

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÜSTKAVRAMSAL FAALİYETLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ “ISI VE SICAKLIK” KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL
ANLAMALARINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Pınar AKGÜL

Ankara
Haziran, 2010

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ÜSTKAVRAMSAL FAALİYETLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ “ISI VE SICAKLIK” KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL
ANLAMALARINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar AKGÜL

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

Ankara
Haziran, 2010

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Pınar AKGÜL'ün “Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının “Isı Ve Sıcaklık” Konusundaki Kavramsal Anlamalarına Etkisi” başlıklı tezi tarihinde, jürimiz tarafından Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı, İlköğretim Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı):

Üye :

Üye :

Üye :

Üye :

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenen, çalışmamın yürütülmesi sırasında yardımlarını ve zamanını hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman beni destekleyen ve sabırla dinleyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamda öneri ve eleştirileriyle bana yardımcı olan sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Nusret KAVAK, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin AKKUŞ'a ve çalışmamda geliştirilen üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metnlerinin hazırlanmasında eleştirileri ile katkı sağlayan Arş. Gör. Sedef CANBAZOĞLU'na teşekkür ediyorum.

Çalışmamın pilot çalışmasını yaptığım, özel kurumda çalışmama katılan tüm öğrenciler ile üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri ve çalışmamda kullandığım test için eleştirilerini aldığım öğretmen arkadaşlara teşekkür ediyorum. Çalışmamın uygulamasını yaptığım 2008-2009 eğitim öğretim yılı Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği'nde okuyan 3.sınıf öğretmen adaylarına teşekkürü bir borç biliyorum. Ayrıca çalışmamın uygulama sürecinde yardımlarını esirgemeyen Gazi Üniversitesi çalışanlarına da teşekkür ediyorum.

Araştırmam boyunca bana burs vererek beni destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ediyorum.

Yaşamım boyunca attığım her adımda yanımda olduğunu bildiğim en değerli varlıklarım annem Fikriye AKGÜL, babam Kani Yılmaz AKGÜL'e sonsuz sevgi, saygı ve minnetlerimi sunarak teşekkür etmek isterim. Ayrıca çalışmam boyunca bana moral kaynağı olan yeri geldiğinde tüm kahrımı çeken kız kardeşim Ebru AKGÜL'e, ablam Satı AKGÜL'e ve erkek kardeşim Selim AKGÜL'e gösterdikleri anlayış ve sabır için çok teşekkür ediyorum. Onların desteği olmasaydı bu çalışmayı sonlandıramazdım.

Pınar AKGÜL

ÖZET

ÜSTKAVRAMSAL FAALİYETLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ISI VE SICAKLIK” KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

AKGÜL, Pınar

Yüksek lisans, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

Haziran-2010

Bu çalışmanın amacı, düz ve çürütücü metinlerle karşılaştırıldığında üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerine olan etkisini ve bu etkinin kalıcılığını incelemektir. Bunun yanında Fen Bilgisi öğretmen adaylarının okudukları metinlere karşı tutumları karşılaştırılmış, üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin okunması sırasında aktif hale gelen üstkavramsal faaliyetler tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ve örnek olay incelemesinin kullanıldığı çoklu metot kullanılmıştır. Çalışmaya 2008-2009 eğitim öğretim yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda 3. sınıfta öğrenim gören toplam 105 öğretmen adayı katılmıştır. Rast gele atanarak oluşturulan üç gruptan birincisine düz metinler, ikincisine çürütücü metinler ve üçüncüsüne ise üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri okutulmuştur. Araştırmada veri toplama aracı olarak ısı ve sıcaklık kavramları testi ve okutulan metinlere karşı tutum ölçeği kullanılmış; örnek olay incelemesi için seçilen öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmış üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adayları metin okuma süreçlerinin video kaydı alınmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okumuş olan grup lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca araştırma

sonuçlarına göre düz metinleri okuyan ğretmen adayları ile üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan ğretmen adaylarının okudukları metinlere karşı tutum leęinden aldıkları puanların ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ısı ve sıcaklık konusunda Fen Bilgisi ğretmen adaylarında metinleri okuma süreci öncesinde tespit edilen alternatif kavramların giderilmesinde üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri okunurken farklı üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale geldiği tespit edilmiştir.

2010, 302 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Isı ve sıcaklık, Alternatif kavram, Kavram değişimi, üstbiliş, üstkavramsal faaliyetler.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CONCEPTUAL CHANGE TEXTS ENRICHED WITH METACONCEPTUAL PROCESSES ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ABOUT HEAT AND TEMPERATURE

AKGÜL, Pınar

M.S., Department of Elementary Science Education

Supervisor: Assist. Professor. Nejla YÜRÜK

June-2010

The purpose of this study was to compare the effect of expository texts, refutational texts and conceptual change texts enriched with metaconceptual processes on preservice science teachers' conceptual understanding about heat and temperature and also examine the durability of this effect. In addition, preservice science teachers' attitudes towards the texts that were read was compared and the metaconceptual processes which were activated as preservice teachers read conceptual change texts enriched with metaconceptual processes were identified

A multi-method research design that incorporated quasi-experimental and case study designs was employed. The sample of this study consisted of 105 third grade pre-service science teachers who are enrolled at Gazi University in the Department of Elementary Science Education in 2008-2009 academic years. Preservice teachers were randomly assigned to three groups: First group read expository texts, the second group read refutational texts and the third group read conceptual change texts enriched with metaconceptual processes. Heat and temperature concepts test and attitude scale towards the texts were used; semi-structured interviews were conducted and students who read conceptual change texts enriched with metaconceptual processes were video recorded to collect data in this research.

The results of this study indicate that there was a statistically significant difference among the pre-service teachers who read expository texts, refutational texts and conceptual change texts enriched with metaconceptual processes in terms of their conceptual understanding about heat and temperature in favor of the last group. In addition, the result of this study indicate that there was a statistically significant difference among the pre-service science teachers who read expository texts and

conceptual change texts enriched with metaconceptual processes in terms of attitude scale scores in favor of the last group. The results also show that conceptual change texts enriched with metaconceptual processes were more effective at changing preservice teachers' alternative conceptions identified before their reading of the texts. Moreover, various types of metaconceptual processes were identified which were activated as preservice teachers read conceptual change texts enriched with metaconceptual processes.

2010, 302 page

Key Words: Heat and temperature, alternative concept, conceptual change, metacognition, metaconceptual processes.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xxii

I. BÖLÜM: GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Problem Cümlesi.....	6
1.2.1. Alt Problemler.....	6
1.2.2. Hipotezler.....	7
1.3. Araştırmanın Amacı.....	8
1.4. Araştırmanın Önemi.....	9
1.5. Varsayımlar.....	10
1.6. Sınırlılıklar.....	10
1.7. Tanımlar.....	10
1.8. Kısaltmalar.....	11

II. BÖLÜM: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kavram Yanılgısı.....	13
2.1.1. Isı ve Sıcaklık Konusunda Yapılan Araştırmalar.....	15
2.2. Kavramsal Değişim.....	18
2.2.1. Kavramsal Değişim Metinleri.....	21
2.2.1.1. Kavramsal Değişim Metinleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	22
2.3. Üstbiliş Nedir?.....	25
2.3.1. Üstbilişsel Bilgi.....	25
2.3.2. Üstbilişsel Kontrol.....	26
2.4. Üstkavramsal Faaliyetler.....	27
2.4.1. Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti.....	27

2.4.1.1. Birici Dereceden Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti.....	28
2.4.1.2. İkinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti.....	28
2.4.2. Üstkavramsal İzleme Faaliyeti.....	29
2.4.3. Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyeti.....	29
2.4.4. Üstkavramsal Faaliyetlerle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	30

III. BÖLÜM: YÖNTEM

3.1. Araştırma Yöntemi.....	32
3.1.1. Yarı Deneysel Desen.....	32
3.1.2. Örnek Olay İncelemesi.....	33
3.2. Örneklem.....	34
3.3. Araştırmanın Uygulama Basamakları.....	36
3.3.1. Metinlerin Okutulmasından Önceki Süreç.....	36
3.3.2. Metinlerin Okutulması Süreci.....	37
3.3.3. Metinlerin Okutulmasından Sonrası Süreç.....	38
3.4. Veri Toplama Araçları.....	39
3.4.1. Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi.....	39
3.4.2. Isı ve Sıcaklıkla İlgili Okunan Metinlere Karşı Tutum Ölçeği.....	43
3.4.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme.....	43
3.4.4. Video Kaydı.....	44
3.5. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Hazırlanması.....	44
3.6. Çürütücü Metinlerin Hazırlanması.....	53
3.7. Düz Metinlerin Hazırlanması.....	54
3.8. Farklı Tür Metinlerin Karşılaştırılması.....	55
3.9. Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler.....	55
3.9.1. Nicel Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler.....	56
3.9.2. Nitel Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler.....	56

IV. BÖLÜM: BULGULAR ve YORUM

4.1. Metinlerin Okutulması Öncesi Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Grupların Denkliğine İlişkin Bulgular.....	58
4.2. Öğretmen Adaylarının Farklı Türlerdeki Metinleri Okuduktan Sonraki Isı	

ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarına İlişkin Bulgular...	60
4.3. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular.....	62
4.3.1. Düz Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular.....	62
4.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular.....	63
4.3.3. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular.....	64
4.4. Farklı Türde Hazırlanmış Metinlerin Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusuyla İlgili Kavramsal Anlamalarına Olan Etkisinin Kalıcılığına İlişkin Bulgular.....	65
4.5. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Okudukları Metinlere Karşı Tutumlarına İlişkin Bulgular.....	67
4.6. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Okudukları Metinlere Yönelik Görüşlerine Ait Bulgular.....	69
4.7. Çürütücü ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	73
4.7.1. Isı ve Sıcaklık Kavramına Yönelik Bulgular.....	73
4.7.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	73
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	74
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal	

Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	77
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	81
4.7.1.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	87
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	87
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	90
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	94
4.7.2. İç Enerji Kavramına Yönelik Bulgular.....	97
4.7.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	98
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	98
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	99
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	100
4.7.2.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	102
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	102
2. Öğretmen Adayı Satı'nın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	103
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	104
4.7.3. Özısı Kavramına Yönelik Bulgular.....	106
4.7.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim	

Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	107
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	107
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	110
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	112
4.7.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	115
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	115
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	117
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	119
4.7.3.3. Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	122
4.7.3.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	123
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	123
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	125
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	126
4.7.3.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	129

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	129
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	131
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Madde Miktarı Farklı, Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	133
4.7.3.4. Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	135
4.7.3.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	136
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	136
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	138
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	139
4.7.3.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular.....	141
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	141
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	142
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Uzunlukları Aynı, Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime	

İlişkin Bulgular.....	144
4.7.4. Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Dair Bulgular.....	146
4.7.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	146
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	147
2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	151
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	154
4.7.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	158
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	158
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	162
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	165
4.7.5. Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamalarına Ait Bulgular...	169
4.7.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Bulgular.....	170
1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	170

2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	173
3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	177
4.7.5.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Bulgular.....	182
1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	182
2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	186
3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular.....	188
4.8. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Getirilen Üstkavramsal Faaliyetlere Yönelik Bulgular.....	192
4.8.1. Üstkavramsal Farkındalık Faaliyetine Dair Bulgular.....	192
4.8.1.1. Birinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık	192
4.8.1.1.1. Zihinsel Modellerin\Fikirlerin\Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	193
4.8.1.1.2. Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	194
4.8.1.1.3. Ne Bilmediğinin 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	196
4.8.1.1.4. Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	197
4.8.1.1.5. Tecrübelerden\Deneyimlerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	198
4.8.1.2. İkinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık	199
4.8.1.2.1. Ön Bilgilerinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	200
4.8.1.2.2. Ontolojik Varsayımlardan 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	201

4.8.1.2.3. Ne Bilmediğinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	202
4.8.1.2.4. Bağlamsal Farklılıkların 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	204
4.8.1.2.5. Tecrübelerden\Deneyimlerden 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak.....	204
4.8.2. Üstkavramsal İzleme Faaliyetlerine Dair Bulgular.....	205
4.8.2.1. Bir Fikri Anladığını İzleme.....	206
4.8.2.2. Başka Birey ya da Kaynaklardan Gelen Fikirleri\Bilgileri İzleme...	207
4.8.2.3. Yeni Fikir ve Var Olan Fikir Arasındaki Tutarlılığı İzleme.....	209
4.8.2.4. Daha Önce Sahip Olunan Fikirle Yeni Tecrübe\Deneyim İle Tutarlılığı İzleme.....	210
4.8.2.5. Fikirlerdeki Değişimi İzleme.....	211
4.8.3. Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyetlerine Dair Bulgular.....	212
4.8.3.1. Var Olan ya da Yeni Fikrin Akla Yatkınlığı ya da Verimliliği Hakkında Yorum Yapma. Bir Fikrin Neden Çekici Geldiğini, İnanılır ya da Kullanışlı Geldiğini Açıklama. Bir Fikrin Neden Yanlış ya da Neden Doğru Olduğunu İfade Etme.....	213
4.8.3.2. Farklı Seçenekler İçerisinde Bir Fikri Seçmek Ve Bu Fikrin Verilen Durum İçin Diğerine Göre Daha İyi Çalıştığını Savunmak.....	214

V. BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Metinlerin Okutulması Öncesi Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Grupların Denkliğine İlişkin Sonuçlar.....	217
5.2. Öğretmen Adaylarının Farklı Türlerdeki Metinleri Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarına İlişkin Sonuçlar..	217
5.3. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar.....	219
5.4. Farklı Türde Hazırlanmış Metinlerin Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusuyla İlgili Kavramsal Anlamalarına Olan Etkisinin Kalıcılığına İlişkin Sonuçlar.....	221
5.5. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının	

Okudukları Metinlere Karşı Tutumlarına İlişkin Sonuçlar.....	223
5.6. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Bu Tür Metinlere Dair Görüşlerine Ait Sonuçlar.....	224
5.7. Çürütücü ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	224
5.7.1. Isı ve Sıcaklık Kavramlarına Yönelik Sonuçlar.....	224
5.7.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	225
5.7.1.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	227
5.7.2. İç Enerji Kavramına Yönelik Sonuçlar.....	229
5.7.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	229
5.7.2.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	230
5.7.3. Özısı Kavramına Yönelik Sonuçlar.....	232
5.7.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	232
5.7.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	234
5.7.3.3. Madde Miktarı Farklı, Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	236
5.7.3.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı	

Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	236
5.7.3.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	237
5.7.3.4. Uzunlukları Aynı, Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	238
5.7.3.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	238
5.7.3.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar.....	240
5.7.4. Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Dair Sonuçlar.....	241
5.7.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	241
5.7.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Sonuçlar.....	243
5.7.5. Isı Alış Verişine Dair Elde Edilen Sonuçlar.....	245
5.7.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Sonuçlar.....	245
5.7.5.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Sonuçlar.....	247
5.8. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Getirilen Üstkavramsal Faaliyetlere Yönelik Sonuçlar.....	250
5.9. Öneriler.....	250
KAYNAKÇA	254

EKLER

EK-1: Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi.....	260
EK-2: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri.....	267
EK-3: Çürütücü Metinler.....	283
EK-4: Düz Metinler.....	291
EK-5: Görüşme Formu.....	296
EK-6: Isı Ve Sıcaklıkla İlgili Okunan Metinlere Karşı Tutum Ölçeği.....	301

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1.2.1.: Araştırmanın Deneysel Deseni.....	34
Tablo 3.2.1.: Kontrol ve Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Sayılarının Cinsiyete Göre Dağılımı.....	35
Tablo 3.2.2.: Görüşme Yapılan Öğretmen Adaylarının Özellikleri.....	35
Tablo 3.4.1.: Isı ve Sıcaklık Kavramları Testinde Yer Alan Sorulara Göre Alternatif Kavramlar Listesi.....	41-42
Tablo 4.1.1.: Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Puanları.....	58
Tablo 4.1.2.: Düz Metin, Çürütücü Metin ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	59
Tablo 4.2.1.: Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Puanları.....	60
Tablo 4.2.2.: Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Son Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	61
Tablo 4.3.1.1.: Düz Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklemeler İçin t-testi Sonuçları.....	62
Tablo 4.3.2.1.: Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklemeler İçin t-testi Sonuçları.....	63
Tablo 4.3.3.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklemeler İçin t-testi Sonuçları.....	64
Tablo 4.4.1.: Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Kalıcılık Testi Olarak Uygulanan Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma.....	66

Tablo 4.4.2.: Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	67
Tablo 4.5.1.: Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Tutum Ölçeğinden Aldıkları Puanlara İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	68
Tablo 4.5.2.: Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Tutum Ölçeğinden Aldıkları Puanlara İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	68
Tablo 4.8.1.1.1.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Zihinsel Modellerin\Fikirlerin\Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	194
Tablo 4.8.1.1.2.1.: Üstkavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	195
Tablo 4.8.1.1.3.1.: Üstkavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Ne Bilmediğinin 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	196
Tablo 4.8.1.1.4.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri Okunurken Aktif Hale Gelen Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	197
Tablo 4.8.1.1.5.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Deneyimlerden\Tecrübelerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	199
Tablo 4.8.1.2.1.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ön Bilgilerinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	201
Tablo 4.8.1.2.2.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ontolojik Varsayımlardan 2. Dereceden Farkında Olma Faaliyetine Ait Bulgular	202

Tablo 4.8.1.2.3.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ne Bilmediğinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar.....	203
Tablo 4.8.1.2.5.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Tecrübelerden\Deneyimlerden 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri.....	205
Tablo 4.8.2.1.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Bir Fikri Anladığını İzleme Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri.....	207
Tablo 4.8.2.2.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Başka Birey ya da Kaynaklardan Gelen Fikirleri\Bilgileri İzleme Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri.....	208
Tablo 4.8.2.3.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Yeni Fikir ve Var Olan Fikir Arasındaki Tutarlılığı İzleme Faaliyetine Yönelik Örnek Veri Kesitleri.....	209
Tablo 4.8.2.4.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Daha Önce Sahip Olunan Fikirle Yeni Tecrübe\Deneyim İle Tutarlılığı İzleme Faaliyetine Dair Örnek Veri Kesitler.....	210
Tablo 4.8.2.5.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Fikirlerindeki Değişimi İzleme Faaliyetine Dair Örnek Veri Kesitleri.....	212
Tablo 4.8.3.1.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyetinin İlk Ögesine Dair Örnek Veri Kesitleri.....	214
Tablo 4.8.3.2.1.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyetinin İkinci Ögesine Dair Örnek Veri Kesitleri.....	215

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.5.1.: Zihinsel Modeller/Fikirlerin/Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti.....	45
Şekil 3.5.2.: Tecrübelerden/Deneyimlerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti.....	45
Şekil 3.5.3.: Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti.....	46
Şekil 3.5.4.: Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti.....	46
Şekil 3.5.5.: Ne Bilmediğinin 1.Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti.....	47
Şekil 3.5.6.: Önbilgilerinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	48
Şekil 3.5.7.: Tecrübelerden/Deneyimlerden 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	48
Şekil 3.5.8.: Üstkavramsal Faaliyetlerin Aktif Hale Getirildiği Metinlerde Bilimsel Bilginin Yer Aldığı Metin Kesiti.....	50
Şekil 3.5.9.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde, Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarına Yapılan Yönlendirme Örneği.....	50
Şekil 3.5.10.: Bir Fikri Anladığını İzleme Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	51
Şekil 3.5.11.: Fikirlerdeki Değişimi İzleme Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	52
Şekil 3.5.12.: Var Olan ya da Yeni Fikrin Akla Yatkınlığı ya da Verimliliği Hakkında Yorum Yapma Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	52
Şekil 3.5.13.: Farklı Seçenekler İçerisinden Bir Fikri Seçmek ve Bu Fikrin Verilen Durum İçin Diğerine Göre Daha İyi Çalıştığını Savunmak Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti.....	53
Şekil 4.3.3.1.: Düz Metin, Çürütücü Metin ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının	

Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test-Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama Değerleri.....	65
Şekil 4.6.1.: ÜKDM'yi Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinlere Yönelik Fikirlerini Açıklayabilecekleri Metin Kesiti.....	69
Şekil 4.6.2.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Ferdi'nin Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti.....	71
Şekil 4.6.3.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Selim'in Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti.....	71
Şekil 4.6.4.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Simay'ın Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti.....	72
Şekil 4.6.5.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki İdil'in Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti.....	72
Şekil 4.6.6.: Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Talha'nın Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti.....	72

I.BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Fen öğretimi öğrencilerin fen kavramlarını anlamlı öğrenmelerine ve bilinçli olarak kullanmalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Kavramlar, bireylerin geçmiş yaşantılarına ve buna bağlı olarak tecrübeleriyle doğrudan ilişkili biçimde zaman içinde gelişirler (Ülgen, 2001). Bundan dolayı öğrenenler yeni kavramlar öğrenirlerken geçmiş yaşantılarıyla ilişki kurabildikleri kadar o kavramları tanıyabilirler ya da oluşturabilirler. Ayrıca her bireyin düşünme tarzı birbirinden farklı olduğundan, obje veya olayların üzerinde durduğumuz özellikleri bireyden bireye farklılık gösterebilir. Bu farklılık yapılandıracakları kavramları da etkileyecektir. Dolayısıyla öğrenenlerin yeni oluşturdukları kavramlar ya da var olan kavramlarında zaman içinde yapmış oldukları düzenlemeler bilim insanlarınca kabul gören anlamlardan farklı olabilir.

Gerek ülkemizde ve gerekse diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda, öğrencilerin öğretim ortamına gelmeden önce ve sonra öğretilmesi amaçlanan kavramlarla ilgili bilim insanları tarafından doğru kabul edilenlerden farklı fikirlere sahip oldukları belirtilmektedir (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Bu tür fikirleri ifade etmek için Driver ve Easley (1978) “alternatif çerçeve (alternative framework)”, Helm (1980) “kavram yanılgısı (misconceptions)”, Halloun ve Hestenes (1985) “genel duyu kavramları (common sense concepts)”, Anderson ve Smith (1987) “ön kavramlar (preconceptions)” vb. terimler kullanmışlardır. Bu çalışmada son yıllarda genellikle kullanımı tercih edilen alternatif kavramlar terimi kullanılacaktır.

Yakışan, Selvi ve Yürük (2007) alternatif kavramı şu şekilde tanımlamışlardır; “Alternatif kavramlar bir duruma açıklama getirirken rastgele verilen hatalı cevaplar değil, aksine zihindeki diğer öğelerle de ilişkili, arkasında dayanakları olan bilimsel olarak kabul gören görüşlerden farklı zihinsel model ve tanımlardır” (s. 60-61).

Alternatif kavramlar, öğrencilerin eski kavramlarını gözlemleri sonucu yeniden yapılandırmalarından veya duyu organlarıyla çevreden edindikleri inanışlarından

doğmaktadır. Bu nedenle de değişime karşı oldukça dirençlidirler (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003; Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Bu kavramlar, öğrencilerde kavramların bilim insanları tarafından kabul gören anlamlarını öğrenmelerini ve var olan kavramlarda zaman içinde yeni yapılandırma yapmalarını zorlaştırır ve karşılaşılan olaylara üretilen çözümün geçersiz olmasını sağlar. Öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların bilim insanları tarafından kabul edilen doğru bilgilerle değiştirilmesi kavramsal değişim olarak adlandırılır. Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) kavramsal değişiminin gerçekleşmesi için kavramsal değişim sürecince sağlanması gereken koşulların yer aldığı bir model geliştirmişlerdir. Öğrencilerin ön bilgilerinin olduğunu kabul eden bu modelde kavramsal değişiminin gerçekleşebilmesi için yeni ve var olan kavramlarla ilgili dört koşulun olması gerektiği savunulmuştur. Bunlar eski kavramdan dolayı zihinsel bir hoşnutsuzluk (*dissatisfaction*) duyulması, yeni kavramın anlaşılır (*intelligibility*) olması, yeni kavramın akla yatkın yani mantıklı (*plausibility*) olması ve yeni kavramın karşılaşılan yeni durumlara uygulanabilir (*fruitfulness*) olmasıdır. Ayrıca kavramsal değişim modeline göre kavramsal değişim sürecinde kavram ekolojisinde yer alan metaforlar, analogiler vb. diğer öğelerde önemlidir. 1990'lı yıllardan sonra kavramsal değişimi sürecinde epistemolojik ve ontolojik inançların önemini vurgulayan çalışmalarda yapılmıştır (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Vosniadou, 1994). Ayrıca araştırmacılar öğrenenlerin sadece kavramların anlamları üzerinde yoğunlaşmalarından ziyade, kontrol edilebilir ve üstbilişsel şekilde bir öğrenmenin gerçekleştirilebileceğini düşünmüşlerdir. Bu bakımdan istemli kavramsal değişim sürecinden bahsedilebilir. Araştırmacılar istemli kavramsal değişim sürecinde öğrenenlerin karakteristik rollerinin olabileceğini savunmuşlardır. Bazı araştırmacılar öğrenenlerin üstbilişsel aktivitelerinin doğasının, onların var olan alternatif kavramlarını değiştirirken etkin bir şekilde kullanılabileceğini kabul etmişlerdir (Hennessey, 1999, 2003; Vosniadou, 1994, 2003).

Yapılan çalışmalarda alternatif kavramların kabul edilen doğrularıyla değiştirilmesinde geleneksel öğretimin yetersiz olduğu vurgulanmıştır (Köse, Ayas ve Uşak, 2006; Yakışan, Selvi ve Yürük, 2007). Alternatif kavramları bilim insanları tarafından kabul gören anlamlarıyla değiştirmek için bilişsel çelişkiler oluşturulabilir, analogi yapılabilir, bilgisayar simülasyonları kullanılabilir veya kavram haritalarından yararlanılabilir. Alternatif kavramları bilim insanlarınca kabul gören anlamlarıyla değiştirmek amacıyla kullanılan ders materyallerinden biri ise kavramsal değişim metinleridir. Kavramsal değişim metinleri, öğrencilerin sahip oldukları olası alternatif

kavramları ile bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgiler arasındaki çelişkileri açık bir şekilde ortaya koyan metinlerdir (Hynd ve Alverman, 1986). Alternatif kavramların giderilmesinde kullanılan kavramsal değişim metinlerinde kavramsal değişim yaklaşımı temel alınır. Kavramsal değişim yaklaşımının kullanıldığı araştırmalarda üstbilişin alternatif kavramların değiştirilmesinde bir rol üstlendiği ve bu nedenle son yıllarda üstbilişin öneminin vurgulandığı çalışmalara fazlaca yer verildiği görülmektedir (Yıldız ve Ergin, 2007).

