve güneşte ayrı ayrı ölçümler alınarak aritmetik ortalaması bulunur, bu değer havanın gerçek sıcaklığıdır”, OÖ31 “sıcaklık ölçümlerini, güneş ışınların etki ettiği yer ve gölgede yaparak, ortalamasını aldık”, ifadeleri ile sıcaklık ölçümlerini gölge-güneş ve kum içerisinde ortamlarda ölçülmesi gerektiği tartışılmıştır. Öte yandan tartışma ortamında sorgulanan bir diğer nokta termometrenin konumudur. OÖ3 “yukarı çıkıldıkça güneşe yaklaşıldığından, hava sıcaklığı yükselir. Bu yüzden yerde ölçüm yaptık” ifadeleri ile yere yakın ölçümü tartışıldı.

4.2.3. Termometrenin yapısı

Ortaokul öğrencilerinin termometrede olması gereken özellikler ile ilgili sorulara verdikleri cevaplarda, içerisinde kullanılan sıvının türü üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Termometre içerisinde yer alan sıvının türü sorulduğunda gelen cevapların büyük bir kısmı termometrelerde su, cıva ve alkol kullanıldığı, ancak bazı öğrencilerin suyun kullanılmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Sekizinci sınıf öğrencisi OÖ61 “termometre içerisinde bulunan cıva;ısı aldığı anda çabuk yükselen, ısı verdiği anda ise çabuk alçalan sıvı olduğu için kullanılır.” şeklinde ifade etmiştir. Aynı öğrenciye “biri 110 °C diğeri 360 °C ölçebilen iki farklı termometre içerisinde bulunan sıvıların cıvadır, bu durumu nasıl açıklanabilir?” sorulduğunda; OÖ61“aynı ebattaki iki termometreden 360°C ölçebilenin içerisinde yer alan cıva 110 °C ölçebilen termometredeki cıvaya göre daha yoğundur.”OÖ81 “Termometrenin hassas olabilmesi için cıva kullanılmalıdır.” Bu tartışmalarda termometredeki sıvının cıva olması gerekliliği üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Buna karşın cıva yerine farklı sıvılarda kullanılabileceğini belirten ifadelerde, ortaokul öğrencilerinde yer almaktadır. OÖ32 “sıcaklığı cıvalı termometreler ölçerken, soğuk yerlerde alkollü termometreler kullanılır. OÖ11 “ Termometreye gıda boyası ile renklendirilmiş su

veya alkolde kullanılabilir.” Dikkat çeken bir diğer ifade ise OÖ52 “*termometre içerisinde su olursa akar.*” OÖ21 “*Termometrelerde cıva ve alkolün her ikisi de kullanılabilir. Su kullanılmaz. Çünkü su donduğunda genişir.*” OÖ78 “*Termometrelerde su buharlaştığı için kullanılmaz.* İfadeleri vurgulanmıştır.

Termometrede kullanılan sıvının türünü vurgulayanların yanı sıra termometrenin yapısı ile ilgili olarak farklı ifadelere rastlanılmıştır. OÖ7 “*Çünkü termometreyi dik ya dayatay tutmak önemli olsaydı, termometreyi ona göre yaparlardı.*” OÖ9 “*havanın sıcaklığını yanlış ölçen termometre icat edilmez.*”

Ortaokul öğrencilerin cevapları incelendiğinde termometrede kullanılan sıvının cıva yada alkol gibi bir sıvı olması üzerine yoğunlaştığı; ayrıca termometreyi icat edenlere ya da üretenlere gösterilen güven görülmüştür.

4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak Fen Bilgisi Öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri arasındaki farklar ve benzerlikler nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada kullanılan çalışma yaprağı ve laboratuvar termometreleri öğretmen adaylarına ve ortaokul öğrencilerine dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin laboratuvar termometresi ile iki sorudan oluşan çalışma yaprağından elde edilen kodların dökümü yapılmıştır. Araştırmacı tarafından kodlanan benzer ve farklı kodlar ortaya çıkarılmıştır.

Çizelge 4. 3.Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri arasındaki farklar ve benzerliklere ilişkin bulgular

	Temalar	Öğretmen Adaylarının Kodları	Ortaokul Öğrencilerinin Kodları
Farklı Temalar	Termometrenin Kullanım Şekli	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometreyi yalıtkan bir madde ile asarak sabitlemek ➤ Termometre yatay tutmak 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Birden çok ölçüm yapmak ➤ Farklı termometre kullanmak
	Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rüzgarda 	---
	Termometrenin Yapısı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometrede kullanılan sıvının rengi 	---
	Termometrenin Kullanım Şekli	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometreyi dik tutmak 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometreyi dik tutmak
Benzer Temalar	Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometrenin yerden yüksekliği ➤ Önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometrenin yerden yüksekliği ➤ Önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması
	Termometrenin Yapısı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometrede kullanılan sıvının türü 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometrede kullanılan sıvının türü

Çizelge 4.3. yer alan bulgular incelendiğinde, Termometrenin Kullanım Şekli, Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam ve Termometrenin Yapısı temalarında benzer ve farklı kodlar yer almaktadır.

Çizelge 4.3. yer alan bulgular incelendiğinde öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinde yer alan benzer temalar şu şekildedir;

Termometrenin Kullanım Şekli temasında “*Termometreyi dik tutmak*” kodu ile görülmektedir. Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam temasında ise “*Termometrenin*

yerden yüksekliği ve “Önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm ve ortalaması” olmak üzere iki kod yer almaktadır. Termometrenin Yapısı temasında ise yer alan tek ortak kodun “Termometrede kullanılan sıvının türü” olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3. yer alan bulgular incelendiğinde öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinde yer alan farklı temalar;

Termometrenin Kullanım Şekli temasında öğretmen adaylarında “Termometreyi yalıtkan bir madde ile asarak sabitlemek” ve “Termometre yatay tutmak” kodlarında yoğunlaştığı görülmüştür. Ortaokul öğrencilerinde ise, “Birden çok ölçüm yapmak” ve “Farklı termometre kullanmak” kodlarında yoğunlaşmıştır. Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam temasında öğretmen adayları “Rüzgarda” kodu yer alırken, ortaokul öğrencilerinde farklı koda rastlanılamamıştır. Termometrenin Yapısı temasında öğretmen adayları “Termometrede kullanılan sıvının rengi” kodunda yoğunlaşırken, ortaokul öğrencilerinde farklı koda rastlanılamamıştır.

Çizelge 4.3. yer alan bulgular incelendiğinde öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinde dört benzer kod yer almıştır. Ortaokul öğrencilerinin yalnız Termometrenin Kullanım Şekli temasında iki farklı kod yer almıştır. Hava Sıcaklığının Ölçüldüğü Ortam ve Termometrenin Yapısı temalarında ortaokul öğrencilerinin, öğretmen adaylarından farklı kodları oluşmamıştır.

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Sıcaklık kavramının ısı kavramından bağımsız maddenin fiziksel durumuna bağlı bir nicelik olarak Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) çerçevesinde öğretilmesinin ardından Fen Bilgisi Öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin nitelikleri nelerdir?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada gönüllü 35 ortaokul öğrencisi ile 46 fen bilgisi öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin nitelikleri değerlendirilmiştir. Oğuz-Ünver (2015) tarafından geliştirilen ve ürün değerlendirmede kullanılan termometre değerlendirme formu (Ek. B) ile elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.4.1. Termometre gerçeğe ne kadar yakın? alt bölümüne ilişkin bulgular

Ürün değerlendirmede kullanılan termometre değerlendirme formunun ilk bölümünde; geliştirilen termometrelerin gerçekliğe yakınlık durumları ortaya konulmuştur. Termometrelerde temel altı fiziksel özelliklerin değişmesi durumunda sıcaklıklarının ölçümü yapılmaktadır. Bunlar sıvıların hacimlerinin değişmesi, katıların uzunluğunun değişmesi, sabit hacimdeki bir gazın basıncının değişmesi, sabit basınçtaki bir gazın hacminin değişmesi, bir iletkenin elektrik direncinin değişmesi, çok sıcak cisimlerin renk değişimi şeklinde fiziksel özelliklerin değişmesidir. Katılımcıların termometre değerlendirme formunun termometrenin gerçeğe yakınlığı bölümüne ilişkin frekans ve yüzde değerleri Çizelge 4.4.'de sunulmuştur.

Çizelge 4. 4.Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre gerçeğe ne kadar yakın? bölümüne ilişkin bulgular

Madde	Frekans							
	Öğretmen Adayı				Ortaokul Öğrencisi			
	Mevcut		Mevcut değil		Mevcut		Mevcut değil	
f	%	f	%	f	%	f	%	
Termometrenin ölçüm aralığı ne?	21	45,7	25	54,3	23	65,7	12	34,3
Termometre sürekli ölçüm yapabiliyor mu?	46	100	0	0	35	100	0	0
Termometre ölçümü belirli bir sürede yapabiliyor mu?	46	100	0	0	35	100	0	0
Termometrenin hassasiyeti nedir?	21	45,7	25	54,3	23	65,7	12	34,3
Termometrenin hata payı nedir?	21	45,7	25	54,3	23	65,7	12	34,3
Termometre doğru ölçüm yapıyor mu?	21	45,7	25	54,3	23	65,7	12	34,3
Termometrenin tutarlılığı nedir?	46	100	0	0	35	100	0	0

Değerlendirme formunun bu bölümünde, ölçüm aralığı ile kastedilen; sıcak-soğuk ortamda termometre üzerindeki fiziksel değişkenlerin izlenebilmesi veya aradaki farkların tespit edilebilmesi için görsel işaretler bulunmasıdır. Öğretmen adaylarının geliştirdiği 46 termometreden 25 tanesi ile ortaokul öğrencilerinin geliştirdikleri 35 termometreden 12 tanesinde herhangi bir ölçeklendirme yapılmamıştır. Çizelge

4.4.'de görülüyor ki ortaokul öğrencilerinin geliştirdikleri termometrelerden %34,3'ü, öğretmen adaylarının ise %54,3'ü derecelendirme yapılmadan, ölçüm aralıksız ve ölçüm birimi olmadan tasarlamışlardır.



Şekil 4. 1.Ölçüm aralıksız tasarlanan termometreler (solda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 47, sağda gönüllü öğretmen adayı örnek 1)

Ortaokul öğrencilerinin tasarladığı termometrelerde ölçüm aralığı olanlar (%65,7) öğretmen adaylarında görülme oranından (%45,7) daha yüksektir. Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, ölçüm aralığı kriteri açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 3,224$ sd=1 p = 0,73)

Ölçüm aralığı olmayan termometrelerin (şekil 4.1.) ; hassasiyet, hata payı ve doğru ölçüm yapma kriterleri de değerlendirilememiştir. Ölçüm aralığı taşımayan termometrelerde, sıcak-soğuk ortamdaki termometrenin vereceği fiziksel tepkiler, ölçeklendirilemeyeceği için bu kriteri taşımadığı anlayışı geliştirilmiştir. Hassasiyet ile anlaşılması gereken kriter ölçüm aralığının belirlendiği termometrelerde, derecelendirmelerin yapılmış olmasıdır. Termometrelerdeki bu derecelendirmeler incelendiğinde 2-10 aralığında değişmektedir. Yani termometre aralıkları 2,4,6,8 veya 10,20,30,40 gibi aralıklar ile devam etmektedir. “*Termometrenin hata payı nedir*” sorusu ile;hata payı hassasiyetin yarısı olduğu için bu madde doğrudan ilişkilidir. “*Termometre doğru ölçüm yapıyor mu?*” maddesinde doğru ölçümün niteliği; yapılmış olan termometrelerin sıcaklık değişimine karşı tepki vermesidir. Örneğin sıvı hacminin artması niteliği göz önünde bulundurularak yapılmış bir

termometrede sıcaklık ile sıvının yükselmesi, soğuk ortamda sıvı seviyesinin alçalması anlamına gelmektedir. Bu kriterleri sağlayan termometreler öğretmen adaylarında 21 (%45.7) ve ortaokul öğrencilerinde 23 (%65.7) görülmüştür. Yapılan kikare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, ölçüm aralığı kriteri açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 3,224$ sd=1 p= 0,73)

“Termometre sürekli ölçüm yapabiliyor mu?” maddesinde sürekli ölçümden kasıt/anlayış termometrenin on dakika içerisinde sabitlenerek ölçüm yapmasıdır. Bu kriterleri sağlayan termometreler öğretmen adaylarında 46 (%100) ve ortaokul öğrencilerinde 35 (%100) tanedir. Her iki grubun termometrelerinin tamamı on dakika içerisinde birden çok ölçüm yaptığı söylenebilir. Bununla birlikte ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının geliştirdikleri termometreler arasında anlamlı fark olup olmadığı kikare testi ile belirlenememiştir.



Şekil 4. 2.Birden çok ölçüm yapabilen termometre (örnek 27)

“Termometre ölçümü belirli bir sürede yapabiliyor mu?” maddelerinde, her iki grubunda tasarladığı termometrelerde bulunan özellik olarak görülmektedir. Her iki grubun tasarladığı termometreler birden çok ölçümü gerek sıcak gerekse soğuk ortamlara konulduğunda, termometrenin dayandığı çalışma niteliğine göre (fiziksel özellik) yaklaşık on dakika içerisinde sabitlendiği görülmüştür. Örneğin çalışma niteliği sabit basınç altındaki gazların hacim ilkesine dayanan termometrede (şekil 4.3.) sıcaklık farkından kaynaklanan fiziksel nitelik on dakika içerisinde sabitlenerek

sıcaklık değeri okunabilmiştir. Bununla birlikte ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının geliştirdikleri termometreler arasında anlamlı fark olup olmadığı kıkare testi ile belirlenememiştir.



Şekil 4. 3.On dakika içerisinde sıcaklık ölçümü yapabilen termometre ortaokul öğrencisi tasarımı (örnek 73)

Öğretmen adaylarının geliştirdiği 46 (%100) termometre ile ortaokul öğrencilerinin geliştirdiği 35 (%100) termometrenin tamamında bu özelliği taşıdığı görülmüştür.

Ürün değerlendirmede kullanılan termometre değerlendirme formunun ilk bölümünün son maddesi termometre tutarlılığında; gönüllü öğretmen adayları ile ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları ürünlerin tamamında sıcaklık artış yada azalışında tepki verdikleri görülmüştür. Tepki ile kastedilen sıcaklık artışında termometrenin o artış oranında fiziksel niteliğinde değişim gözlemlenmesidir. Örneğin sıcaklık değişiminde şekil 4.4.'deki gibi bir termometrede sıvının seviyesinin değişmesi sıcaklık değişimi ile orantılı olmasıdır. Bu kriterleri sağlayan termometreler öğretmen adaylarında 46 (%100) ve ortaokul öğrencilerinde 35 (%100) tanedir. Her iki gurubun tamamında sıcaklık farklılıklarından dolayı termometrelerin dayandığı fiziksel özelliklerinin değiştiği söylenebilir. Bununla birlikte ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının geliştirdikleri termometreler arasında anlamlı fark olup olmadığı kıkare testi ile belirlenememiştir.



Şekil 4. 4.Öğretmen adayı termometre (örnek 28)

Çizelge 4.4. incelendiğinde öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerde; termometrenin ölçüm aralığı, hassasiyeti, hata payı ve doğru ölçüm yapma oranı %45,7 iken ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerde %65,7'dir. Termometrelerin sürekli ölçüm yapması, ölçüm süresinin kısa olması ve termometre tutarlılığı her iki gurubun tasarladığı termometrelerin tamamında görülmüştür.

4.4.2. Termometre hangi ilkeye göre tasarlanmış? alt bölümüne ilişkin bulgular

Değerlendirme formundaki ikinci bölümde; geliştirilen termometrelerde kullanılan fiziksel parametrelerin durumları ortaya konulmuştur. Bu parametreler; sıvıların hacim değişikliği, katıların uzunluk değişimi, sabit hacimdeki bir gazın basınç değişimi, sabit basınçtaki bir gazın hacim değişimi, bir iletkenin elektrik direncinin değişimi ve çok sıcak cisimlerin renk değişimidir. Termometrelerde temel altı fiziksel özelliklerin değişmesi durumunda sıcaklıklarının ölçümü yapılmaktadır. Bu fiziksel özelliklerin fark edilip ölçülebilmesi ile termometreler değerlendirilmiştir. Katılımcıların termometre değerlendirme formunun termometrenin tasarlandığı ilke bölümüne ilişkin frekans ve yüzde değerleri Çizelge 4.5.'de sunulmuştur.

Çizelge 4. 5.Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre hangi ilkeye göre tasarlanmış? bölümüne ilişkin bulgular

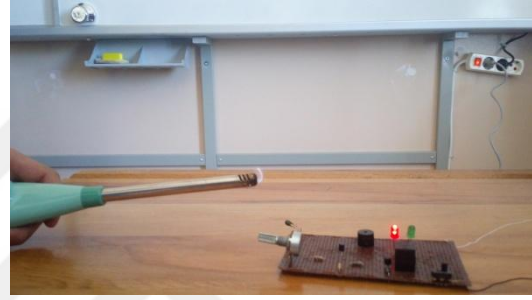
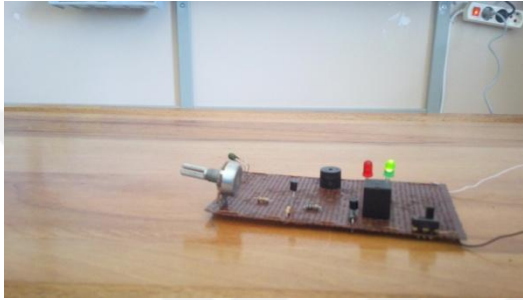
Madde	Öğretmen Adayı		Ortaokul Öğrencisi	
	f	%	f	%
Sıvıların hacim değişimi	46	100	25	71,4
Katıların uzunluk değişimi	0	0	0	0
Sabit hacimdeki bir gazın basınç değişimi	0	0	0	0
Sabit basınçtaki bir gazın hacim değişimi	0	0	9	25,7
Bir iletkenin elektrik direncinin değişimi	0	0	1	2,9
Çok sıcak cisimlerin renk değişimi	0	0	0	0
Diğer	0	0	0	0

Çizelge 4.5. yer alan bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının tasarladığı tüm termometreler sıvıların hacim ilişkisine dayandığı görülmektedir. Buna karşın ortaokul öğrencilerinde sıvıların hacim ilişkisine göre tasarlanan termometre yüzdesi %71,4(şekil 4.4) iken sabit basınçtaki bir gazın hacim değişimi ilkesine göre tasarlanan termometre yüzdeliği %25,7 (şekil 4.5.) ve bir iletkenin elektrik direncinin değişimine dayanan ilkeye göre tasarlanan termometre yüzdesi %2,9 (şekil 4.6) olduğu görülmüştür.

Bu durum, gönüllü ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre çeşidi 3 iken gönüllü öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerinin tamamı sıvıların hacim değişikliği ilkesine dayandığını göstermektedir. Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin tasarlanma ilkesi açısından anlamlı fark olduğu tespit edilmişti ($\chi^2 = 14,994$ sd=2 p= 0,01).



Şekil 4. 5. Sabit basınçtaki bir gazın hacim değişikliği ilkesi ile çalışan termometre gönüllü ortaokul öğrencisi (örnek 72)



Şekil 4. 6. Elektrik direncinin değişimine dayanan ilkeye göre tasarlanan termometre gönüllü ortaokul öğrencisi (örnek 81)

4.4.3. Termometre hangi maddelerin sıcaklığını ölçüyor? alt bölümüne ilişkin bulgular

Geliştirilen termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü ortaya konulmuştur. Maddenin her üç halinin sıcaklığını ölçebilen termometreler katı-sıvı-gaz şeklinde tanımlanmıştır. Yapısı ve boyutları itibariyle sadece sıvı maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometreler sıvı olarak tanımlanırken (şekil 4.7.), yapı ve boyut olarak katı ve maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometrelere katı-gaz (şekil 4.8.), sadece gazların sıcaklığını ölçebilen termometreler (şekil 4.9.) gaz olarak tanımlaması yapılmıştır. Benzer bir tanımlama maddenin sıvı ve gaz hali için sıvı-gaz (şekil 4.10), şeklinde ifade edilmiştir.

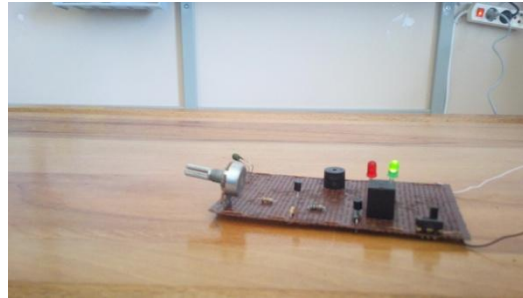
Çizelge 4. 6. Öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular

	Katı-Sıvı-Gaz	Sadece Gaz	Sıvı-Gaz	Sadece Sıvı	Katı-Gaz
Öğretmen Adayı	40	4	1	1	0
Ortaokul Öğrencisi	25	9	0	0	1

Maddelerin katı-sıvı-gaz halinde bulunmaları durumunda da tasarlanan termometreler kullanılabilirken; öğretmen adaylarında 4, ortaokul öğrencilerinde ise 9 termometrenin sadece gazların sıcaklığını ölçebilecek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü ilkesi açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 2,115$ sd=1 p= 0,146).