Ülkemizde müfredatın değişmesiyle öğrenenlerin zihinsel becerilerini harekete geçiren etkinlikler düzenlenmeye başlanmıştır. Bu şekilde bilinçli öğrenmeler gerçekleştirilmeye çalışılmış ve üstbiliş kavramının ortaya çıkışı ile yapılan ve yapılacak olan çalışmalar daha da anlamlı hale gelmiştir. Bireyin bilişsel süreç ve ürünleriyle ilgili bilgisi ve bu konudaki farkındalığına üstbiliş denilmektedir (Selçuk, 2000). Üstbilişle ilgili sistemli bir tanımlama yapan Flavell, üstbilişi üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel yaşantı olarak sınıflandırmış ve üstbilişsel bilgiyi, birey, görev ve strateji olmak üzere üç farklı değişkenin etkilediğini belirlemiştir (Flavell, 1979). Bu üç değişkeni daha alt sınıflara ayırmakta mümkündür. Örneğin birey değişkeni: birey içi, bireyler arası ve bilişsel genellemeler olarak daha alt kollara ayrılmıştır. Üstbilişsel yaşantı ise bireyin bilişsel ve duyuşsal faaliyetleriyle ilgili farkındalığı olarak tanımlanır (Flavell, 1979). Örneğin kitap okuyan bir öğrencinin okuduğu bölümü anlamadığını fark etmesi ve endişelenerek yeni girişimlerde bulunması üstbilişsel yaşantıdır. Üstbilişsel bilgileri kullanabilme yeterliliği, kimi zaman yürütücü kontrol olarak kimi zaman da üstbilişsel kontrol olarak adlandırılmıştır. Üstbilişsel kontrol bilişsel bilgilerin yapılandırılmasında üstbilişsel bilgilerin bilinçli olarak kullanılması olarak tanımlanabilir. Üstbilişsel kontrol planlama, kendini izleme ve kendini değerlendirme aşamalarından meydana gelmektedir. Son yıllarda üstbilişsel süreçlerin öğrencilerin var olan kavramlarını değiştirmede rol oynadığı kabul edilmiştir (Vosniadou, 2003). Buna rağmen şu ana kadar tanımı yapılan ve çeşitli taksonomiler ortaya atılan üstbiliş, kavramsal değişimi için genel olarak kalmaktadır. Çok yönlü bir problem için tek bir kavramın kullanılmasının oluşturacağı karışıklık düşünüldüğünde üstbilişsel süreçler kavramsal değişim yaklaşımı için geniş bir pencere gibidir. Yani üstbilişsel süreçlerde kavramsal değişim yaklaşımı açısından düşünüldüğünde adeta öğrenciler bir duvar hakkında yorum yaparlarken, üstkavramsal süreçte öğrenciler o duvarı oluşturan her bir tuğlanın durumu hakkında yorum yaparlar. Ayrıca üstbiliş terimi kavramsal düzeyde çok geniş bir kavram olarak kaldığından kavramsal düzeyde gerçekleşen süreçleri

açıklamada araştırmacılar üstkavramsal bilgi ve üstkavramsal faaliyetler tanımını ortaya atmışlardır (Yürük, 2005; Yürük, Beeth, Andersen, 2009).

Üstkavramsal faaliyetler, üstbilişin doğasındaki her çeşit bilgiyi ve faaliyeti içermez (problem çözme stratejileri ve öğrenenlerin belleği hakkında bilgi gibi); ancak üstbilişsel bilgi ve sürecin sadece bir kısmını içine alan bir süreçtir (Yürük, 2005). Yürük (2005)'ün belirttiği gibi üstkavramsal faaliyetler üç ana bileşen içerir. Bunlar: (a) üstkavramsal farkındalık (*metaconceptual awareness*), (b) üstkavramsal izleme (*metaconceptual monitoring*) ve (c) üstkavramsal değerlendirme (*metaconceptual evaluation*)'dir. Üstkavramsal faaliyetlerin ilk bileşenini oluşturan üstkavramsal farkındalık kendi içinde iki alt kategoriden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, 1. dereceden üstkavramsal farkındalıktır. Fiziksel dünyadaki var olan olay ve olgularla ilgili bireyin zihninde var olan fikirlerin, modellerin ve kavram ekolojisindeki diğer bileşenlerin farkında olması şeklinde tanımlanabilir. 1.dereceden üstkavramsal farkındalığı zihinsel modellerin/fikirlerin/kavramların, ontolojik varsayımların, ne bilmediğinin, bağlamsal farklılıkların ve deneyimlerin/tecrübelerin 1.dereceden üstkavramsal olarak farkında olunması şeklinde beş alt kategoriye ayırmak mümkündür. 2.dereceden üstkavramsal farkındalık ise; öğrenenlerin önceki bilimsel kavramlarını ve geçmişte sahip oldukları kavram ekolojisinin diğer bileşenleri hakkındaki farkındalıkları şeklinde tarif edilebilir. 2.dereceden üstkavramsal farkındalık da kendi içinde ön fikirlerin, ontolojik varsayımların, daha önce ne bilmediğinin, bağlamsal farklılıkların ve deneyimlerin/tecrübelerin ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkındalığı olmak üzere beş alt kategoriden oluşturulmuştur. Üstkavramsal izleme faaliyeti, bireyin devam eden bilişsel süreci veya bilişsel durumu hakkında bilgi üretmek için aktif olan süreçleri içerir. Üstkavramsal izleme faaliyetinin beş alt kategorisi vardır. Bunlar: (a) bir fikri anladığını izleme, (b) başka birey ya da kaynaklardan gelen fikir/bilgileri izleme, (c) yeni fikir ve var olan mevcut fikir arasındaki tutarlılığı izleme, (d) mevcut fikir ve yeni deneyim/tecrübelerin tutarlılığını izleme ve (e) fikirlerdeki değişimi izleme'dir. Üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde de var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapılır. Farklı alternatifler içerisinde bir fikri seçmek ve bu fikrin verilen durum için diğerlerine göre durumu neden daha iyi açıkladığını savunmak da bu faaliyet içerisinde gerçekleştirilen bir olaydır. Ayrıca öğrenenler ortaya konmuş farklı fikirler arasından da mantıklı geleni seçebilir ve neden mantıklı geldiğini açıklayabilir.

Fen eğitimi araştırmalarına sıklıkla konu olan kavramlardan ikisi "ısı ve sıcaklık" kavramlarıdır (Şenocak, Dilber, Sözbilir ve Taşkesenligil, 2003). Dolayısıyla günümüzde literatür incelendiğinde ısı ve sıcaklık üzerine öğrencilerin alternatif kavramlarını inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Erickson, 1979,1980; Clough ve Driver, 1985; Başer, 1996; Carlton, 2000; Gürses, Doğar, Yalçın, 2002; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Aydoğan, Güneş, Gülçiçek, 2003; Başer ve Çataloğlu, 2005). Taranan çalışmalar ilköğretimden yüksek öğretime her yaş grubundaki öğrencilerin "ısı ve sıcaklık" konusunda alternatif kavramlara sahip olduğunu göstermektedir (Erickson, 1979; Lewis ve Linn, 1994; Gürses, Doğar ve Yalçın, 2002; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Kocakulah ve Kocakulah, 2003; Şenocak, Dilber, Sözbilir ve Taşkesenligil, 2003; Başer ve Çataloğlu, 2005). Ayrıca farklı zamanlarda çeşitli öğretmen adayları üzerinde yapılan araştırmalar, üniversitede öğrenim gören bireylerin ısı ve sıcaklık hakkında çeşitli alternatif kavramlarının olduğuna vurgu yapmaktadır (Kaptan ve Korkmaz, 2001; Aydoğan, Güneş, Gülçiçek, 2003; Demirci ve Sarıkaya, 2004). Öğretmen adaylarının gelecekte görevlerine başladıklarında öğrenciler için birer model olacakları düşünüldüğünde kendilerinde var olan alternatif kavramları da genç beyinlere aktaracaklardır. Bu açıdan bakıldığında bilimin ilerlemesi için büyük bir engel olan alternatif kavramların giderilmesi için öncelikle öğretmen adaylarındaki alternatif kavramların bilim insanlarınca kabul gören kavramlarla değiştirilmesi gerekir. Isı ve sıcaklık konusunda yapılan araştırmalarda, araştırmacılar bu konuda var olan alternatif kavramları tespit etmeye yönelik testler geliştirmişler ve genellikle bu konuda var olan alternatif kavramların giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinden yararlanmışlardır. Kavramsal değişim metinleri sınıf mevcudu kalabalık olan sınıflarda alternatif kavramların giderilmesinde kullanılabilecek kullanışlı bir materyaldir. Eğitim fakültelerindeki sınıf mevcudu düşünüldüğünde öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramların giderilmesi için de kavramsal değişim metninin kullanışlı olacağı düşünülmüştür. Yapılan araştırmalara bakıldığında daha önce Türkiye’de "ısı ve sıcaklık" konusunda kavramsal değişim metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerin beraber rol oynadığı araştırmalara rastlanılmamıştır. Ayrıca aynı konu hakkında olmasa da üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getiren sınıf içi etkinliklerin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu etkilerinin olduğu daha önceki yapılan çalışmayla gösterilmiştir (Yürük, 2005). Üstkavramsal faaliyetlerin aktif olduğu kavramsal değişim metninin anlamlı öğrenmeler üzerinde olumlu etkilerinin olabileceği düşünülmüştür. Bu amaç doğrultusunda gerek sınıf içinde gerekse sınıf dışında kullanılabilen kavramsal değişim

metinlerine üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirebilecek öğelerin yerleştirilmesiyle öğretmen adaylarının alternatif kavramlarının fazlaca görüldüğü ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarına etkilerinin incelenmesi gerekir. Bu doğrultuda araştırmanın problem cümlesi aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

1.2. Problem Cümlesi

Düz metin ve çürütücü metinlerle karşılaştırıldığında üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi nasıldır?

1.2.1. Alt Problemler

1. Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Düz metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Çürütücü metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
6. Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma sürecinden 2 ay sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

7. Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okudukları metin türlerine karşı tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
8. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleriyle ilgili görüşleri nelerdir?
9. Çürütücü metinleri okuyan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önceki ve metinleri okuduktan sonraki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları nasıldır?
10. Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önceki ve metinleri okuduktan sonraki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları nasıldır?
11. Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan Fen Bilgisi öğretmen adaylarında metinleri okurken aktif hale gelen üstkavramsal faaliyetler nelerdir?

1.2.2. Hipotezler

Bu araştırmada test edilmek istenen hipotezler aşağıda sunulmuştur.

- H₀₁.** Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.
- H₀₂.** Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.
- H₀₃.** Düz metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.
- H₀₄.** Çürütücü metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.
- H₀₅.** Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

- H₀₆.** Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma sürecinden 2 ay sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.
- H₀₇.** Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okudukları metin türlerine karşı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.

1.3. Araştırmanın Amacı

Öğrencilerin fen konularındaki alternatif kavramları, akademik çalışmaların gündeme getirdiği önemli konulardan biridir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğrenenler öğretim ortamına alternatif kavramlarla geldiklerinde hem var olan kavramlarını yapılandırmaları zorlaşmakta hem de yeni öğrendikleri kavramların öğrenilmesi zorlaşmaktadır. Bu durum Fen Bilgisi öğretmenlerini konuyla ilgili kavramları öğretirken çaresiz bırakmaktadır. Ayrıca fen öğretiminde öğretmenlerin rehberlik görevi düşünüldüğünde sahip oldukları alternatif kavramları öğrencilerine aktaracaklardır ve bu durum alternatif kavramların varlığını daha da büyük sorunlar haline getirebilir. Öğretim ortamını düşündüğümüzde genellikle kalabalık sınıfların mevcut olduğu görülür. Kalabalık sınıflarda sınıf yönetimin kontrolü öğretmenin zamanını aldığı için öğretmenlerin konuyla ilgili kavramları yeterince irdeleyememesine sebep olabilir. Dolayısıyla konuyla ilgili etkinlikler yapılırken öğrenciler bilim insanlarınca kabul gören düşüncelerden farklı olarak çeşitli fikirler yapılandırabilirler. Bu açıdan kalabalık sınıflarda alternatif kavramların değiştirilmesi için çeşitli materyallere ihtiyaç duyulur. Kavramsal değişim metinleri de gerek sınıf içinde gerekse sınıf dışında kullanılabilecek materyallerden biridir. Problem durumu başlığı altında da belirtildiği gibi son yıllarda üstkavramsal faaliyetlerin kavramsal değişim sürecinde önemli bir yere sahip olduğunu gösteren araştırmalar mevcuttur. Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin gerek sınıf içinde gerekse sınıf dışında öğretmenlere hem zaman açısından hem de var olan alternatif kavramlara olumlu etkilerinin olması açısından büyük kolaylıklar sağlayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin kavramsal anlama sürecine etkilerinin incelenmesi gerekir. Bu çalışmanın amacı üstkavramsal faaliyetleri harekete geçirecek şekilde hazırlanmış olan üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları alternatif

kavramların değişimine olan etkisini incelemek ve diğer metinlerin (düz metinler ve çürütücü metinler) aynı alternatif kavramlar üzerindeki etkileriyle karşılaştırmaktır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Günümüzde fen eğitiminin hedeflerden birisi, konuların kavram bazında iyi anlaşılmasını sağlamak ve öğrencilerde bilim insanları tarafından kabul gören kavramlarla uyumlu bir kavramsal anlama geliştirmektir. Öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlar, açığa vurulmayıp, günlük hayattaki deneyimlere dayalı olarak savunulduğu için değişime karşı oldukça dirençlidirler. Öğrenme ortamında aktif rol alan öğrencilerin alternatif kavramlarını bilim insanları tarafından doğru kabul edilenleriyle değiştirmelerine yardımcı olabilmek için neyi ve nasıl düşündüklerini ortaya çıkarmak gerekir. Öğrencilere kendi kavramsal yapılarını yeniden oluşturmaya yardım etmek zor bir görevdir ve ister istemez bir fen bilimleri dersindeki diğer aktivitelerden daha fazla zaman alır (Güneş, 2008). Yapılan araştırmalar sonucunda alternatif kavramların oluşumunda öğretmenlerin de rolünün olduğu açığa çıkarılmıştır (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Bu nedenle öğretmen adaylarına verilecek eğitimin son derece önemli olduğu yadsınamaz. Bu bakımdan alternatif kavramların değişiminde kullanılan çürütücü metinler ile öğrencilerin üstkavramsal faaliyetlerini harekete geçirmenin oldukça önemli olabileceği düşünülmüştür. Yapılan bu araştırma ile kalabalık sınıflarda alternatif kavramların değiştirilmesinde kullanılacak çürütücü metinlerin oluşturulmasının ve bunların öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisinin incelenmesinin literatüre katkı sağlayacağı bir gerçektir. Ayrıca ülkemizdeki kalabalık sınıflar düşünüldüğünde, sınıf ortamında herhangi bir etkinlik yapılmadan kullanılabilecek bir materyal geliştirilmiş olacaktır. Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri sınıf ortamı dışında da kullanılabileceği için zamandan oldukça tasarruf sağlayacağı düşünülmüştür. Daha önceki yapılan çalışmalarda (Yürük, 2005; Yürük ve ark., 2009) üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği öğretim etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamasında olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır. Buna göre var olan alternatif kavramların giderilmesinde ders kitapları ve piyasaya sunulan yardımcı kitapların hazırlanmasında üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin olumlu sonuçlar doğuracağı tahmin edilmiştir. Bu bakımdan üstkavramsal faaliyetleri metin içerisinde aktif hale getirmede, ders kitapları ve piyasaya sunulan yardımcı kitapların yazarlarına

üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metnlerinin yol gösterici olacağı düşünülmüştür.

1.5. Varsayımlar

1. Araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adayları ölçüm araçlarındaki soruları samimiyetle cevaplandırmışlardır.
2. Uygulama aşamasında kontrol altına alınamayan değişkenler araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsini eşit düzeyde etkilemiştir.
3. Araştırmada kullanılan testlerin geçerliliğini belirlemede görüşlerine başvurulmuş kişiler alanlarında uzmandırlar.
4. Araştırmanın uygulama sürecinde, araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adayları arasında araştırmanın sonuçlarını etkileyecek bir etkileşim olmamıştır.
5. Araştırmada son test ile kalıcılık testi arasında geçen sürede araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adayları, ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarını etkileyecek formal ya da informal bir öğretimsel uygulamaya maruz kalmamışlardır.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma:

1. Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nde okumakta olan üç şube, üçüncü sınıf öğrencileriyle sınırlandırılmıştır.
2. Bu araştırmada farklı tür metinlerin etkisinin incelenmesinde ısı ve sıcaklık kavramları temel alınmış ve hazırlanan metinler ısı ve sıcaklık konusuyla sınırlandırılmıştır.
3. Çalışmanın nitel boyutunda üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini ve çürütücü metinleri okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarından altı tanesinin verileri kullanılmıştır.
4. Üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okurkenki aktif hale gelen üst kavramsal faaliyetler için yalnızca üç Fen Bilgisi öğretmen adayından toplanan veriler kullanılmıştır.

1.7. Tanımlar

Aşağıda bu çalışmada yer alan bazı temel terimlerin tanımlarına yer verilmiştir.

Kavram (İng. *concept*): Bir olay, bir nitelik ya da nicelik üzerinde oluşan zihinsel imge.

Alternatif kavram (İng. *misconception*): Bir kavramın bireyin zihninde bilimsel olarak kabul gören anlamından farklı olması.

Üstbiliş (İng. *metacognition*): Bireyin kendi bilişsel süreçlerini kontrol edebilmesi ve yönetebilmesi.

Üstkavramsal faaliyetler (İng. *metaconceptual progress*): Bireylerin zihinlerindeki kavramlarla ilgili farkındalık, izleme ve değerlendirme süreçlerini içeren faaliyetler bütünü.

Üstkavramsal farkındalık (İng. *metaconceptual awareness*): Bireylerin zihinlerinde var olan modellerin, kavramların, ontolojik varsayımların, ne bilmediklerinin, bağlamsal farklılıklarının ve tecrübelerinin ya da deneyimlerinin farkında olmaları.

Üstkavramsal izleme (İng. *metaconceptual monitoring*): Bireylerin devam eden bilişsel süreci veya bilişsel durumu hakkında bilgi üretmek için aktif olan faaliyetler bütünü.

Üstkavramsal değerlendirme (İng. *metaconceptual evaluation*): Bireylerin rakip fikirleri hakkında yargısal kararlar vereceği ve onlar için gerekçelerinin sağlanacağı bir faaliyet.

1.8. Kısaltmalar

Aşağıda bu çalışmada yer alan bazı kısaltmalara yer verilmiştir.

- f : Frekans
- F : F Değeri (ANOVA için)
- N : Veri Sayısı
- S : Standart Sapma
- sd : Serbestlik Derecesi
- $\bar{X}$: Aritmetik Ortalama
- KT : Kareler Toplamı
- KO : Kareler Ortalaması
- p : Anlamlılık Değeri
- t : t değeri (t-testi için)
- % : Yüzde

- ÜKDM: Üstkavramsal Değişim Metinleri (Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri)
- ÇM : Çürütücü Metinler
- DM : Düz Metinler

II. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde gerek ülkemizde gerekse yurt dışında yapılan kavramsal değişim süreci, üstbiliş, kavramsal değişim metinleri, çürütücü metinler, üstkavramsal faaliyetlerle ilgili yapılan çalışmalara ve ısı ile sıcaklık konusunda öğrencilerde var olan alternatif kavramlarla ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Kavram Yanılgısı

Eğitim ve öğretimde kavramların önemli bir yere sahip olduğu gerçeği değiştirilemez. Dolayısıyla kavram yanılgısının anlamını açıklamadan önce “kavram nedir?” sorusunun üzerinde durulmalıdır. Kavram teriminin araştırmacılara göre değişen çeşitli tanımlamaları bulunmaktadır. “Kavramlar, eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırıdığımızda gruplara verilen adlardır” (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003: 104). Genel anlamda kavram, insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formu/yapısıdır, bir değişkendir; bir sözcükle ifade edilir (Ülgen, 2001).

İnsan algıladığı olaylara kendine göre anlam verir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Otuz yılı aşkın yapılan eğitim araştırmaları gösteriyor ki öğrenenler kavramları çevreden duyu organlarıyla algıladıkları duyularla ve inanışlarıyla yapılandırarak şimdiki yeni kavramları oluştururlar. Var olan kavramlar birçok durumda doğru gibi görünen hatalı anlamlarıyla yeniden yapılandırılır. Var olan kavramların üzerine bilim adamlarından farklı anlamlar yüklenerek kavramların yanlış kullanılması kavram yanılgısı olarak adlandırılabilir. Yapılan araştırmalar neticesinde kavram yanılgısının şu tanımlarını görmek mümkündür; “Kavram yanılgısı bir hata veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir. Kavram yanılgısı zihinde bir kavramın yerine oturan fakat bilimsel olarak o kavramın tanımından farklı olması demektir” (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002: 110).

Bu araştırmada kavram yanılgısı terimini kullanmak yerine son yıllarda kullanılması tercih edilen alternatif kavram terimi kullanılacaktır. Yakışan, Selvi ve

Yürük (2007) alternatif kavramı şu şekilde tanımlamışlardır; “Alternatif kavramlar bir duruma açıklama getirirken rastgele verilen hatalı cevaplar değil, aksine zihindeki diğer öğelerle de ilişkili, arkasında dayanakları olan bilimsel olarak kabul gören görüşlerden farklı zihinsel model ve tanımlardır” (s. 60-61).

Alternatif kavramların çeşitli kategorilerde toplanması mümkündür (Yürük, 2000).

1. Önyargılı Fikirler: Çeşitli olaylardan akıl yürüterek oluşturduğumuz kavramlardır ki bunlar her günkü deneyimlerimize kök salan kavramlardır.
2. Bilimsel olmayan inanışlar: Öğrencilerin dini ve efsanevi gibi bilimsel olmayan kaynaklardan elde ettikleri kavramlardır.
3. Kavramsal yanlış anlamalar: Öğrencilerin bilimsel bilgileri paradokslara karşı koyarak onları kışkırtmayan yollarla düşünceleri ve kendi akıl yürüterek oluşturdukları kavramlar ile bilimsel olmayan inanışlarını karşılaştırmalarından kaynaklanmaktadır. Bu karmaşıklığı ele aldığımızda öğrencilerin yapılandırdıkları yanlış modellerin formal ortamda tanıtılan kavramlara nazaran daha güçlü olduklarını söyleyebiliriz.
4. Konuşma dilindeki yanlış kullanımlar: Her gün kullandığımız kelimeleri, bilimsel bağlamlarda farklı anlamlar yükleyerek kullanmamızdan kaynaklanmaktadır.
5. Olgulara dayanan yanlış kavramlar: Erken yaşta öğrenilen hatalı kavramlar yetişkinlikte karşı koymaksızın alıkonulur.

Öğrencilerin öğretim sırasında alternatif kavramlara sahip olabileceğinin göz ardı edilmesi durumunda öğrenci, kendi kavramının doğru olduğuna inanıp, doğrusundan farkını ayırt edemeyebilir. Bulunduğu karmaşık durumdan dolayı yeni girişimlerde bulunmayı istemeyebilir. Yani birey var olan fikirleri ile yetinmeye devam eder ve sahip olduğu düşüncenin doğru olduğunu varsayar. Bu yüzden alternatif kavramlar tespit edilirken öncelikle sebepleri çok iyi analiz edilmelidir. Coştu ve diğerlerinin yaptığı araştırmada (2007) alternatif kavramların sebepleri şu şekilde sıralanmıştır;

1. Bilgi eksikliği,
2. Somutlaştırma amaçlı deneylerin yapılmaması,
3. Öğretmenlerin konuları sunuş biçimleri,
4. Öğrencilerin önceki deneyimleri ve düşünceleri,
5. Ders kitapları,

6. Yanlış ilişkilendirmelerde bulunma.

Isı ve sıcaklık konusu öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla karşılaşabilecekleri konular arasındadır. En basiti bir hava durumu haberleri seyredilirken bile öğrenciler bu iki kavramla yüz yüze gelmektedirler. Dolayısıyla öğrencilerin öğrenme ortamına getirdikleri ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili çeşitli alternatif kavramlarının olduğu yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Aşağıda ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili alternatif kavramları içeren ve günümüze kadar yapılan çalışmalar sunulmuştur.

2.1.1. Isı ve Sıcaklık Konusunda Yapılan Araştırmalar

Gerek yurt içinde yapılan gerekse yurt dışında yapılan araştırmalar ilköğretimden yüksek öğrenime kadar çeşitli yaş gruplarındaki öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunu anlamada güçlük çektiklerini göstermektedir (Kesidou ve Duit, 1993; Lewis ve Linn, 1994; Gürses, Doğan ve Yalçın, 2002; Şenocak, Dilber, Sözbilir ve Taşkesenligil, 2003; Sözbilir, 2003). Isı ve sıcaklık konusunda her yaştan öğrencinin alternatif kavramının olması ısı ve sıcaklık konusunun daha çok soyut kavramları barındırmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramları günlük hayattaki konuşmalarda sürekli birbiri yerine kullanılmakta ve öğrenenler duyu organlarıyla algıladıkları her şeyin doğru olduğuna inanmaktadırlar. Isı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlar bu sebepler düşünüldüğünde gerek ontolojik olarak gerekse epistemolojik olarak inançlar bakımından desteklenmektedir. Isı ve sıcaklık konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrenenlerin ısı ve sıcaklık kavramlarını fiziksel bir olgu gibi düşündükleri tespit edilmiştir (Erickson, 1979; Kesidou ve Duit, 1993).

Alternatif kavramların tespiti ve giderilmesi alanında gittikçe popüleritesi artan ısı ve sıcaklık konusunda ilk araştırmayı 1979 yılında Erickson'un yaptığı bilinmektedir. Erickson yaptığı bu araştırmada 12 yaşındaki öğrenci grubu üzerinde çalışmış ve öğrencilerin gerçek materyallerle ısı kavramını çeşitli örneklerle resmetmelerini istemiştir. Daha sonra bu öğrencilere kimi sorular yöneltilmiş ve bu aşamayı kayıt altına almıştır. İncelenen kayıtlar sonucunda öğrencilerin ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündüklerini, sıcaklığın madde miktarı ile orantılı olarak değiştiğini düşündüklerini tespit etmiştir. Öğrenciler ısıyı maddesel bir olgu olarak düşünürlerken ısının sıcaklık farkı olmaksızın nesnelerin içinde var olduğunu ve bu ısı miktarı ile maddelerin kütleleri arasında doğru orantılı bir ilişkinin bulunduğuna inanmaktadırlar. Erickson daha sonraki yıllarda yaptığı araştırmada (1980) farklı yaş grubundaki öğrencilerle çalışmasına rağmen hemen hemen aynı sonuçlara ulaşmıştır.