Şekil 4. 7.Sadece sıvı maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre öğretmen adayı (örnek 46)



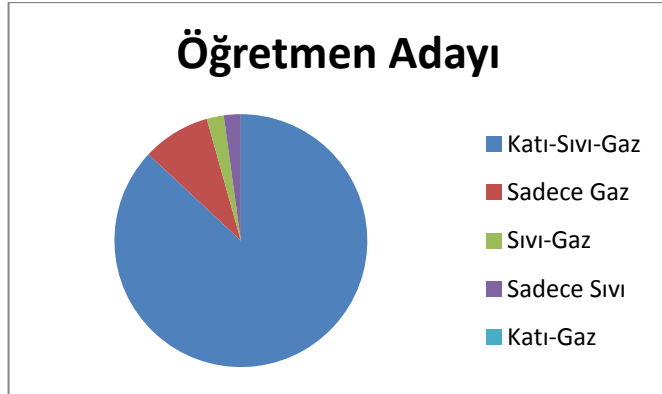
Şekil 4. 8.Katı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre ortaokul öğrencisi(örnek 81)



Şekil 4. 9.Sadece gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre (soldaki öğretmen adayı örnek 46, sağdaki ortaokul öğrencisi örnek 72)

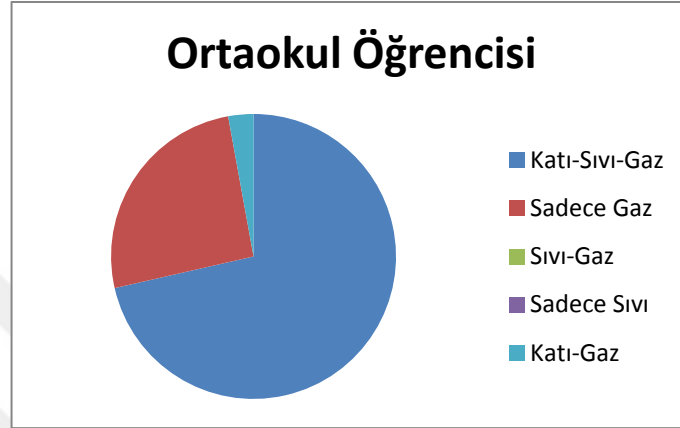


Şekil 4. 10.Sıvı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometre (öğretmen adayı örnek 41)



Şekil 4. 11.Öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular

Şekil 4.11. incelendiğinde katı-sıvı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçen termometrelerin 40, sadece gaz maddelerin sıcaklığını ölçen termometrelerin 4, sıvı-gaz ve sıvı maddelerin sıcaklığını ölçen termometrelerin ise birer adet olduğu görülmektedir. Buna karşın katı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometrelerin geliştirilemediği dikkat çekicidir.



Şekil 4.12 Ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin hangi maddelerin sıcaklığını ölçtüğü bölümüne ilişkin bulgular

Şekil 4.12. incelendiğinde katı-sıvı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçen termometrelerin 25, sadece gaz maddelerin sıcaklığını ölçen termometrelerin 9, katı-gaz maddelerin sıcaklığını ölçen termometrenin ise bir adet olduğu görülmektedir. Buna karşın sıvı-gaz ile sadece sıvı maddelerin sıcaklığını ölçebilen termometrelerin geliştirilemediği dikkat çekicidir.

4.4.4. Termometrenin tasarımı ve işlevselliği nasıl? alt bölümüne ilişkin bulgular

Geliştirilen termometrelerin tasarımı ve işlevselliği on ayrı madde ile ortaya konulmuştur. Bu maddeler; Termometrenin maliyeti düşük mü?, Termometre kolay kurulabiliyor mu?, Termometre kolay taşınabiliyor mu?, Termometreyi bağımsız bir kullanıcı kullanabilir mi?, Termometre ilgi çekici mi?, Termometrenin ilgiyi sürdürebiliyor mu?, Termometre sağlam ve dayanıklı mı?, Termometrenin kullanımı

kolay mı?, Termometrenin depolanması kolay mı? ve Termometrenin raf ömrü uzun mu? şeklindedir.

Çizelge 4. 7. Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometre hangi ilkeye göre tasarlanmış? bölümüne ilişkin bulgular

Madde	Frekans							
	Öğretmen Adayı				Ortaokul Öğrencisi			
	Evet		Hayır		Evet		Hayır	
f	%	f	%	f	%	f	%	
Termometrenin maliyeti düşük mü?	42	91,3	4	8,7	35	100	0	0
Termometre kolay kurulabiliyor mu?	45	98,8	1	2,2	35	100	0	0
Termometre kolay taşınabiliyor mu?	1	2,2	45	97,8	1	2,9	34	97,1
Termometreyi bağımsız bir kullanıcı kullanabilir mi?	45	97,8	1	2,2	35	100	0	0
Termometre ilgi çekici mi?	4	8,7	42	91,3	10	28,6	25	71,4
Termometrenin ilgiyi sürdürebiliyor mu?	4	8,7	42	91,3	10	28,6	25	71,4
Termometre sağlam ve dayanıklı mı?	5	10,9	41	81,1	10	28,6	25	71,4
Termometrenin kullanımı kolay mı?	46	100	0	0	35	100	0	0
Termometrenin depolanması kolay mı?	2	4,3	44	95,7	10	28,6	25	71,4
Termometrenin raf ömrü uzun mu?	4	8,7	42	91,3	2	5,7	33	94,3

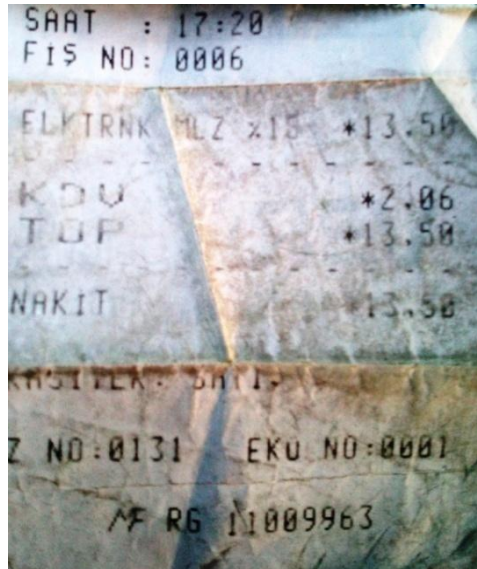
Termometre maliyetleri değerlendirilmesinde piyasada satılan termometre fiyatlarından yararlanılmıştır. Termometre fiyatları özellik, üretimi için ayrılan zaman, kalite, işçilik ve markasına göre 10 TL ile 350 TL arasında değişmektedir (şekil 4.15.). Bu çalışmada ortalama 50 TL üstünü maliyeti yüksek olarak değerlendirmede bulunduk. Gönüllü ortaokul öğrencilerinin tasarladığı termometrelerin tamamı yerel imkânlar ile bu koşulu sağlarken (şekil 4.14), gönüllü öğretmen adaylarından 4 tanesi (şekil 4.13) bu koşulu sağlamadığı görülmüştür. Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin maliyeti açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2= 3,202$ sd=1 p= 0,074).



Şekil 4. 13.Cam üfleme sanatçısı yardımı ile hazırlanan maliyeti yüksek termometre (gönüllü öğretmen adayı örnek 41)

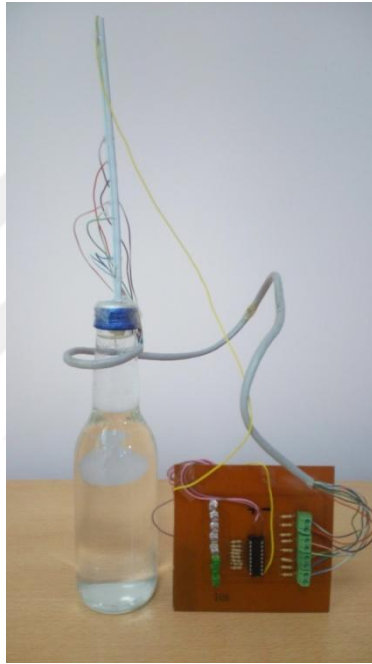


Şekil 4. 14.Maliyeti düşük termometre (gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 59)



Şekil 4. 15.Maliyeti düşük termometre fişi (ortaokul öğrencisi örnek 81)

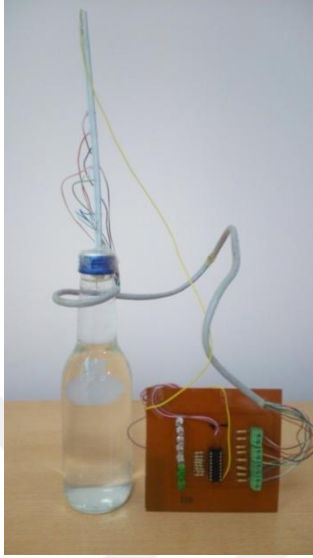
Kolay kurulabilme özelliği ile aranan kriter; termometre tasarlama ve kurgulanması aşamasında gereken zaman ve emek kolaylığıdır. Bu madde ile ilgili termometre özelliğinde, ortaokul öğrencilerinin tasarladıklarının 35 termometrenin tamamında herhangi bir zaman ve emek kaybı görülmezken, öğretmen adaylarının tasarladığı 46 termometreden bir tanesi (şekil 4.16.) bu özelliği taşımadığı tespit edilmiştir. Yapılan kikare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin kolay kurulabilme açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 0,770$ sd=1 p= 0,380).



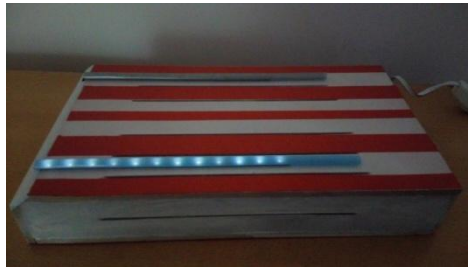
Şekil 4. 16.Kolay kurulamayan termometre (öğretmen adayı örnek 43)

Kolay taşınabilme ile ilgili aranan koşulda; termometrelerin hacim, kütle, boyut gibi özelliklerin yanı sıra termometreyi koruyucu bir dış yüzeyin bulundurması taşınma sırasında görebileceği muhtemel zararları engelleyecektir. Öğretmen adaylarının tasarladığı 46 termometreden bir tanesi (şekil 4.18.) ortaokul öğrencilerinin 35 termometreden ise 1 termometrede bu özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Hem öğretmen adayların hem de ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin büyük bir kısmında taşınabilme kolaylığı (şekil 4.17.) tasarımsal olarak göz önünde bulundurulmamıştır. Yapılan kikare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile

öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin kolay taşınabilme özelliği açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 0,039$ sd=1 p= 0,844).