Kesidou ve Duit 1993 yılında 15'i kız 19'u erkek olan onuncu sınıf öğrencilerinin ısı alış verişi hakkındaki görüşlerini öğrenmek için onlarla görüşme yapmışlardır. Bu görüşmelerinin sonucunda öğrencilerin ısıyı yüksek sıcaklık olarak nitelediklerini, sıcaklığı bir enerji gibi düşündüklerini ve sıcaklığın bir maddeden diğerine aktarıldığını düşündüklerini tespit etmişlerdir.

Lewis ve Linn 1994 yılında 37 ortaokul öğrencisi, 9 yetişkin ve 8 uzman üzerinde yaptıkları araştırmada günlük hayatta kullanılan ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramlara yükledikleri anlamları araştırmışlardır. Örneklem grubunda yer alan çoğu öğrencinin ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramları hakkında alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır.

Thomas ve diğerlerinin 1995 yılında yaptıkları araştırmada ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramını birbirinden ayıramadıklarını ve bundan dolayı birçok öğrencinin bu kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları sonucuna varmışlardır. Ayrıca yapılan araştırmada öğrencilerin aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıklarının aynı olduklarını kabullenmek istemedikleri tespit edilmiştir.

Kaptan ve Korkmaz (2001) yaptıkları çalışmada sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan 65 ikinci sınıf öğrencisi üzerinde 10 tane açık uçlu sorudan oluşan bir anket uygulamışlardır. Araştırmanın sonucunda sınıf öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin en temel düzeyde bile ısı ve sıcaklık kavramlarını doğru kullanmadıkları ve ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili çeşitli alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarında tespit edilen bazı alternatif kavramlar şöyledir: Isı ve sıcaklık aynı kavramlardır, vücut sıcaklığı kavramı yerine vücut ısı kavramını kullanma, sıcak madde ile soğuk madde yan yana getirildiğinde sıcak maddeden soğuk maddeye sıcaklık gider.

Şenocak, Dilber, Sözbilir ve Taşkesenligil (2003) ısı ve sıcaklık konularını kavrama düzeylerini belirlemek için 4. sınıftan 8. sınıfa kadar ilköğretim öğrencileri üzerinde çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada koyu renkli cisimlerin güneş ışınlarını daha fazla soğurmasını, madde miktarı farklı aynı cins sıvıların özdeş ısıtıcılarla ısıtılmasını, madde miktarı aynı farklı cins maddelerin enerji iletimlerini ve ısı ile sıcaklık kavramlarını kavramsal ve doğal içerikli yoklayan sorulardan oluşan test uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin kendi tecrübeleriyle uyuşmayan konuları öğrenmekte güçlük çektikleri, yaşantılarıyla bağ kurabildikleri konuları kolay öğrendikleri saptanmıştır.

Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek 2003 yılında yapmış oldukları çalışmayı lise ve üniversitede öğrenim gören 1017 öğrenciye uygulamışlardır. Araştırmada açık uçlu sorularla birlikte çoktan seçmeli soruların da yer aldığı toplam 15 soruluk bir ısı ve sıcaklık kavram testi geliştirilmiştir. Geliştirilen testin uygulanmasıyla lise ve üniversitede öğrenim gören öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili çeşitli alternatif kavramlara sahip oldukları ve lise ile üniversitede öğrenim gören bu öğrencilerin alternatif kavramlarının birbirine benzer olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada öğrencilerde genellikle görülen bazı alternatif kavramlar şunlardır: Bir cismin diğer bir cisme göre sıcaklığı yüksekse her zaman ısı da yüksektir, ısı ve sıcaklık aynı kavramlardır, oda sıcaklığında elimizi metal ve tahtaya dokundurduğumuzda metali daha soğuk hissederiz, alınan ve verilen sıcaklıklar eşittir.

Kocakulah ve Kocakulah 2002 yılında sundukları çalışmada, 15 yaşındaki 259 ortaöğretim öğrencisi ile çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarındaki öğrencilere 6 tane açık uçlu sorudan oluşan anket uygulamışlar ve 4 öğrenci ile mülakat yapmışlardır. Elde ettikleri veriler ışığında da 15 yaşındaki ortaöğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramsal yapılarını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar öğrencilerde tespit ettikleri kavramsal yapıları ilişkili ve tam, ilişkili ama tam olmayan, ilişkisiz olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmıştır. Konuyla ilgili ilişkisiz kavramsal yapılar ise konu dışında diğer başka kavramların kullanılması ve deneyimler ile gözleme dayalı oluş şekline göre bir alt kategoride sınıflandırılmıştır. Çalışmada öğrencilerin ısıyı bir enerji olarak bilmelerine rağmen bazı noktalarda çelişkiler yaşadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirinden farklı olduğunu söyleseler de öğrencilerin bu iki kavram arasındaki farkı açıklamadıklarını tespit etmişlerdir. Hal değişimi olaylarında sıcaklığın sabit kalması sırasında öğrencilerin ısı ile ilgili kavramsal yapısının tam olmadığını saptamışlardır. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerin ısı iletimini, cismin çevresiyle ısı alış veriş yapması olarak düşündükleri bulunmuştur.

Günümüze kadar yapılan araştırmalar öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda alternatif kavramlarının olduğunu göstermektedir (Erickson, 1979-1980; Clough ve Driver, 1985; Lewis ve Linn, 1994; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Bu araştırmada öğrencilere gerek yazılı gerek sözlü sorulan sorulardan gelen cevaplar üzerine öğrencilerin genellikle şu alternatif kavramlara sahip oldukları belirtilmiştir:

- Isı maddesel bir nesnedir ve madde miktarıyla ısı miktarı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır.
- Isı ve sıcaklık kavramları çoğu zaman aynı anlama gelirler.
- Sıcaklık maddenin miktarına veya büyüklüğüne bağlıdır.
- Yünlü maddeler nesneleri sıcak tutmak için iyidir, ama soğuk tutmak için iyi değildir.
- Alüminyum folyo nesneleri soğuk tutmak için daha çok tercih edilir.
- Isı iletimi olayı tam anlaşılamamakta, genellikle metal nesnelerin aynı ortamda bulunan diğer nesnelerden daha soğuk olduğuna inanılmaktadır.
- Isı alış verişi tamamlandığında maddelerin hem sıcaklıkları eşitlenir hem de ısıları eşitlenir.
- Isı alış verişi olayında sıcaklık transfer edilir bu bakımdan sıcaklık bir enerjidir.
- Maddelerin sıcaklığı tutma kapasiteleri vardır.

2.2. Kavramsal Değişim

Öğrencilerin var olan alternatif kavramlarının bilim insanlarınca doğru kabul edilen bilgilerle değiştirilmesi kavramsal değişim olarak adlandırılır. Kavramsal değişim çalışmalarının başlangıç noktası alternatif kavramların ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması aşamasıdır (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Posner ve arkadaşları (1982), öğrenmenin kavramsal değişim süreciyle açıklanabileceğini belirtmişlerdir. Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için Posner ve arkadaşlarının ortaya koyduğu kavramsal değişim modelinde dört koşul öne sürülmüştür;

1. Var olan kavramdan dolayı zihinsel bir hoşnutsuzluk olmalı (*Dissatisfaction*),
2. Yeni kavram anlaşılır olmalı (*Intelligibility*),
3. Yeni kavram mantıklı görülmeli (*Plausibility*),
4. Yeni kavram karşılaşılan yeni durumlara uygulanabilir (*Fruitfulness*) olmalıdır.

Var Olan Kavramdan Dolayı Zihinsel Hoşnutsuzluk (Dissatisfaction)

Öğrenen bireyler var olan kavramlarının ortaya atılan bir durumu açıklamakta yetersiz kaldığını hissetmeli ve var olan kavramlarından hoşnutsuz olmalıdırlar ki var olan alternatif kavramlarını bilim insanlarınca kabul gören kavramlarla değiştirme yoluna gitsinler. Eğer, öğrenen bireyler var olan kavramlarını ortaya çıkan bir durumu açıklamakta kullanırken hoşnutsuz olmazlarsa bu kavramları değiştirmek istemezler.

Ayrıca öğrenen bireylerdeki hoşnutsuzluk seviyesi arttıkça var olan kavramlarını değiştirme eğilimleri de artacaktır. Öğrenen bireylerin var olan alternatif kavramlarından hoşnutsuz olmalarını sağlamak için öğrenenlerde kavramsal çelişki meydana getirilmelidir. Kavramsal çelişki (*cognitive conflict ya da conceptual conflict*) oluşturma şartlarını Hewson ve Hewson (1983) yaptıkları çalışmada açıklamışlardır.

Yeni Kavram Anlaşılır Olmalı (Intelligibility)

Öğrenenler var olan kavramlarının yetersizliğini hissettikten sonra yeni kavram anlaşılabilir olmalıdır ki kabullensinler.

Yeni Kavram Mantıklı Görülmeli (Plausibility)

Öğrenenler için yeni kavram mantıklı ve akla yatkın görülmelidir. Yeni kavramın mantıklı görülmesi için var olan kavramlarla ve bireyin kavram ekolojisindeki öğelerle yeni kavramın uyum sağlaması gerekir.

Yeni Kavram Karşılaşılan Yeni Durumlara Uygulanabilir Olmalıdır (Fruitfulness)

Yeni kavram öğrenenlerin karşılaştığı ya da karşılaşması olası yeni durumlara uygulanabilir olmalıdır. Yani öğrenenler anlaşılır ve mantıklı gelen yeni kavramlarını açıklayamadıkları durumları açıklamada ve karşılaştıkları yeni problem durumlarında farklı bakış açılarıyla kullanabilmelidirler.

Kavramsal değişim sürecinde yer alan teorik bileşenlerden biri de kavramsal ekolojidir. Kavramsal ekoloji, biyolojik ve zihinsel çevrelerin arasında bir analogi olarak Toulmin (1972) tarafından tanımlandı. “Çevrebilimsel bir hücrenin çevresel karakteristikleri, onun sınırının içinde meydana geliyor olan doğal seleksiyonu etkiler. Benzer şekilde bireylerin zihinsel çevresinin öğeleri, onun sınırının içinde anlamaya çalışmalarına ilişkin faaliyetleri içerir” (Yürük, 2005: 42). Bir düşüncenin kabul edilmesi veya reddedilmesi kavramsal ekolojinin sınırları içinde gerçekleştirilir. Posner ve diğerleri (1982), kavramsal ekolojinin bileşenlerini şu şekilde tanımlamışlardır: (1) anormallikler (*anomalies*); (2) analogiler ve mecazlar (*analogies and metaphors*); (3) epistemolojik taahhütler (*epistemological commitments*); (4) metafiziksel inanışlar ve kavramlar (*metaphysical beliefs and concepts*); (5) diğer bilgiler (*other knowledge*).

Kavramsal değişim sürecinin gerçekleşmesi için yukarıda Posner ve arkadaşları tarafından (1982) öne sürülen dört temel koşul kavramların statüsünü tayin eder. Bir

kavram ne kadar anlaşılır, mantıklı ve yeni karşılaşılan durumları açıklamada kullanılabilir olursa o kavramın statüsü var olan kavramın statüsüne göre o kadar yüksek olur (Hewson, 1981). Kavramsal ekolojide bulunan a) kavramla ilgili ön bilgilerin\mevcut bilgilerin, b) ön kavramlarla ilgili yeni bilgilerin, c) çeşitli kavramlar arasındaki ilişkilerin ve d) epistemolojik ve ontolojik inançların birbirlerini etkilemeleri sonucu bazı kavramların statüsü artarken bazı kavramların statüsü azalır (Hewson, Beeth ve Thorley, 1998). Kavramlar var olan bilgiler ışığında yeniden organize edilirken yeni fikirlerin oluşumunu tetikler. Kavramsal değişimin temeli; kullandığımız bilgilerle, öğrendiğimiz ve var olan bilgiler arasında ilişki kurabilmeye dayanır (Hewson ve Thorley, 1989). Hewson'a göre (1981) kavramsal değişim iki şekilde gerçekleşir. Birincisi var olan kavramların üzerine yenisi eklenir (conceptual capture); İkincisi var olanlar yeniden organize edilir (conceptual exchange). Dolayısıyla kavramsal değişim sürecinde yeni kavramın var olan kavrama göre statüsü yüksekse kavram değişir.

Kavramsal değişim süreci için daha sonraki yıllarda Chinn ve Brewer 1993 yılında yaptıkları çalışmada öğrencilerin o anki teorik bilgileri ile çelişen durumlarla karşılaştıklarında nasıl tepki verdiklerini araştırmışlardır ve bir bireyin böyle bir durumda yedi farklı şekilde davranabileceğini söylemişlerdir. Bunlar: (a) anormal bilgi kabul edilmez (göz ardı edilir); (b) anormal bilgi reddedilir; (c) teorinin içine alınmaz, başka bir bilim alanının içinde tutulur; (d) veri muallakta (askıda) tutulur; (e) teorik bilgi akılda tutulurken bilgi yeniden oluşturulur; (f) yeni oluşturulan bilgi teorik bilgide marjinal değişiklikler oluşturur; (g) bilgi kabul edilir ve teorik bilgi değiştirilerek kabul edilir.