Şekil 4. 17.Kolay taşınamayan termometre (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 43, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 73)



Şekil 4. 18.Kolay taşınabilen termometre (solda öğretmen adayı örnek 46 sağda ortaokul öğrencisi örnek 72)

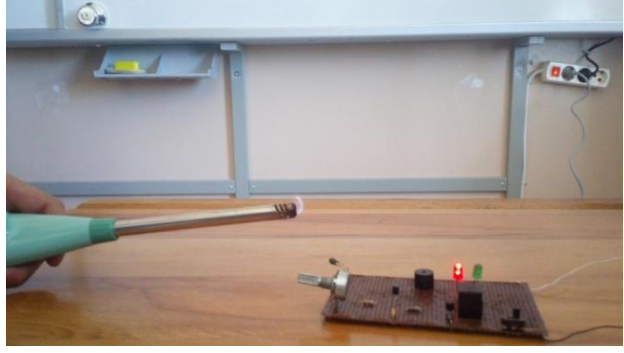
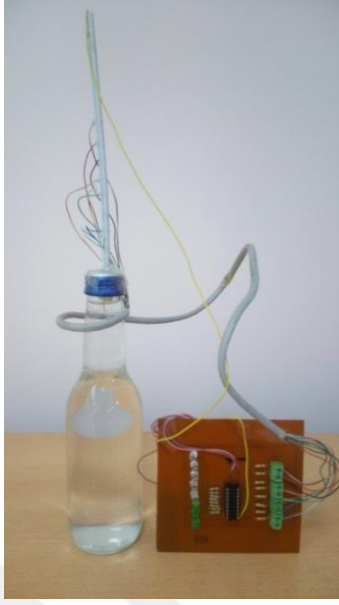
Termometrelerin okunması sırasında temel fen eğitimi alan bir kullanıcının sıcaklığı okuyabilmesi durumunda kriter sağlanmış olacaktır. Sıcaklık değeri termometreyi tasarlayan öğrenciden bilgi alarak okunuyorsa bu kriter karşılanmamış kabul edilmiştir. Bir başka deyişle sıcaklık değerini okuyabilmek için termometrelerin kullanım kılavuzuna ihtiyaç duyulması durumunda kriter sağlanmamıştır. Bağımsız

bir kullanıcı tarafından kullanılabilme özelliği ortaokul öğrencilerinin geliştirdiği tüm termometrelerde görülürken, öğretmen adaylarının geliştirdikleri bir termometrede (şekil 4.19.) bu özellik görülemedi. Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilme özelliği açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2 = 0,770$ sd=1 p= 0,380).



Şekil 4. 19. Öğretmen adayı (örnek 46)

Geliştirilen termometrelerde ilgiyi çekme ve ilgiyi sürdürebilmeye aranan nitelik kişide; çalışmasından yapımına kadar, kullanımından alternatif modellerinin üzerinde düşünmeye kadar merak duygusunu uyandırmak ve merak duygusunu sürdürebilmektir. Ayrıca ilgi çekici bir termometreyi farklı mekân ve koşullarda deneme isteği uyandırması ilgiyi sürdürebildiği şeklinde yorumlanmıştır. Bu özelliği sağlayan termometrelerdeki frekanslar; öğretmen adayları için 4, ortaokul öğrencilerinde 10'dur. Ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerde ilgiyi çekme ve ilgiyi sürdürebilme %28,6 ile öğretmen adaylarından (%8,7) daha iyi durumdadır (şekil 4.20.).Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin ilgiyi çekme ve ilgiyi sürdürme özelliği açısından anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($\chi^2 = 5,492$ sd=1 p= 0,019).



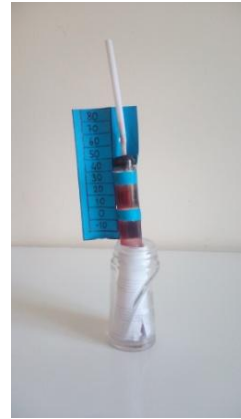
Şekil 4. 20.İlgi çeken ve ilgiyi sürdürebilen termometre (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 43, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 81)

Termometrelerde sağlam ve dayanıklılık maddesi ile farklı mekân ve kullanıcılarda birden çok ölçüm sonunda termometreden parça kopması, dağılması deforme olması gibi nedenlerle kullanılamaz hale gelmesi kastedilmiştir. Öğretmen adaylarında bu koşulu sağlayan 5 termometre (%10,9), ortaokul öğrencilerinde ise 10 termometre (%28,6) geliştirilmiştir. Her iki gönüllü grup içerisinde istenilen seviyede olmadığı söylenebilir. Yapılan kikare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin sağlamlık ve dayanıklılık özelliği açısından anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($\chi^2 = 4,128$ sd=1p= 0,042).



Şekil 4. 21.Sağlam ve dayanıklı termometreler (solda ortaokul öğrencisi örnek 72, sağda öğretmen adayı örnek 46)

Geliştirilen termometrelerin kullanıma hazırlanması, çoklu kullanımlar için ayrı çaba ve zaman sarf edilmesi durumunda; termometrelerin kullanım kolaylığını taşımadığı kanaatini oluşturur. Öğretmen adayları ile ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları tüm termometrelerin kullanımı için ayrı çaba ve zaman gerekmeksizin kolay olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifadeyle termometrenin kullanımı sırasında her hangi bir güçlükle karşılaşılmeden sıcaklık ölçülebilmektedir. Bununla birlikte ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının geliştirdikleri termometreler arasında kullanım kolaylığı açısından anlamlı fark olup olmadığı kıkare testi ile belirlenememiştir.



Şekil 4. 22.Kullanımı kolay termometreler (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 01, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 48)

Termometrelerin depolanma özelliği için aranan kriterde saklama koşullarındaki raf düzeni, sıcaklık, nem, ışık ve termometrenin geometrik şekli gibi özel koşullar

dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının tasarladığı 44 termometre ile gönüllü ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları 25 termometre bu koşulu sağlayamamıştır (şekil 4.23.). Ortaokul öğrencilerinin depolama özelliğini taşıyan termometreleri (%28,6) ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerden daha yüksek olduğu görülmüştür (şekil4.24.). Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin depolanma özelliği açısından anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($\chi^2 = 9,242$ sd=1 p=0,002).Raf ömrü depolanma kolaylığı ile paralellik göstermektedir.

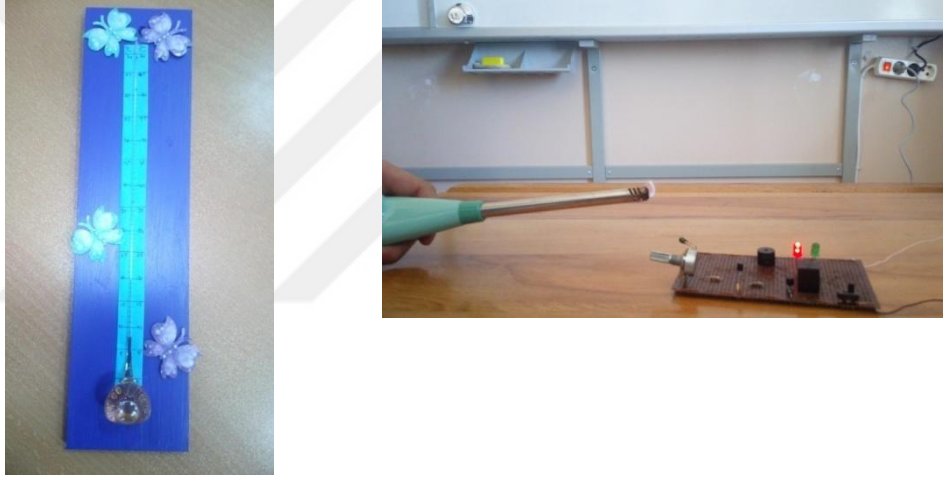


Şekil 4. 23. Depolanması kolay olmayan (solda gönüllü öğretmen adayı örnek 02, sağda gönüllü ortaokul öğrencisi örnek 60)



Şekil 4. 24. Depolanması kolay termometreler (solda öğretmen adayı örnek 46, sağda ortaokul öğrencisi örnek 72)

Termometrenin Tasarımı ve İşlevselliği Nasıl? bölümünde yer alan son madde ile geliştirilen termometrelerin raf ömrü değerlendirilmiştir. Tasarlanan termometreler 6 ay gibi bir sürede ölçüm yapabilme özelliğini kaybedenler bu özelliği taşımadığı; 6 ay sonunda bile doğru ölçüm yapıyorsa bu özelliği taşıdığı şeklinde değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının tasarladıkları 46 termometreden 4 tanesi ile ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları 35 termometreden 2 tanesi raf ömrü koşulunu sağlamıştır (şekil 4.25.). Yapılan kıkare testi sonucuna göre ise ortaokul öğrencileri ile öğretmen adaylarının tasarladıkları termometreler arasında, termometrenin raf ömrü özelliği açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir ($\chi^2=0,258$ sd=1 p= 0,612).



Şekil 4. 25.Raf ömrü uzun olan termometreler (solda öğretmen adayı örnek 41, sağda ortaokul öğrencisi örnek 81)

Çizelge 4.7. incelendiğinde “termometrenin kullanım kolaylığı” maddesinde öğretmen adayları ile ortaokul öğrencilerinin tamamında bu özellik görülmüştür. Termometrelerin kolay taşınabilme her iki gruptan birer örnekte görülmüştür. Çizelgede öğrenim düzeyleri ne kadar farklı olursa olsun, ortaokul öğrencilerinin geliştirdikleri termometreler, öğretmen adaylarının geliştirdiği termometrelerden daha başarılı olduğu görülmektedir. Her iki grupta da termometrenin maliyeti, kolay kurulabilirliği, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilmesi, ilgiyi çekmesi-sürdürebilmesi, sağlamlılık-dayanıklılık, depolanması maddelerinde ortaokul öğrencilerinin öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle

ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerin ilgiyi çekmede, sürdürmede, depolama, sağlam ve dayanıklılıkta daha yüksek olduğu dikkat çekicidir. Termometrelerin raf ömürleri maddesinde geliştirilen termometrelerin öğretmen adayları içerisinde 4 tanesinde (%8,7), ortaokul öğrencilerinin içerisinde ise 2 tanesinde (%5,7) bu özellik görülmektedir.



V. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular alan yazın ile karşılaştırılarak tartışılmış ve yorumlanmıştır. Sonrasında gelecekte planlanan araştırmalara ışık tutabilmek adına öneriler sunulmuştur.

5.1. Tartışma

Bu araştırmada sıcaklık ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramının sorgulanması neticesinde elde edilen bulgular tartışılmıştır. Bu başlık iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm hava sıcaklığının ölçülmesi etkinliği ile fen bilimleri öğretmen adayları ve ortaokul öğrencilerinde sıcaklık kavramına ilişkin ortaya çıkan çelişkiler değerlendirilmiştir. İkinci bölümde ise sıcaklığın madde üzerinde meydana getirdiği fiziksel parametrelere dayalı olarak ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları tarafından tasarlanan termometre ürünlerinin karşılaştırılması yer almaktadır.

5.1.1. Hava sıcaklığının termometre ile ölçülmesi sonucunda oluşan çelişkilere ilişkin tartışma

Ortaokul öğrencilerinin hava sıcaklığının ölçülmesi etkinliği ile çekici ve uyarıcı bir etki oluşturarak, sıcaklık kavramını sorgulamaları sağlanmıştır. Bu bölümde hava sıcaklığının ölçülmesi etkinliği ile Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına yönelik ön bilgileri ortaya çıkarılmış, benzerlik ve farklılıklar karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Sıcaklık kavramının sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak hareket edildiği için mevcut alanyazından farklı öğrenci görüşlerine rastlanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde

öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin sıcaklık kavramına ait ön bilgileri arasındaki farklar termometrenin kullanım şekli, hava sıcaklığının ölçüldüğü ortam ve termometrenin yapısı temalarında farklı kodlarla yer almaktadır.

Termometrenin kullanım şeklinde dik tutulma kodu altında yer alan çelişkiler şunlardır; yerçekimi, termometredeki sıvının yer değiştirmesi, termometrenin tüm yüzeyinin sıcaklığa karşı duyarlı olması ve güneş ışığını alışı açısı. Hava sıcaklığını ölçerken ortaokul öğrencileri tarafından termometreyi dik ve yatay tutmalarının nedeni; her iki durumda da sonucun değişip değişmediğini gözlemlemek olduğu ifade edilmiştir. Ölçme aracı olan termometreyi dik yada yatay tutmanın sorgulanması ile herhangi bir kavram çelişkisine yol açmadığı görülmüştür. Diğer taraftan fen bilgisi öğretmen adayları termometreyi dik tutmalarının nedenini yerçekimine, yatay tutulması durumunda termometre içerisinde yer alan sıvının farklı hareket edeceğine, termometre ile teması en aza indirme ve güneş ışınlarının geliş açılarına bağladıkları görülmüştür. Böyle bir çelişkinin ortaya çıkması bazı hassas kavramların özellikle sıcaklık, ısı, enerji ve yerçekimi konularda ön bilgilerden kaynaklandığı düşünülebilir (Karakuyu, 2006). Çalışmanın bu sonucu bize; öğrencinin mevcut çatısına gelen yeni bir kavram, bu çatının sınırları içerisinde ilgili kavramın öğrenilmesine etki eden kritik bariyer şeklinde kavramlar olabileceğini göstermektedir. Örneğin ısı ve sıcaklık ile ilgili kritik bariyerlerin içerisinde kütle çekim kuvvetinin yer almasıdır (Çekiç,2004).

Fen bilgisi öğretmen adaylarında termometrenin kullanım şekli temasında yer alan termometreyi yalıtkan bir madde ile asma ve termometreyi yatay tutma kodu ortaokul öğrencilerinde yer almamıştır. Diğer taraftan araştırmanın bulgularında yer alan termometrenin kullanım şekli temasında, havanın sıcaklığını ölçme işlemini birden çok ölçüm yapma ve farklı termometreler kullanma kodları ortaokul öğrencilerinde yer alırken fen bilgisi öğretmen adaylarında yer almamaktadır. Ortaokul öğrencilerinin birden çok ölçüm yapma ve farklı termometreler kullanma nedenlerini ölçüm sonucundan emin olabilmek şeklinde tanımlamışlardır. Bu sonuç Yürümezoğlu ve Oğuz (2009)'un çalışmasında yer aldığı gibi çocukların yetişkinlere göre daha az bilimsel bilgi ile daha nitelikli/sade akıl yürütebildiklerini, sistemli ve değişkenli düşünmeyi deney sırasında elemine edebilmeyi başatabildiklerini göstermektedir.

Havanın sıcaklığının ölçüldüğü ortam temasında, termometrenin yerden yüksekliği ve önce gölge sonra güneşli ortamda ölçüm yapılarak ortalamanın alınması kodları fen bilgisi öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri için ortaktır. Benzer şekilde Korkmaz ve Kaptan (2002)'in çalışmasında da öğrenciler güneşin sıcaklık yaydığını veya sıcaklığın bir enerji çeşidi/şekli (Korkmaz ve Kaptan,2002; Bayram,2010) olduğu ifade edilmiştir. Diğer taraftan rüzgar kodu sadece öğretmen adaylarında görülmektedir. Bu durum bilimsel süreç becerilerinde yer alan değişkenleri belirleme, değişkenleri değiştirme ve kontrol etmenin önemini tartışmasız ortaya koymaktadır. Ateş (2005)'in çalışmasında belirttiği gibi; bilimsel bir çalışmada önemli bir yere sahip olan değişkenleri belirleme ve kontrol etme konusunda kullanılan bağımlı-bağımsız değişkenlerin önemini ortaya çıkarmıştır. Bir başka ifade ile çalışma sonucunu etkileyecek veya etkilemesi muhtemel diğer bütün değişkenlerin tespit edilmesinin önemini ortaya çıkarmıştır.

Termometrenin yapısı temasında termometrede kullanılan sıvının türü kodu yoğunlaşmıştır. Ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmen adaylarında termometredeki sıvının cıva yada alkol olması gerekliliğini; daha hassas ölçüm yapabilmeleri şeklinde açıklamışlardır. Ortaokul öğrencilerinin suyu kullanmama nedeni olarak suyun donduğunda hacminin artması şeklinde ifadelendirmiştir. Aynı soruya fen bilgisi öğretmen adaylarının geliştirdiği açıklamada; su kullanılması durumunda termometrenin boyunun uzamasına neden olacağını ifade ederek termometre yapısını basınçla ilişkilendirmiştir. Öğretmen adaylarının eğitim yaşantılarının ilk dönemlerinde suyun deniz seviyesinde kaynama noktasının değişimi açık hava basıncı ile açıklanmıştır. Ancak bu durum öğrencilerin sıcaklık ve basınç kavramlarını birbiri ile ilişkilendirerek açıklamaya çalışmalarına yol açmış olabilir. Günümüz ortaokul öğrencilerinde ise deniz seviyesinde suyun kaynama sıcaklığı 100⁰C olarak belirtilmekte ve basınç ifadesi kullanılmamaktadır. Bu nedenle ortaokul öğrencileri basınç ve sıcaklık kavramlarını ilişkilendirmeden akıl yürütebilmektedirler. Bilgi edinimi önceden var olan kavramlarla (Oğuz, 2007) başladığı düşünülürse bu ilişkilendirme Yağbasan ve Gülçiçek (2003)'in ifade ettiği gibi; öğrencilerin formal fen derslerine katılmadan önceki bilgi birikimleri ve olguları algılama şekillerinin önemini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, sıcaklığın nasıl ölçülebildiğinden yola çıkarak sıcaklık kavramının tanımlanabileceği; bunun için de sıcaklığın maddenin fiziksel durumlarına bağlı olduğu öğrencilerce bir etkinlik dâhilinde denenmiştir. Farklı türde termometrelerin dayandığı çalışma prensibi; sıcaklığın sıvının genleşmesini sağladığı, sabit basınçtaki gazın hacim değişikliği ve bir iletkenin elektrik direncinin değişimi gibi fiziksel parametreler öğrencilerce gözlenmiştir. Benzer şekilde, Young, Freedman ve Ford (2008)'a göre sıcaklık, maddeye ait moleküllerin kinetik enerjisine bağlıdır. Bu durum sıcaklık kavramını ısı ile karmaşık bir ilişki içerisine sokmaktadır. Bu yüzden sıcaklığı açıklamak için iyi bir giriş olmayacaktır. Sıcaklık ve ısı moleküler düzeye inilmeden de tanımlanabilir. Çünkü sıcaklık maddenin fiziksel durumuna bağlıdır. Buna karşın Radtka (2013) çalışmasında; 1950li yıllarda İngiltere'de yayımlanan ders kitaplarında ısının biyolojik yapılanmasını da içermektedir (sıcakkanlı ve soğukkanlı hayvanlar arasındaki farklar, kışın sıcaklığı koruma stratejileri gibi). 21. yüzyıl İngiliz ders kitaplarında ısı ile ilgili çalışmalara özel bir bölüm ayırmaktadır. Ayrıca sıcaklığında yer aldığı ve maddenin parçacık modelini içeren bölümler yer almaktadır.

5.1.2. Tasarlanan termometrelerin niteliklerine ilişkin tartışma

Dorris (1991)'e göre öğrencilerin bilimsel kavramları anlama ve kullanma becerilerini anlamak için öğrenci etkinlikleri birçok açıdan incelenmesi gerekir. Bu açıdan öğrencilerin bilimsel deneyimlerine bakış açıları gözlemlenmelidir (Akt: Korkmaz ve Kaptan, 2002). Bu açıdan araştırmada ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmen adaylarının tasarladıkları ürünler değerlendirilmiştir.

Ortaokul öğrencilerinin tasarladığı termometrelerde termometre değerlendirme formunda; ölçüm aralığı, hassasiyet, hata payı ve doğru ölçüm yapma kriterlerinde öğretmen adaylarına göre anlamlı fark olmamasına rağmen daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu durum Yürümezoğlu ve Oğuz (2009)'un belirttiği gibi sorgulama temelli bilim eğitimi çerçevesinde işlenen derslerde etkinlikler doğru bir rehberlik ile yüksek katılımcı ortamlarda yapıldığında çocukların en az yetişkinler kadar başarı gösterdikleri daha az zihinsel karmaşalara maruz kaldığı ifadesi ile örtüşmektedir. Bir başka çalışmada Korkmaz ve Kaptan (2002), bilimsel kavramları

anlama ve kullanma açısından öğrenci ürünleri incelendiğinde ilköğretim öğrencilerin bilimsel kavramları yansıtarak ürün geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

Termometre değerlendirme ölçeğinin, “*Termometre Hangi İlkeye Göre Tasarlanmış*” alt bölümünde yer alan bulgularda; fen bilgisi öğretmen adaylarının tasarladıkları termometrelerinin tamamı sıvıların hacim değişimi ilkesine göre oluşturulmuştur. Buna karşın ortaokul öğrencilerinin tasarladıkları termometrelerde sıvıların hacim değişimi ilkesinin dışında sabit basınçtaki bir gazın hacim değişikliği ile bir iletken elektrik direncinin değişimi ilkelerine dayanan ürünlerde oluşturulmuştur. Yürümezoğlu ve Oğuz (2009)’un çocukların daha az bilimsel bilgi ile daha iyi akıl yürütmeleri, sistemli ve değişkenleri elemine edebilmeyi öğretmen adaylarına göre daha iyi oldukları ifadeleri ile örtüşmektedir.