90'lı yılların ortalarından sonra birkaç araştırmacı kavramsal değişim sürecine daha yakın bir bakışı almaya başladı. Bilişsel gelişim psikologlarından birçok araştırmacı, öğrenenlerin bilişsel yapısındaki değişikliğin doğasının açıklanabilmesi için farklı teorik yapıları kabul etti (diSessa, 1993; Vosniadou, 1994). diSessa (1993), yaptığı çalışmada öğrenenlerin kavramsal bilgilerini, fiziksel dünyanın günlük tecrübelerinden sezgisel olarak elde ettiklerini ve bu bilgilerinin her ne kadar tutarlı bilgiler olmasa da bölünmüş bilgi parçaları halinde izole edildiğini savunmuştur. Bu bilgi parçalarını diSessa (1993), “fiziksel gerçekliğin yorumu”nun sonucu olarak inşa edilen ilkel şemalar olarak tanımlamıştır (s. 112).

Vosniadou (1994)'nın kavramsal değişim süreci teorisinde anlamsız ve tutarsız bilgi parçaları alternatif kavramlarda sonuç vermezken, öğrenmekte olan kimselerin

anlamalı zihinsel modelleri yaratmak için girişimlerinde sonuç verir. Vosniadou (1994), kavramsal değişim sürecini düşüncelerin gözden geçirildiği ve zenginleştirildiği aşamalı bir süreç olarak kabul etmiştir. Zenginleştirme, “kavramsal değişimin en basit biçimi” olarak kabul edilmiş ve var olan fikirlere veya teorik çerçeveye yeni bilgilerin eklenmesi olarak tanımlanmıştır (Vosniadou, 1994: 49). Birey yeni bilgilerin eski bilgilerle çeliştiği bir durumla karşılaştığında sahip olduğu zihinsel yapılarda bir revizyona (gözden geçirmeye) gereksinim duyar. Ayrıca Vosniadou (1994), kavramsal değişimde epistemolojik ve ontolojik inançların da büyük rol oynadığına değinmiş ve zihinsel modeller üzerinde durmuştur. “Zihinsel modeller, inanışlar ve öncelikli varsayımlar gibi benzer bir yolla bilgi kazancı sürecini zorlayabilen dinamik ve üretken temsillerdir” (Yürük, 2005: 49).

Kavramsal değişim sürecinde başka bir teori Chi, Slotta ve Leeuw (1994) tarafından geliştirilmiştir. Chi ve diğerleri varlıkların üç farklı ontolojik kategoride olduğu şeklinde bir sınıflandırma yapmışlardır. Bu ontolojik kategoriler: (a) madde (*matter*); (b) faaliyetler (*processes*); (c) zihinle ilgili durumlar (*mental states*)’dır. Bu üç ontolojik kategorinin her birinin altında çeşitli alt kategorileri görmek de mümkündür. Örneğin zihinle ilgili durumlar ontolojik kategorisi, duygusal (*emotional*) ve amaçsal (*intentional*) durumlar olmak üzere iki alt kategoride sınıflandırılmışken; madde kategorisi doğal madde (*natural kind*) ve yapay madde (*artifacts*) olarak sınıflandırılmış; faaliyetler kategorisi ise, prosedür (*procedure*), olay (*event*) ve baskı temelli etkileşim (*constraint-based interaction*) olarak sınıflandırılmıştır.

2.2.1. Kavramsal Değişim Metinleri

Var olan alternatif kavramların bilim insanlarınca kabul görenleri ile değiştirilebilmesi için çeşitli araştırmalarda çeşitli materyaller ve teknikler kullanılmıştır (Erickson, 1979; Wiser ve Amin, 2001; Coştu, Ayas ve Ünal, 2007). Alternatif kavramları gidermede kullanılan materyallerden biri de kavramsal değişim metinleridir. Kavramsal değişim metinleri var olan alternatif kavramlarla, bu alternatif kavramların bilim insanlarınca kabul görenleri arasındaki farklılığı açıkça ortaya koyan metinlerdir (Hynd ve Alverman, 1986). Bu amaçla hazırlanan metinler iki farklı tipte olabilir. Bunlardan birincisi olan kavramsal değişim metinlerinde alternatif kavramlar öğrencilere anlatılır ve bu anlatımın arkasından aynı alternatif kavramı çürütecek olan deliller sunulur (Guzzetti ve ark., 1992). Bu tip metinlere çürütücü metinler (*refutational text*) denilir. İkinci tip olan kavramsal değişim metinlerine ise genellikle bir soruyla

başlanır. Böylece öğrenciler konuyla ilgili bilgilerinin yetersizliğini fark ederler. İlgili sorunun ardından bilimsel bilgiler açıklanır ve alternatif kavramın giderilmesi için yeteri kadar örnekler verilir. Bu araştırmada birinci tipte olan çürütücü metinler kullanılmıştır.

2.2.1.1. Kavramsal Değişim Metinleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Hynd, McWhorter, Phares ve Suttles 1994 yılında yapmış oldukları çalışmada lise öğrencilerinden oluşan örneklem grubunu sekiz farklı gruba ayırıp, her gruba ayrı ayrı öğretim yöntemleri uygulamışlardır. Hynd ve arkadaşları yapmış oldukları bu çalışmada çürütücü metinlerin, gösteri deneyleri ve tartışma metodu kullanılan öğretim yöntemine göre etkililiğini incelemişlerdir. Araştırmacılar çürütme metinlerinin kullanıldığı gruplardaki öğrencilerin diğer gruplarda yer alan öğrencilere göre fizik eğitiminde kavramsal anlamalarının daha olumlu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Hynd, Alvermann ve Qian (1997) yaptıkları çalışmada ilköğretim öğretmeni adaylarının hareket konusundaki kavramsal anlamaları üzerine çalışmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında 73 kişiden oluşan örneklem grubunu rastgele dört gruba ayırmışlar ve kavramsal değişim metinleri ile gösteri deneylerinin yapıldığı öğretim yönteminin hareket konusundaki kavramsal anlamaları nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Ön test ve son test desenli olan bu araştırmada son test puanlarının ortalamaları arasında kavramsal değişim metinleri ile beraber gösteri deneylerinin yapıldığı öğretim yöntemi uygulanan grubun hareket konusuyla ilgili kavramsal anlamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiş. Ayrıca araştırmada hareket konusuyla ilgili kavramsal anlamının kalıcılığına bakmak için 2 ay sonra tekrar test uygulanmış ancak kalıcılıkta uygulanan bu test puanlarının ortalamaları arasında herhangi bir anlamlı fark saptanmamıştır.

Guzzetti, Williams, Skeels ve Wu (1997) yaptıkları çalışmada farklı türde hazırladıkları çürütücü metinlerin sezgilere aykırı fizik kavramları hakkındaki kavramsal anlama üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmaya seçilen fizik sınıflarından farklı seviyedeki öğrenciler katılmıştır. Öğrenciler çürütücü metinler sayesinde var olan kavramlarını bilim insanlarınca kabul gören şekilleriyle değiştirmelerine rağmen bazı öğrencilerin alternatif kavramlarını devam ettirdikleri saptanmıştır.

Chambers ve Andre (1997), araştırmalarında psikolojiye giriş dersini alan, gönüllü üniversite öğrencilerinden oluşan bir örneklem grubu ile çalışmışlardır. Elektrik kavramlarının anlaşılması üzerine yapılan araştırmada kız ve erkek öğrencilerin elektrik

kavramlarına karşı daha ilgili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı gruptaki kız ve erkek öğrencilerin, geleneksel yöntemle işlenen gruptaki kız ve erkek öğrencilere göre kavramsal anlamalarının daha iyi düzeyde olduğunu saptamışlardır.

Yürük, Geban ve Çakır 2000 yılında lise öğrencilerinden oluşan örneklem üzerinde yapmış oldukları araştırmada kavramsal değişim yaklaşımının hücre solunum konusunda biyoloji dersine karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları araştırma sonucunda kavramsal değişim metinlerinin lise öğrencilerinin biyoloji dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın oluşmadığını tespit etmişlerdir.

Başer ve Çataloğlu 2005 yılında yapmış oldukları araştırmada 7. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramları öğrenmelerini ve fen bilgisi dersine karşı tutumlarını incelemişlerdir. Toplam 74 öğrencinin katıldığı araştırmada kavramsal değişim yöntemine dayalı öğretim uygulanmıştır. Öğrencilerin kavramsal değişim yöntemine dayalı öğretimle ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenlerle değiştirdiği ve bu bakımdan kavramsal değişim yöntemine dayalı öğretimin ısı ve sıcaklık kavramlarının anlaşılmasında iyi sonuç verdiği bulunmuştur.

Dilber 2006 yılında yapmış olduğu çalışmada elektrik kavramlarına yönelik analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin fizik eğitiminde öğrenci başarısına etkisini ve kavram yanlışlarının giderilmesini incelemiştir. Ayrıca kullanılan yöntemin fizik dersine karşı tutumları üzerindeki etkileri de araştırılmıştır. Araştırmada 1. sınıf Fen Bilgisi öğretmen adaylarından oluşan 95 kişi yer almıştır. Öğretmen adaylarından bir gruba kavramsal değişim metinleri ile beraber analogi yöntemi uygulanırken, öğretmen adaylarından oluşan diğer gruba geleneksel öğretim uygulanmıştır. Araştırmacı, çalışmada kavramsal değişim metinleriyle beraber analogi yönteminin uygulandığı gruptaki öğretmen adaylarının, geleneksel öğretim metodu kullanılan gruptaki öğretmen adaylarına göre hem daha başarılı, hem de kavram yanlışlarını giderme eğilimlerinin daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Ancak öğretmen adaylarının fizik dersi tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamaları arasında herhangi istatistiksel bir anlamlı farkın olmadığını belirtmiştir.

Köse, Ayas ve Uşak (2006) yaptıkları araştırmada, Fen Bilgisi öğretmeni adaylarından oluşan bir grup üzerinde, bitkilerde solunum ve fotosentez konularında var olan alternatif kavramların giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisini

incelemişlerdir. Toplamda 100 Fen Bilgisi öğretmeninden oluşan örneklem grubu geleneksel öğretimin uygulandığı ve kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı grup olmak üzere rastgele atandıktan sonra öğretmen adaylarına konu ile ilgili test ön ve son test olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Araştırmacılar, çalışma sonucunda öğretmen adaylarının bitkilerde solunum ve fotosentez konularında çeşitli alternatif kavramlarının olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kavramsal değişim metnlerinin, geleneksel öğretime göre bitkilerde solunum ve fotosentez konusunda var olan alternatif kavramların giderilmesinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yürük (2007), yaptığı araştırmada kavramsal değişim metnlerinin elektrokimyasal piller konusunu anlamaya olan etkisini geleneksel yöntemle karşılaştırarak incelemiştir. Araştırmacı yaptığı çalışmada lise ikinci sınıfa giden öğrencilerle çalışmış ve gruplardan birinde geleneksel yöntemle ders işlerken diğer gruba kavramsal değişim metinleri ile konu işlenmiştir. Araştırmacı bu çalışmasında kavramsal değişim metinleriyle işlenen dersteki öğrencilerin, geleneksel yöntemle ders işlenen gruptaki öğrencilere göre konuyu daha iyi anladıklarını bulmuştur. Deney grubuna uyguladığı tutum ölçeği sonucunda ise grupların kimya dersine karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark tespit etmemiştir.

Sevim (2007) yapmış olduğu çalışmada, öğretmen adaylarının çözeltiler ve kimyasal bağlanma konularında kavramsal değişim metinleri geliştirmiş. Oluşturduğu bu kavramsal değişim metnlerinin öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramlara etkisini ve bu metinler aracılığıyla kavramsal değişimi ne ölçüde gerçekleştirdiklerini incelemiştir. Çalışma Fen Bilgisi öğretmenliği 150, 1. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan öğretmen adayları iki gruba ayrılmış olup, birinci gruptaki öğretmen adaylarına ders öncesi ve ders sonrası iki defa kavramsal değişim metinleri uygulanırken, ikinci gruptaki öğretmen adaylarının ise normal öğretimleri sürmüştür. Son test ve geciktirilmiş test sonuçlarına göre kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı gruptaki öğretmen adaylarının, normal öğretimlerine devam eden öğretmen adaylarına göre kavramsal değişimi daha fazla gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca kavramsal değişim metnlerinin uygulandığı gruptaki öğretmen adaylarının kimya dersine karşı tutumları ile normal öğretimlerine devam eden öğretmen adaylarının kimya dersine karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu belirtilmiştir.

Gürbüz (2008) yaptığı araştırmada 51 tane ilköğretim 6. sınıf öğrencisi üzerinde 3 aşamalı ısı ve sıcaklık kavram başarı testi uygulamıştır. Çalışmasında yarı deneysel

desen kullanan Gürbüz kavram değişim metnlerinin okutulmasından sonra öğrencilerle sınıf içi tartışmalara yer vermiştir. Sonuç olarak kavramsal değişim yöntemini esas alan gruptaki öğrencilerin alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimlerinin geleneksel öğretim yöntemini esas alan kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

2.3. Üstbiliş nedir?