Termometrenin Tasarımı ve İşlevselliği alt bölümünde yer alan termometrenin kullanım kolaylığı kriteri hariç diğer kriterlerde veriler farklılaşmaktadır. Termometrenin maliyeti, kolay kurulabilmesi ile taşınabilmesi, termometrenin bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanabilme ve raf ömürleri kriterleri açısından ortaokul öğrencileri fen bilgisi öğretmen adaylarından daha iyi durumdadır. Termometrenin ilgiyi çekmesi, sürdürmesi, sağlam ve dayanıklılık ile depolanma özellikleri kriterleri açısından ortaokul öğrencileri lehine anlamlı fark tespit edilmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamları, öğrencilerin fen ve teknoloji okuyuları olabilmeleri için, araştırma süreçlerine uygun olarak düşünmeyi öğrenebilmeleri ve bu süreçlere ilişkin davranış geliştirebilmeleri noktasında gerekli olabilecek her türlü alt yapıya sahiptir (Duban, 2008). Çocuklar, çevrelerine meraklı gözlerle bakan küçük birer bilim adamı gibidirler. Çevrelerine ilgi duyarlar, gözlemledikleri olayların nedenlerini merak ederler ve bunlara anlam vermeye çalışırlar. Bu çabalar neticesinde, çeşitli düşünceler üretir (Laçın-Şimşek ve Tezcan, 2008) olmaları bu farkı açıklayabilir. Oğuz (2007)’ye göre bilginin edinimi önceden var olan kavramlar ile başlaması varsayımı ortaokul öğrencileri ile öğretmen adayları arasındaki farkta etkili olduğunu düşündürebilir.

5.2. Sonuç

Isı ve sıcaklık kavramları bilimsel çalışmalarda oldukça üzerinde durulan kavramlar arasında yer almaktadır. Bu araştırmada Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi (STBE) çerçevesinde sıcaklık kavramını içeren dersler yapılmıştır. Uygulama bitiminden bir ay sonra, sıcaklık kavramına ilişkin gönüllü öğrenciler tarafından geliştirilen termometreler değerlendirilmiştir. Araştırmada ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramına ait bilgilerinin düzeyleri nedir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Bu amaçla önce öğrencilere “Şu anda havanın sıcaklığı nedir? Nasıl ölçeriz?” sorusu yöneltilerek termometreler dağıtılmış ve hiçbir yönlendirme ve ek bilgi verilmeksizin hava sıcaklığını ölçmeleri ve sonuçlar ile birlikte çalışma yapraklarına bu süreci özetlemeleri istenmiştir. Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi gereği öğretmen, hava sıcaklığı ölçümü problemine ilişkin öğrencilerin kendi çözüm yöntemlerini geliştirmelerini beklemiştir. 2-3 kişilik gruplara ayrılan öğrenciler dağıtılan termometreler ile havanın sıcaklığını ölçmüşlerdir. İkinci aşamada gruplar hava sıcaklığına ilişkin bir ölçüm sonucuna varmaya çalışarak; ölçme ve sıcaklığa ilişkin bilgi, beceri ve davranışlarını ortaya çıkarmayı hedefleyen sorular sorulmuştur. Öğrencilerin kendi aralarındaki tartışmaları, sıcaklık ölçümü yaparken izledikleri yöntemler ve mevcut bilgiler not edilmiştir. Etkinliğin sonunda gruplar sonuçlarını sınıf ile paylaşarak, sınıfta tartışma ortamı oluşturulmuştur. Çalışmanın üçüncü aşamasında iki buz etkinliği ve John Locke etkinliklerine yer verilmiştir.

Farklı türlerde termometre etkinliğinde sıcaklık ölçme aracı termometrenin gerçekte ne olduğunu ve hangi prensibe göre çalıştığı sorgulanmıştır. STBE çerçevesinde verilen eğitimin son aşamasında termometre tasarım etkinliğine geçilerek öğrencilerden edindikleri bilgiler neticesinde termometre tasarımları istenmiştir. Tasarlanan termometreler Oğuz-Ünver (2015) tarafından geliştirilen termometre değerlendirme formu ile üç uzman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiş ve puanlanmıştır. Araştırma sonucunda oluşan çıktılar şunlardır;

Sıcaklık kavramına ilişkin bu çalışmada öğretmen adaylarının en çok termometrenin kullanım şekli, hava sıcaklığının ölçüldüğü ortam ve termometrenin yapısı

temalarında verdikleri cevaplarda çelişkiler görülmüştür. Bu çelişkiler termometrenin kullanım şekli temasında; termometreyi yalıtkan bir madde ile asarak sabitlemek ve termometreyi yatay tutmak kodunda yoğunlaşmıştır. Termometreyi yalıtkan bir madde ile asarak sabitlemenin nedenini yerçekimine bağladıkları görülmüştür. Yine aynı temada yer alan yatay tutma durumunu güneş ışıklarının geliş açısına bağladıklarını ifade ederek önceki öğrenim hayatlarında edindikleri bilgileri termometrenin kullanım temasına uyarlamakta yanılgıya düşmüşlerdir. Hava sıcaklığının ölçüldüğü ortam temasında yer alan rüzgar kodu ile termometrenin yapısı temasında yer alan termometrede kullanılan sıvının rengi kodu ortaokul öğrencilerinde yer almadığı görülmüştür. Bu sonuçlar bize termometreyi kullanırken, hava sıcaklığının hangi ortamlarda ölçülmesi gerektiğinden ve termometrenin yapısı ile ilgili kavramları anlamada öğretmen adayları ortaokul öğrencilerine göre daha çok zorlandığını göstermiştir.

Ortaokul öğrencilerinin termometrenin kullanım şekli temasında; birden çok ölçüm yapması, farklı termometre kullanması yada sonuçlarını arkadaşları ile karşılaştırması sorgulama temelli bilim eğitiminin çocukların üzerinde kavram çelişkilerini azalttığını ortaya çıkarmıştır. Bir diğer ifade ile sıcaklık kavramının ısı kavramından bağımsız sorgulama temelli bilim eğitimi ile sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak anlatılması, çocuklarda sıcaklığın öğretimi açısından kavram çelişkilerini önleyebileceğini göstermiştir. Çocukların, öğretmen adaylarına göre ön bilgilerinin daha kısıtlı olması nedeni ile kavramlara ön yargılı yaklaşmadıkları, çocukların doğası gereği öğrenmeye ve sorgulamaya daha yatkın oldukları için kavramları sorgulayarak öğrenmeye yetişkinlere göre daha yatkın olduğu düşünülebilir.

Sorgulama Temelli Bilim Eğitimi sonucunda öğrencilerin oluşturdukları termometreler değerlendirildiğinde termometre gerçeğe ne kadar yakın alt bölümünde ölçüm aralığı, hassasiyeti, hata payı ve doğru ölçüm yapma oranı maddelerinde ortaokul öğrencileri, öğretmen adaylarına göre daha iyi durumdadır. Ancak aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu durum çocukların, yetişkinlere göre termometre ürünlerini gerçeğe daha yakın tasarladıklarını göstermektedir. Değerlendirme formun üçüncü bölümü *Termometre Hangi*

Maddelerin Sıcaklığını Ölçer alt bölümünde yetişkinler ile çocuklar arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür.

Değerlendirme formun ikinci bölümü olan *Termometre Hangi İlkeye Göre Tasarlanmış* alt bölümünde çocukların tasarladıkları ürünler 3 ayrı çeşit iken yetişkinler tek çeşit ürün tasarlamışlardır. Değerlendirme formun dördüncü bölümü olan *Termometrenin Tasarımı ve İşlevselliği Nasıl* bölümünde yer alan termometrenin maliyeti, kolay kurulabilirliği, bağımsız bir kullanıcı tarafından kullanılabilmesi, ilgiyi çekmesi-sürdürebilmesi, sağlamlılık-dayanıklılık, depolanması maddelerinde ortaokul öğrencilerinin öğretmen adaylarına göre daha yüksek oranda başarılı oldukları görülmüştür. Bu sonuç STBE sonucunda çocukların yetişkinlere göre ürün oluştururken yaratıcılıklarının daha çeşitli olduğu gözlenmiştir.

Öğrenilen bilgilerin bir ürüne dönüştürülmesi kavram çelişkilerini azaltmıştır. Bu nedenle öğrencilerde görülen kavram çelişkileri ile mücadelede sonuç odaklı değerlendirmeden ziyade süreç odaklı değerlendirmenin önemi bir kere daha kendini göstermiştir. Çocukların doğası gereği STBE'ne daha yatkın olması, yetişkinlerin önceki bilgi ve görgülerinin öğretim sürecine daha çok müdahil olması, şekil 5.1. gibi bir görselle defalarca karşı karşıya kalan yetişkinlerin bu kavramları çocuklara göre daha çok birbirine karıştırması STBE'nde çocukların, yetişkinlere göre daha başarılı olmasına neden olduğunu gösterir niteliği bu tezin sonuçlarını desteklemektedir.



Şekil 5. 1.İsı ve sıcaklık

İnsanlara futbol oyunun tüm kurallarını öğretebilirsiniz. Oyunun kurallarını öğrenen herkes profesyonel futbolcu olamaz. Profesyonel olanlar futbola oyun bilgisiyle beraber beceri ve duygusunu da katar. Aynı şekilde öğrenciler sıcaklık ile ilgili bilgisi ile beraber gerekli beceri ve duyguya sahip olmadıkça STBE amacına tam olarak ulaşamaz. Sonuç olarak STBE öğretmen adayları ile ortaokul 5.,6.,7. ve 8. sınıf öğrencilerinde sıcaklık kavramının ısı kavramından bağımsız sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak ön bilgileri ve ürünleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın kendi sınırlılıkları çerçevesinde STBE ile çocukların yetişkinlere göre daha az kavram çelişkisine düştükleri ve tasarladıkları ürünlerin daha başarılı oldukları görülmüştür.

5.3. Öneriler

Bu çalışma Ortaokul öğrencileri ile fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin sıcaklığın ölçümünden yola çıkarak sıcaklık kavramına ait bilgilerinin düzeyleri nedir? sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında aşağıda araştırmacının geliştirdiği öneriler yer almaktadır.

1. Çalışmanın farklı katılımcılar ile de gerçekleştirilmesi.
2. Çalışmanın kütle-ağılık, elektrik, ses, ışık, sıvıların kaldırma kuvveti gibi diğer fen bilimleri konularına da uyarlanması.
3. Fen Bilimleri'nde yer alan farklı konulara ait ürün değerlendirme araçlarının geliştirilebilmesi.
4. STBE'nin Türkçe, matematik, sosyal bilimler gibi diğer disiplinlere uyarlanabilir.
5. Termometre temalı bilim şenliklerinin geliştirilebilmesi.
6. Fen bilimlerinde kullanılan ölçme araçlarına yönelik ürün sergilerinin düzenlenebilmesi.

KAYNAKÇA

- Agalday, M., Akçam, H. K., İpek, İ. ve Kablan, F. (2014). *İlköğretim 4 Fen ve Teknoloji Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı 1. Kitap*, Leblebicioğlu, G. (Ed.) 5. Baskı, Ankara: MEB.
- Altın, M. (2010). *Hassas Sıcaklık Ölçümünde Ölçüm Belirsizliği İçin Farklı Modellemeler ve Deneysel Karşılaştırmalar*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Ateş, S. (2005). Öğretmen Adaylarının Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Yeteneklerinin Geliştirilmesi. *G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(2), 21-39.
- Aydın, Z. (2007). *Isı ve Sıcaklık Konusunda Rastlanan Kavram Yanılgıları ve Bu Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarının Kullanılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Van.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Başer, M. (2006). Fostering Conceptual Change by Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Eurasia J. Math. Sci. &Tech. Ed*, 2(2), 96-114.
- Başer, M. ve Geban, Ö. (2007). Effectiveness of Conceptual Change Instruction on Understanding of Heat and Temperature Concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(1), 115-133.
- Başer, M. ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram Değişimi Yöntemine Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Yanlış Kavramlarının Giderilmesindeki Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Bayram, A. (2010). *Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersi "Isı ve Sıcaklık" Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarını Gidermede Etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Konya.
- Bayram, G. ve Kibar, F. S. (2014). *Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf*, Karaca, Ö. (Ed.), Ankara: Sevgi Yayınları.
- Bolat, M., Aydoğdu, Y. ve Evgi, İ. (2013). *Ortaöğretim Fizik 9 Ders Kitabı*. Ankara: Mega Yayıncılık.
- Buluş Kırıkkaya, E. ve Güllü, D. (2008). İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı - Sıcaklık ve Buharlaştırma - Kaynama Konularındaki Kavram Yanılgıları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.

- Bybee, R. W. (2006). Scientific Inquiry And Science Teaching. In *Scientific Inquiry And Nature Of Science* (pp. 1-14). Netherlands: Springer.
- Challoner, J. (2005). *Popüler Bilim Kitapları Başvuru Kitaplığı Fizik*, 9. Baskı, Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Challoner, J. (2006). *Popüler Bilim Kitapları Başvuru Kitaplığı Kimya*, 8. Baskı, Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Çekiç, S. (2004). *Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Hakkında Kavram Geliştirme Süreçlerinin İncelenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Çengel, Y. A. ve Boles, M. A. (2008). *Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla*, 5. Baskı, Pınarbaşı, A. (Çev. Ed.) İzmir: Güven Bilimsel.
- Çepni, S., Ayvacı, H. Ş. ve Çil, E. (2012). *Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları 8.Sınıf*, 1. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Damlı, V. (2011). *Kavramsal Değişim Yaklaşımına Dayalı Web Tabanlı Etkileşimli Öğretimin Üniversite Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Demirci, M. P. ve Sarıkaya, M. (2004, Temmuz). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Yanılgıların Giderilmesinde Yapısalcı Kuramın Etkisi*, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı'nda sunulmuştur, Malatya.
- Demirci, M. P. (2003). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların İyileştirilmesinde Yapısalcı Kuramın Etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Doris, E. (1991) *Doing What Scientist Do. Children Learn To Investigate Their World*, Portsmouth: Heinemann Educational Books.
- Duban, N. (2008). İlköğretim Fen Öğretiminde Niçin Sorgulamaya Dayalı Öğrenme? (ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/155.doc), (Erişim Tarihi: 09 Mayıs 2016).
- Erickson, G. L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. *Science Education*, 63(2), 221-230.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002, Eylül). Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 16-18 Eylül 2002, Ankara, Cilt:1 ,110 Online erişim www.metu.edu.tr/~eryilmaz/TamUcBaglant.pdf Erişim 21.12.2014.
- Gönen, S., ve Akgün, A., (2005). Isı Ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki İle İlgili Olarak Geliştirilen Çalışma Yapağının Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3 (11), 92-106.

- Güler, N. (2005). *Ortaöğretimde Isı, Sıcaklık, Genleşme ve Elektrik Akımı Konularının Deney Yöntemi İle Anlatımının Kavram Yanılgılarını Gidermeye Etkisinin Araştırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Isparta.
- Gümüş, S., Öner, F., Kara, M., Orbay, M. ve Yaman, S., (2003). Isı ve Sıcaklık Üzerine Kavram Yanılgıları. *Milli Eğitim Dergisi*, 157.
- Gürbüz, F. (2008). *İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisinin Araştırılması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Erzurum.
- Gürdal Kazancıoğlu, H. (2008). *İlköğretim 5. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi, Maddenin Değişimi ve Tanınması Ünitesinde Öğrencilerde Oluşan Kavram Yanılgılarının Tespitinde İki Aşamalı Soruların Kullanılabilirliği Üzerine Bir Araştırma*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Manisa.
- Halliday, D. ve Resnick, R. (1997). *Fiziğin Temelleri I*, Yalçın, C. (Çev.), Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J. ve Treagust, D. F. (1999). Investigating a Grade 11 Student's Evolving Conceptions of Heat and Temperature. *Journal Of Research In Science Teaching*, 36(1), 55-87.
- İnal, A. (2003). *Lise 1. Sınıftaki Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Yanlış Kavramlarının Belirlenmesi ve Yapılandırmacı Yaklaşımın Yanlış Kavramların Giderilmesi Üzerindeki Etkisi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Jara-Guerrero S. (1993). *Misconceptions on Heat and Temperature*. The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, *Misconceptions Trust*: Ithaca, NY.
- Jones, J. B. ve Dugan, R. E. (2003). *Mühendislik Termodinamiği*, Atılgan, H. (Çev.) 1. Baskı, Kırklareli: Beta Yayıncılık.
- Jones, M. G., Childers, G., Emig, B., Chevrier, J., Tan, H., Stevens, V. ve List, J. (2014). The Efficacy of Haptic Simulations to Teach Students with Visual Impairments About Temperature and Pressure. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, January-February, 55-61.
- Kalem, R., ve Çallica, H. (2001). Orta-2, Lise-1 ve Üniversite-1. Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusu İle İlgili Kavram Yanılgılarının İncelenmesi. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, ss. 260-265.
- Kaptan, F., ve Korkmaz, H. (2001). *İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi. İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı Modül 7*, Ankara: MEB.
- Karakuyu, Y. (2006). *Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Öğreniminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Isparta.

- Karakuyu, Y., Uzunkavak, M., Tortop, H.S., Bezir, N.Ç. ve Özek, N. (2009). Sandıklı - Çevresi Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık İle İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 149-162.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Keser, A. (2007). *Afyonkarahisar İl Merkezindeki 9.Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Afyonkarahisar.
- Kesidou, S ve Duit, R. (1993). Student' conceptions of these condlaw of thermodynamics an interpretative study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1): 85-106.
- Keskin Özer, M., Kaşker Özkan, Ş. ve Uysal, M. (2014). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı 41. Kitap*, Suzan, M. (Ed), Ankara: Doku Yayıncılık.
- Kırtak, V. N. (2010). *Fizik, Kimya ve Biyoloji Öğretmen Adaylarının Termodinamik Yasalarını Günlük Hayatla ve Çevre Sorunları İle İlişkilendirme Düzeyleri*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; Balıkesir.
- Kocakulah, M., ve Kocakulah, A. (2002, Eylül). Orta Öğretim Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklıkla İlgili Kavramsal Yapıları, , V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 1,124 Online erişim http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t124DD.pdf Erişim 21.12.2014.
- Komisyon, (2014a). *Ortaokul Fen Bilimleri 5. Sınıf 1.Kitap*, 2. Baskı, Ankara: MEB.
- Komisyon, (2014b). *Ortaöğretim Fizik 9. Sınıf*, 1. Baskı, Ankara: MEB.
- Korkmaz, H. ve Kaptan, F. (2002). Fen Öğretiminde Öğrencilerin Gelişimini değerlendirmek için Portfolyo kullanımı üzerine bir inceleme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 167-176.
- Kurnaz, M.A., Değirmenci, A., Kalyoncu, A., Pektaş, E., Bayraktar, G., Aydın, U. ve Moradaoğlu, Y. (2014). *Ortaöğretim Fizik 11 Ders Kitabı*, 5. Baskı. Çepni, S. (Ed), Ankara: MEB.
- Laçin- Şimşek, C. ve Tezcan, R. (2008). Çocukların Fen Kavramlarıyla İlgili Düşüncelerinin Gelişimini Etkileyen Faktörler. *İlköğretim Online*, 7(3), 569-577.
- Maral, Ş. (2010). *Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Bilim Eğitiminde Ölçme Becerilerinin İncelenmesi ve Deneysel Etkinlikler İle Geliştirilmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Muğla.
- McCue, G., Gossner, S.D., Loomis, H. B., McDonald, J. ve Osmundsen, S. (1970). *Enerji*, İstanbul:Time Inc,