Öğretim ortamında öğrenenlerin aktif rol oynadıkları bir gerçektir. Araştırmacılar öğrenenlerin sadece kavramların anlamları üzerinde yoğunlaşmalarından ziyade, zihinsel süreçlerini kontrol edilebilir ve üstbilişsel şekilde bir öğrenmenin gerçekleştirilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu bakımdan istemli kavramsal değişim sürecinden bahsedilebilir. Araştırmacılar istemli kavramsal değişim sürecinde öğrenenlerin üstbilişsel olarak rollerinin olabileceğini savunmuşlardır. Bazı araştırmacılar var olan alternatif kavramlar değiştirilirken öğrenenlerin üstbilişsel aktivitelerinin doğasının, etkin bir şekilde kullanılabileceğini kabul etmişlerdir (Hennessey, 1999, 2003; Vosniadou, 1994, 2003). Üstbilişsel aktiviteler alternatif kavramların değiştirilmesinde etkin olarak kullanılabileceğinden, üstbilişin kavramsal değişim yaklaşımı içinde önemli roller üstlendiği kabul edilmiştir.

Üstbiliş terimi literatüre, John Flavell tarafından eklenmiştir. Flavell (1979), üstbiliş ve biliş kontrolünü: üstbilişsel bilgi, üstbilişsel deneyim, hedefler/görevler ve işlemler/stratejiler olmak üzere modellemiştir. Ancak daha sonra yapılan araştırmalarda üstbilişin, üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel kontrol (düzenleme) olmak üzere iki bileşenden oluşan sınıflandırmaları yaygınlaşmıştır.

2.3.1. Üstbilişsel Bilgi

Üstbilişsel bilgi, bilişsel girişimlerin sonucunu ve yönünü etkileyecek durumlarda hangi faktörlerin veya değişkenlerin sağlanacağını ve birbirlerini etkileyecekleri hakkında öncelikli olarak bilgi ve fikirlerden oluşur (Garner, 1987). Öğrenenler, bir metni okurken altını çizme ya da tekrar okuma gibi bilişsel stratejileri kullandıkları gibi kullandıkları stratejilerini gözden geçirmeleri gerektiğini ve metin ilerledikçe okumalarını kontrol etmeleri gerektiğini de bilirler.

Üstbiliş ve üstbiliş kontrolünü Flavell (1979), üstbilişsel bilgi, üstbilişsel deneyim, hedefler (veya görevler) ve işlemler (veya stratejiler) olarak sınıflandırmıştır.

Flavell (1979), bu sistemi ayrıntılı açıklarken üstbilişsel bilgiyi etkileyen değişkenleri de birey, görev ve strateji olarak gruplandırmıştır.

Birey Değişkeni (*person variable*): Bilişsel işlemciler olarak kendimiz ve diğer insanların varlığına inana geldiğimiz her şeyi kapsamaktadır. Birey değişkeni bireyler arası ve birey içi olarak daha da alt kategorilere ayrılabilir. Okuduğu parçanın özetini çıkararak anlamak birey içi değişken olarak; Bir öğrencinin diğerine göre sosyal olmasını bireyler arası değişken olarak örnek gösterebiliriz.

Görev Değişkeni (*task variable*): Biliş girişimleri süresince kullanılabilir olan bilgilerle ilgilidir. Bu kategorideki üstbiliş bilgisi, bilgisel girişimlerin nasıl en iyi şekilde yönetileceğini ve bu amacı gerçekleştirmede ne kadar başarılı olacağınızı gösteren değişimlerin anlaşılmasıdır.

Strateji Değişkeni (*strategy variables*): Bir problemi çözmek için ya da bir görevi yerine getirmek için kullanabilecek stratejiler hakkındaki bilgidir. Bir öğrencinin fen dersinde hareket ile ilgili problemleri çözmede hangi formülü kullanacağını bilmesi üstbilişsel bilgiyi etkileyen strateji değişkenine örnek olarak verilebilir.

2.3.2. Üstbilişsel Kontrol

Üstbilişsel bilgileri kullanabilme yeterliliği, kimi zaman yürütücü kontrol olarak geçse de bu araştırmada üstbilişsel kontrol olarak adlandırılacaktır. Üstbilişsel kontrol bilişsel bilgilerin yapılandırılmasında üstbilişsel bilgilerin, deneyimlerin, görev ya da stratejilerin bilinçli olarak kullanılması olarak tanımlanabilir. Üstbilişsel kontrol genel olarak planlama, kendini izleme ve kendini değerlendirme aşamaları olarak sınıflandırılabilir. Bu aşamalar bireylerin bir problem karşısında ilk olarak problemi doğru anlayıp anlamadıklarını tahmin etmeleriyle başlayıp, problemin çözümü hakkında kullanacağı stratejiyi planlamalarıyla devam eder. Çözüm sırasında stratejinin ne kadar süreceğini, yaptığı işlemler sonucunda başarıya mı ulaşacağını ya da başka bir strateji mi kullanması gerektiğini belirleme üstbilişsel kontrolün kendini izleme aşamasıdır. Bireyler kendini izlerlerken herhangi bir durumda kendi zihinlerinde olan süreçleri de izleyebilir. Örneğin bireyler o konuyla ilgili bir şeyi bilip bilmediklerini ya da geçmişte o konuyla ilgili zihinlerinde neler canlandırdıklarını bilebilirler (Wellman, 1985). Üstbilişsel kontrolün son aşaması ise daha çok uyguladığı stratejiden memnuniyet derecesiyle ilgilidir; Çünkü problemin çözümünde kullandığı stratejiden memnun olmama durumunda kullandığı yolun neresinde hata yaptığını ve düzeltmek için nelerin yapılması gerektiğini düşünecektir. Aynı şekilde üstbilişsel kontrolün kavramsal

boyutunda birey bir olayı açıklamada hangi kavramı kullanması gerektiğini de düşünecektir.

Son yıllarda üstbilişsel süreçlerin öğrencilerin var olan kavramlarını değiştirmede rol oynadığını kabul edilmiştir (Vosniadou, 2003). Araştırmacıların üstbiliş hakkındaki görüşleri çeşitli olmakla beraber üstbilişin çalışma disiplinlerini çok yönlü etkilediği düşünülmektedir. Üstbiliş bu çok boyutlu karakteri nedeniyle (yani çalışma disiplinlerini çeşitli yönlerden etkilediği için), üstbiliş hakkında yapılan çalışmalar belirli bilgi ve süreç odaklı kalmaktadır. Çok yönlü bir problem için tek bir kavramın kullanılmasının oluşturacağı karışıklık düşünüldüğünde üstbilişsel süreçler kavramsal değişim yaklaşımı için çok genel kalmaktadır. Üstbiliş terimi kavramsal düzeyde çok geniş bir kavram olarak kaldığından kavramsal düzeyde gerçekleşen süreçleri açıklamada araştırmacılar üstkavramsal bilgi ve üstkavramsal faaliyetler tanımını ortaya atmışlardır (Yürük, 2005; Yürük, Beeth ve Andersen, 2009).

2.4. Üstkavramsal Faaliyetler

Yürük (2005), üstkavramsal faaliyetleri üstbilişsel faaliyetlerin kavram öğrenimi boyutunu oluşturan faaliyetler olarak tanımlamıştır. Dolayısıyla üstkavramsal faaliyetler, üstbilişin doğasındaki problem çözme stratejileri ve öğrenenlerin bellekleri hakkındaki bilgileri gibi her çeşit bilgiyi içermezler. Üstkavramsal faaliyetler bireylerin zihinlerindeki kavramlarla ilgili farkındalık, izleme ve değerlendirme süreçlerini içeren faaliyetler bütünüdür. Yürük (2005)'ün belirttiği gibi üstkavramsal faaliyetlerin üç ana bileşeni vardır. Bunlar: (a) üstkavramsal farkındalık (*metaconceptual awareness*), (b) üstkavramsal izleme (*metaconceptual monitoring*) ve (c) üstkavramsal değerlendirme (*metaconceptual evaluation*)'dir.

2.4.1. Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti

Üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireylerin zihinlerinde var olan modellerin, kavramların, ontolojik varsayımların, ne bilmediklerinin, bağlamsal farklılıklarının ve tecrübelerinin ya da deneyimlerinin farkında olmalarını içerir. Üstkavramsal farkındalık kendi içinde iki ana faaliyetten oluşmaktadır.

1. Birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti
2. İkinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti

2.4.1.1. Birinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti

Birinci dereceden üstkavramsal farkındalık bireyin zihnindeki var olan ya da dinamik bir şekilde oluşturdıkları fiziksel dünya ile ilgili fikirler, zihinsel modeller ve gösterimler ile bireyin kavram ekolojisindeki öğelerden o an için haberdar olmasını gerektirir. Birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti Yürük (2005) tarafından aşağıdaki gibi alt faaliyetlere sınıflandırılmıştır:

1. Zihinsel modellerin\fikirlerin\kavramların birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
2. Ontolojik varsayımlardan birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
3. Ne bilmediğinin birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
4. Bağlamsal farklılıkların birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
5. Tecrübelerden\deneyimlerden birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak

2.4.1.2. İkinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık Faaliyeti

Birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin var olan bilgi ya da kavramsal anlamasına dair o anki zihinsel gösterimlerini açığa vurarak fark etmesini içerir. Bilişsel süreçlerinde meydana gelen değişimleri izleyebilmesi için bireyin tek başına o anki kavramsal anlamasının farkında olması yetmez. Aynı zamanda bireyin geçmişte de aynı kavramlara yüklediği anlamların, geçmişteki kavramsal anlamasının da farkında olması gerekir. Bu bakımdan ikinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin geçmişte zihninde var olan model, kavram ve gösterimlerinin ve kavram ekolojisindeki diğer öğelerle ilgilenir. İkinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinin aktif hale getirilebilmesi için bireyin ilgili kavramla hakkında birinci dereceden üstkavramsal farkındalığı aktif hale getirmiş olmalıdır. Bu bakımdan birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti, ikinci dereceden farkındalık faaliyeti için bir ön koşuldur. İkinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti de, birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinde olduğu gibi Yürük (2005) tarafından beş alt kategoriye sınıflandırılmıştır. Bu alt kategoriler şöyledir:

1. Ön bilgilerinin ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
2. Ontolojik varsayımlardan ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
3. Ne bilmediğinin ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
4. Bağlamsal farklılıkların ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak

5. Tecrübelerden\deneyimlerden ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak

2.4.2. Üstkavramsal İzleme Faaliyeti

Üstkavramsal izleme, bireyin devam eden bilişsel faaliyetleri veya bilişsel durumu hakkında bilgi üretmek için aktif olan süreçleri içerir. Üstkavramsal izleme faaliyetleri:

1. Bir fikri anladığını izleme
2. Başka birey ya da kaynaklardan gelen fikirleri\bilgileri izleme
3. Yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme
4. Daha önce sahip olunan fikirle daha önceki tecrübe\deneyim ile tutarlılığı izleme
5. Fikirlerdeki değişimi izleme olarak alt sınıflara ayrılmıştır (Yürük, 2005).

Üstkavramsal izleme faaliyetinin bazı alt kategorilerinin aktif halde kullanılabilmesi 1. dereceden ve 2. dereceden üstkavramsal olarak kavramların farkında olma faaliyetlerinin aktif olmasına bağlıdır. Nasıl ki 1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti için bir ön koşul ise, 1. ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetlerinin ikisi de fikirlerdeki değişimi izleme, daha önce sahip olunan fikirle daha önceki tecrübe\deneyim ile tutarlılığı izleme ve yeni fikir ile var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme faaliyetleri için bir ön koşuldur. Çünkü öğrenenlerin fikirlerindeki değişimi izleyebilmeleri için kavramlar hakkında o an nasıl düşündüklerini ve geçmişte hangi özellikleri o kavrama yüklediklerini karşılaştırma yapmaları gerekir.

2.4.3. Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyeti

Üstkavramsal değerlendirme faaliyeti bireylerin rakip fikirleri hakkında yargısal kararlar vereceği ve onlar için gerekçelerinin sağlanacağı bir süreci içerir. Bireyler üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde, fikirlerin inandırıcılığı ve kullanışlılığı konusunda farklı seçenekler arasından seçtikleri fikrin geçerliliği ve gerekçelerini sunmakla meşgul olurlar. Üstkavramsal değerlendirme faaliyetleri Yürük (2005) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

1. Var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapma. Bir fikrin neden çekici geldiğini, inanılır ya da kullanışlı geldiğini açıklama. Bir fikrin neden yanlış ya da neden doğru olduğunu ifade etme.

2. Farklı seçenekler içerisinde bir fikri seçmek ve bu fikrin verilen durum için diğerlerine göre daha iyi çalıştığını savunmak.

Bu faaliyet öğrenenlerin fikirleri hakkında yorumlar yapmalarını gerektirir. Daha önceki yapılan bir çalışmada kavramların statüsü arasında yeterince fark olmazsa kavramsal değişimin gerçekleşmeyeceği vurgulanmıştır (Hewson, 1981). Hewson (1981) yaptığı çalışmada öğrencilerin rakip kavramların inandırıcılığı ve kullanışlılığı hakkında kendi anlayışlarını değiştirirlerken kararlar aldıklarını vurgulamıştır. Öğrenenler üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde kendi kavramsal anlamalarını değiştirirlerken, aldıkları kararları açıklarken bir kavramın neden çekici geldiğini, diğerlerine göre neden daha inandırıcı olduğunu ya da diğerlerine göre neden kullanışlı olduğunu açıklarlar. Ayrıca üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde, önceki fikirleri ile sonra edindikleri fikirler arasında seçim yapıp bu fikrin verilen durumları açıklamada diğerine göre nasıl daha iyi çalıştığını da savunurlar ya da ortaya konmuş farklı fikirler arasından da mantıklı geleni seçebilir ve neden mantıklı geldiğini açıklamakla da meşgul olabilirler.