- Mert S. (2002). *Isı ve Sıcaklık Konusunun İlköğretim Fen Bilgisi Derslerindeki Anlaşılma Düzeyinin ve Oluşan Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.
- Moran, M.J., Shapiro, H.N., Boettner, D.D. ve Bailey, M.B. (2010). *Fundamentals of engineering thermodynamics*. U.S.A.: John Wiley&Sons.
- Oğuz, A. (2007). Teoriden Pratiğe Örneklerle Fen Kavramlarının Oluşumuna Ait Kuramlara Bir Bakış. *Eğitim Bilim Toplum Dergisi*, 19(5), 26-51.
- Oğuz-Ünver, A. (2015). Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulama İlişkisi, Yenice, N. (Ed.), *Bilimin Doğası Gelişimi ve Öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Oğuz-Ünver, A. ve Yürümezoğlu, K. (2009). A Teaching Strategy for Developing the Power of Observation in Science Education. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 105-119.
- Ongun, E. (2006). *Üniversite Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları İle Motivasyon ve Bilişsel Stilleri Arasındaki İlişki*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü: Bolu.
- Öcal, C. (2014). *Ortaokul Fen Bilimleri 6. Sınıf*, Özdoğan, H. (Ed.), İstanbul: Fenbil Yayıncılık.
- ÖnerSünkür, M., İlhan, M. ve Sünkür, M. (2013). Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Tahmin Et-Gözle-Açıkla (TGA) Yönteminin Etkisi. *JASSS*, 6(4), 519-534.
- Radtko, C. (2013). Temperature in Science Textbooks: Changes and Trends in Cross-National Perspective (1950–2000). *Sci&Educ*, 22, 847–866. DOI:10.1007/s11191-012-9533-x.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting In a Constructivist High School Physics Laboratory. *Journal of Research In Science Teaching*, 31(2) : 197-223.
- Sarı-Ay, Ö. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi 'Maddenin Halleri ve Isı' Ünitesinde Belirlenen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavramsal Değişim Metinleri Kullanımının Etkisi ve Öğrenci Görüşleri*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü: Ankara.
- Sears, F. W ve Salinger, G. L. (2002). *Termodinamik Kinetik Kuram ve İstatistik Termodinamik*, Ünal, N. (Çev), 1. Baskı, İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Senemoğlu, N. (2009). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya*, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Serway, R. A. (1995). *Serway Fen ve Mühendislik için Fizik*, (Çolakoğlu, K. (Çev. Edt), 3. Baskı, Ankara: Palme Yayıncılık

- Taşlıdere, E., Korur, F. ve Eryılmaz, A (2012, Haziran). Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Sorularla Farklı Bir Şekilde Değerlendirilmesi, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Online erişim http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2312-29_05_2012-14_14_13.pdfErişim: 21.12.2014.
- TDK, Türk Dil Kurumu, Erişim tarihi 14 Temmuz 2016, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bilimsanat&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5787944293db82.31613116
- Thomaz, M. F., Malaquias, I. M., Valente, M. C., ve Antunes, M. J.(1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*. 30, 19-26.
- Tiberghien, A. (2000). Heat&Temperature. *Children's Ideas in Science*, 52-84.
- TTKB, (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 4. ve 5. Sınıflar Öğretim Programı*, Ankara: MEB Yayınları.
- TTKB, (2006). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara: MEB Yayınları.
- TTKB, (2013). *İlköğretim Kurumları (ilkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*, Ankara: MEB Yayınları.
- Turgut, Ü. ve Gürbüz, F. (2011). Isı ve Sıcaklık Konusunda 5e Modeliyle Öğretimin Öğrencilerdeki Kavramsal Değişime ve Onların Tutumlarına Etkisi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 3(2), 679-706.
- Uzoğlu, M. ve Gürbüz, F. (2013). Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde Öğrenme Amaçlı Mektup Yazma Aktivitesinin Kullanılması, *JASSS*, 6(4), 501-517.
- Ünver, E. (2014). *İlköğretim Fen ve Teknoloji 8 Ders Kitabı*, Ankara: Dikey Yayıncılık.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yavuz, S. ve Büyükeksi, C. (2011). Kavram Karikatürlerinin Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.
- Yeşilyurt, M. (2006). Lise Öğrencilerinin ısı ve Sıcaklık Kavramları İle İlgili Düşünceleri. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 1-24.
- Yıldırım , A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, T. (2005). *Lise 2. Sınıftaki Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Yanlış Kavramlarının Belirlenmesi ve Yapılandırmacı Yaklaşımın Yanlış Kavramların Giderilmesi Üzerine Etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.

- Young, H.D.,Freedman, R.A. ve Ford, A.L. (2008). *Sears ve Zemansky'ın Üniversite Fiziği*, Ünlü, H. (Çev.), 12. Baskı, İstanbul: Pearson Education Yayıncılık.
- Yumuşak, A.,Türkoğuz, S., Aycan, Ş. ve Aycan, N. (2004). Bazı Temel Fen Kavramlarının Öğretimindeki Yetersizlikler ve Nedenleri (Manisa Örneği). *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 312, 38-46.
- Yürümezoğlu, K. ve Oğuz, A. (2007). Bilim Eğitiminde Gözlemin Önceliği: Duyularımınla Gözlemliyorum. *1. Ulusal İlköğretim Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yürümezoğlu, K. ve Oğuz, A. (2009). Hipotez Test Sürecinde Çocukların ve Yetişkinlerin Bilişsel Düşünme Eğilimleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 340-350.



EKLER

EK A: Çalışma Yaprağı

EK B: Termometre Değerlendirme Formu

EK C: Araştırma İzin Belgesi

Ek A:Çalışma Yaprağı

Ad Soyad:

Tarih:../...../2014

Bölüm / Sınıf:

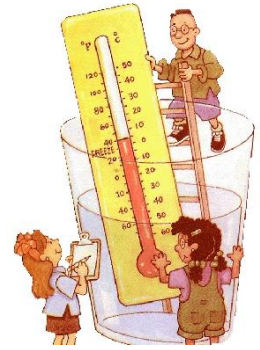


Havanın sıcaklığını nasıl ölçtüğünüzü ve kaç ölçtüğünüzü lütfen kaydediniz?

Ölçüm sonucunuza güveniyor musunuz?

Evet güveniyorum. Çünkü.....

Hayır güvenmiyorum. Çünkü.....



Ek B: Termometre Değerlendirme Formu

Termometre gerçeğe ne kadar yakın?		
Termometrenin ölçüm aralığı ne?		
Termometre hangi sıcaklık biriminde ölçüm yapıyor?		
Termometre sürekli ölçüm yapabiliyor mu?	Evet	Hayır
Termometrenin ölçme süresi kısa mı uzun mu?	Kısa	Uzun
Termometrenin hassasiyeti ve hata payı nedir?		
Termometrenin doğruluğu nedir?		
Termometrenin tutarlılığı nasıldır?		
Termometre hangi ilkeye göre tasarlanmıştır?		
Sıvıların hacim değişimi		
Katıların uzunluk değişimi		
Sabit hacimdeki bir gazın basınç değişimi		
Sabit basınçtaki bir gazın hacim değişimi		
Bir iletkenin elektrik direncinin değişimi		
Çok sıcak cisimlerin renk değişimi		
Diğer		
Termometre hangi maddelerin sıcaklığını ölçüyor?		
Katıların sıcaklığı		
Sıvıların sıcaklığı		
Gazların sıcaklığı		
Diğer		
Termometrenin tasarımı ve işlevselliği nasıl?		
Termometrenin maliyeti düşük mü?	Evet	Hayır
Termometre kolay kurulabilir mi?	Evet	Hayır
Termometre kolay taşınabilir mi?	Evet	Hayır
Termometreyi bağımsız bir kullanıcı kullanabilir mi?	Evet	Hayır
Termometre ilgi çekici mi?	Evet	Hayır
Termometrenin ilgiyi sürdürebilir mi?	Evet	Hayır
Termometre sağlam ve dayanıklı mı?	Evet	Hayır
Termometrenin kullanımı kolay mı?	Evet	Hayır
Termometrenin depolanması kolay mı?	Evet	Hayır
Termometrenin raf ömrü uzun mu?	Evet	Hayır

Ek C:Araştırma İzin Belgesi

ayay imrada

FORM: 2

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı
ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Yusuf KARADEMİR
Kurumu / Üniversitesi	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Araştırma yapılacak iller	Muğla
Araştırma yapılacak eğitim kurumu ve kademesi	Yatağan ilçesi Madenler Ortaokulu 5-6-7-8. Sınıf öğrencileri
Araştırmanın konusu	"Sıcaklık Ölçümünden Yola Çıkararak Sıcaklık Kavramının Sorgulanması"
Üniversite / Kurum onayı	Var
Araştırma/proje/ödev/tez önerisi	Yüksek Lisans Tez Önerisi
Veri toplama araçları	Çalışma Yaprağı
Görüş istenilecek Birim/Birimler	
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
<p>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğünden Müdürlüğümüze iletilen yukarıda belirtilen araştırma örneğinin (araştırma danışman onaylı olduğu) araştırma sahasında uygulanabilirliği hususunda incelenerek Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri konulu 07/03/2012 tarih ve 2012/13 sayılı Genelgeye uygun olarak hazırlandığı görülmüştür. Söz konusu veri toplama aracı, 2014-2015 Eğitim-Öğretim Yılı 2. dönemi içerisinde eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde veli izninin alınarak kurum müdürünün de uygun gördüğü zamanda uygulanabilecektir.</p>	
Komisyon kararı	Oybirliği / Oyçokluğu ile alınmıştır.
Muhafif üyenin Adı ve Soyadı:	Gerekçesi:.....
.....
.....

KOMİSYON

06/04/2015

Ayşegül KIVRAK
Ayşegül KIVRAK
Komisyon Başkanı

Meliha GÜL
Meliha GÜL
Üye

Rabia KULLAPCI
Rabia KULLAPCI
Üye



T.C.
MUĞLA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 70004082/44/3923379
Konu : Araştırma İzni

13/04/2015

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : a)Valilik Makamının 07/04/2015 tarihli ve 70004082/20/3740056 sayılı Oluru.
b)26.03.2015 tarihli ve 28677689-755.02.01.00-1012/5031 sayılı yazımız.

Üniversiteniz; Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Yusuf KARADEMİR'in tez çalışmasının yapılması talebiyle ilgili ilgi (a) olur yazımız ekinde gönderilmektedir.

Bilgilerinizi ve yapılan araştırmanın tamamlanmasından itibaren en geç iki hafta içinde araştırmanın bir örneğinin CD'ye kayıtlı olarak, müdürlüğümüze gönderilmesi hususunda; Gereğini rica ederim.

Fethi ÖZDEMİR
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:
1-İlgi olur (1 sayfa)
2-Çalışma Yaprağı (1 sayfa)
3-Araştırma değerlendirme formu (1 sayfa)

Güvenli Elektronik İmzalı
Aşlı ile Aynıdır
1.3. Nisan 2015 12:00.....
Duran DURAN

Emirbeyazıt Mah. 48000 Merkez/MUĞLA
Elektronik Ağ: mugla.meb.gov.tr
e-posta: arge48@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Aysel BOZKURT (Şef)
Tel: (0 252) 214 01 36
Faks: (0 252) 214 70 19

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 87c0-8c78-39be-ace1-33e0 kodu ile teyit edilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Yusuf KARADEMİR

Doğum Yeri: Isparta

Doğum Yılı: 1980

Medeni Hali: Evli

e-posta: ykarademir70@gmail.com

EĞİTİM ve AKADEMİK BİLGİLER

Lise: Siverek Lisesi (1997)

Lisans: Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü (2003)

YABANCI DİLLER

İngilizce

MESLEKİ BİLGİLER

2003-:MEB