2.4.4. Üstkavramsal Faaliyetlerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Yürük 2005 yılında üstkavramsal öğretim uygulamalarına katılan öğrencilerin kullandığı üstkavramsal faaliyetleri incelemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada ABD’de lise düzeyindeki bir sınıfta uygulama yapmıştır. Yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin üstkavramsal faaliyetlerini aktif hale getirebilmek için poster hazırlama, kavram haritası, günlük yazma, grup münazarası, sınıf ve grup içi tartışmaları gibi çeşitli öğretim etkinliklerini kullanmıştır. Çalışmanın uygulama süreci 8 hafta boyunca devam etmiş ve öğretim süreci boyunca etkinliklere katılan ve alternatif kavramlarının çokluğu ve çeşitliliği göz önüne alınarak öğrencilerden bir kısmı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler ışığında hazırlanan etkinliklere katılan öğrencilerin üstkavramsal farkındalık, üstkavramsal izleme ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerini kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen veriler sayesinde üstkavramsal faaliyetlerin her bir alt ögesi tespit edilip tanımlanmıştır.

Yürük, Beeth ve Andersen (2009) yapmış oldukları çalışmada, üstkavramsal öğretim etkinliklerinin kuvvet ve hareket konusunda öğrencilerin kavramsal anlamalarına olan etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya 45 lise düzeyinde öğrenci katılmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere rastgele gruplara atanmışlar ve deney grubundaki öğrencilere üstkavramsal faaliyetleri aktif hale

getirecek çeşitli öğretim etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamaları ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamaları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu belirtilmiştir. Buna göre üstkavramsal faaliyetlerin öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamalarını olumlu etkiledikleri söylenebilir.

III. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmada kullanılan araştırma yöntemi, araştırma deseni, örneklem, araştırmanın uygulama basamakları, veri toplama araçları ile verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler yer almaktadır.

3.1. AraştırmaYöntemi

Araştırmanın amacı, üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini diğer metinlerle (çürütücü ve düz metinler) karşılaştırarak Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerine olan etkisini ve öğretmen adaylarının üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okurken kullandıkları üstkavramsal faaliyetleri incelemektir. Bu amaçla yapılan çalışmada yarı deneysel desen ve örnek olay incelemesinin kullanıldığı çoklu metot kullanılmıştır.

3.1.1. Yarı Deneysel Desen

Araştırmanın bağımsız değişkeni; “düz metinler”, “çürütücü metinler” ve “üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini” içeren metin türüdür. Bağımlı değişkenler ise farklı araştırma alt problemleri için ön ve son test olarak uygulanacak ısı ve sıcaklık kavramları testinden alınan puanlardır. Ayrıca okutulan metinlere karşı tutum ölçeğinden elde edilen puanlar da farklı araştırma alt problemleri için bağımlı değişken olarak ele alınmıştır.

Uygulamadan önce grupların denkliliğini belirlemek üzere bir üniversitenin 3 şubesinde yer alan 3. sınıf Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerine, ısı ve sıcaklık kavramları testi (Ek.1) ön test olarak uygulanmıştır. Öğretmen adayları gruplara rastgele kura yöntemiyle atanarak 1 kontrol grubu ve 2 deney grubu olmak üzere üç farklı grup oluşturulmuştur. Kontrol grubu olarak adlandırılan gruba ısı ve sıcaklıkla ilgili düz metinler okutulurken, deney gruplarından birine çürütücü metinler diğerine ise üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği kavramsal değişim metinleri

okutulmuştur. Metinlerin okunmasından bir hafta sonra ön test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testi son test olarak da uygulanmıştır. Son testlerle eş zamanlı olarak çalışmaya katılan tüm gruplardaki öğretmen adaylarına okudukları metinlere karşı tutum ölçeği uygulanmıştır. Son testin uygulamasını takip eden sekizinci hafta metinlerin kavramsal anlama üzerindeki etkilerinin kalıcılığını incelemek üzere ısı ve sıcaklık kavramsal anlama testi son olarak uygulanmıştır.

3.1.2. Örnek Olay İncelemesi

Ön test sonuçlarından faydalanılarak ısı ve sıcaklık konusunda çok ve çeşitli alternatif kavramlara sahip olan on üç öğretmen adayı görüşmeye çağırılmıştır. Bu on üç öğretmen adayından görüşmeye katılmak istemeyen üç öğretmen adayı çalışmadan çıkarılmıştır. Geriye kalan on öğretmen adayının beş tanesi çürütücü metinlerin okutulduğu grupta yer alırken, diğer beş tanesi üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği metinlerin okutulduğu grupta yer almıştır. Bu görüşmelerden altı tanesi bu çalışmada değerlendirilmiştir.

Araştırmada örnek olay incelemesi yoluyla öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarında değişim incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Isı ve sıcaklıkla ilgili görüşme soruları hazırlanırken konuyla ilgili mevcut literatürde tespit edilen alternatif kavramlar dikkate alınmıştır. Görüşme sorularının çerçevesi hazırlandıktan sonra taslakta yer alan sorular konuyla ilgili literatür hakkında bilgisi olan akademisyenlerin kontrolünden geçmiştir. Hazırlanan görüşme soruları çerçevesinde öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerin ses ve video kaydı alınmıştır. Kayıt altına alınan görüşmeler yazıya dökülerek analizi yapılmıştır. Ayrıca üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adayları, metinleri okuma esnasında da video ve ses kaydına alınmıştır. Bu sayede üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri okunurken öğretmen adaylarında hangi üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale geldiği tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmada kullanılan desen Tablo.3.1.2.1. de ayrıntılı olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.1.2.1. Araştırmanın Deneysel Deseni

GRUPLAR	ÖN TEST	UYGULAMA	SON TEST	KALICILIK TESTİ
DÜZ METİNLER	Isı ve sıcaklık kavramları testi	Düz metinler okutulmuştur.	Isı ve sıcaklık kavramları testi Tutum Ölçeği	Isı ve sıcaklık kavramları testi
ÇÜRÜTÜCÜ METİNLER	Isı ve sıcaklık kavramları testi Yarı yapılandırılmış görüşme	Çürütücü metinler okutulmuştur.	Isı ve sıcaklık kavramları testi Yarı yapılandırılmış görüşme Tutum Ölçeği	Isı ve sıcaklık kavramları testi
ÜSTKAVRAMSAL FAALİYETLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ	Isı ve sıcaklık kavramları testi Yarı yapılandırılmış görüşme	Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri okutulmuştur. Video kaydı alınmıştır.	Isı ve sıcaklık kavramları testi Yarı yapılandırılmış görüşme Tutum Ölçeği	Isı ve sıcaklık kavramları testi

3.2. Örneklem

Araştırmaya Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı'nda öğrenim gören üç şube, toplam olarak 105 tane 3. sınıf öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adayları düz metinleri okuyan grup, çürütücü metinleri okuyan grup ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan grup olarak 1 kontrol grubu ve 2 deney grubuna rastgele atanmışlardır. Kontrol ve deney gruplarındaki öğretmen adayı sayılarının cinsiyetlere göre dağılımı Tablo.3.2.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.2.1. Kontrol ve Deney Gruplarındaki Öğretmen Adaylarının Sayılarının Cinsiyete Göre Dağılımı

Gruplar	Kız		Erkek		Toplam
	N	%	N	%	N
Düz Metinler	26	74,2	9	25,8	35
Çürütücü Metinler	21	60	14	40	35
Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri	23	65,7	12	34,3	35
Toplam	70	66,6	35	33,4	105

ÇM'yi ve ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarındaki değişimi tespit etmek amacıyla, ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarından üç tane ve ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarından üç tane olmak üzere toplam altı öğretmen adayından metinleri okumadan önce ve okuduktan sonra yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla veri toplanmıştır. Çalışmanın bu boyutuna katılan öğretmen adayları metinleri okumadan önce ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili sahip oldukları alternatif kavramlarının sayısı ve çeşitliliği göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Görüşme yapılan öğretmen adaylarının okudukları metin türleri, cinsiyetleri ile ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları ön test puanları özellikleri Tablo.3.2.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2.2. Görüşme Yapılan Öğretmen Adaylarının Özellikleri

İsim	Cinsiyet	Ön Test Puanı	Okudukları Metin Türü
Yılmaz	Erkek	11	ÇM
Satı	Kız	12	ÇM
Fikriye	Kız	18	ÇM
Gamze	Kız	13	ÜKDM
Ebru	Kız	14	ÜKDM
Nisa	Kız	14	ÜKDM

Yarıyapılandırılmış görüşme yapılan öğretmen adaylarının isimlerinin gizliliğini sağlamak için verilerin kodlanması ve raporlaştırılması aşmasında öğretmen adaylarına gerçek isimlerinden farklı isimler verilmiştir.

3.3. Araştırmanın Uygulama Basamakları

Araştırmanın uygulama basamakları; metinlerin okutulmasından önceki süreç, metinlerin okutulması süreci ve metinlerin okutulmasından sonraki süreç olarak üç aşamada açıklanmıştır.

3.3.1. Metinlerin Okutulmasından Önceki Süreç

Araştırmanın amacını gerçekleştirmek için ilk olarak hem üstbiliş ve üstkavramsal süreç ile ilgili hem de ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili gerek ülkemizde gerekse yurt dışında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Daha önce ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili yapılan çalışmalardan öğretmen adaylarının konu ile ilgili sahip olabilecekleri alternatif kavramlar derlenerek, alternatif kavramlara yönelik bir liste oluşturulmuştur. Bu alternatif kavramlar doğrultusunda beş seçenekli (çoktan seçmeli) 30 sorudan oluşan “ısı ve sıcaklık kavramları testi” (Ek.1) çeşitli kaynaklardan yararlanarak (Başer, 1996; Yeo ve Zadnik, 2001) ve bazı sorular araştırmacı tarafından hazırlanarak düzenlenmiştir.

Literatür taraması yapıldıktan sonra ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri (üstkavramsal değişim metinleri) hazırlanmaya başlanmıştır. ÜKDM’de (Ek.2) daha önceki araştırmalarda tespit edilen alternatif kavramlar hedef alınmıştır. ÜKDM hazırlanırken üniversitede çalışan biri kimya öğretmenliği bölümünde diğer ikisi fen bilgisi öğretmenliğinde görev yapan toplam üç tane öğretim görevlisinden ve özel bir kurumda çalışan 2 tane fizik öğretmeninden metinlerle ilgili çeşitli dönütler edinilmiştir. ÜKDM tamamlandıktan sonra içerisindeki bilimsel bilginin içeriği ve örnekler aynı kalacak şekilde çürütücü metinler (Ek.3) ve düz metinler (Ek.4) oluşturulmuştur.

Metinlerin okutulması sürecine başlamadan, uygulama esnasında olası aksaklıkları en aza indirmek için, hazırlanan ısı ve sıcaklık kavramları testi ve ÜKDM özel bir kurumda öğrenim görmekte olan lise son sınıf ve mezun öğrencilerden oluşan 32 kişilik fen ve matematik puanlarına göre üniversite sınavlarına girecek olan grup üzerinde uygulanmıştır. Bu sayede çalışmada aksaklık yaratabilecek kısımlar tespit

edilip gerek ÜKDM’de gerekse ısı ve sıcaklık kavramsal anlama testinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Araştırma Fen Bilgisi öğretmen adayları üzerinde yapılacağı için, kontrol ve deney gruplarının kavramsal anlamalarının denkliğini belirlemek adına, belirlenen Fen Bilgisi öğretmenliği 3. sınıfta okuyan 105 öğretmen adayına düzenlenen ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test olarak uygulanmıştır. Örneklem grubundaki öğrencilerin gruplara rastgele atanmasıyla 1 kontrol grubu ve 2 deney grubu olmak üzere toplam üç grup yansız bir şekilde oluşturulmuştur.

ÇM’yi ve ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarındaki değişimi incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu (Ek.5) hazırlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan formla ilgili oluşabilecek sorunları ortadan kaldırmak için ÜKDM’de olduğu gibi üniversitede çalışan biri kimya öğretmenliği bölümünde diğer ikisi fen bilgisi öğretmenliğinde görev yapan toplam üç öğretim üyesinden gerekli dönütler alınmıştır. Oluşturulan deney gruplarından alternatif kavramlarının çeşitliliği ve sayısı çok olan toplamda altı öğretmen adayı seçilip ön görüşme yapılmıştır.

3.3.2. Metinlerin Okutulması Süreci

Metinlerin okutulması sürecinin başında öncelikle araştırmaya katılan öğretmen adaylarına alternatif kavramların fen eğitiminde öneminden bahsedilmiştir. Böylelikle araştırmanın amacı ve uygulama süreci hakkında öğretmen adaylarının duyarlılık sahibi olmaları sağlanmıştır.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarına DM okutulurken, deney gruplarından birine ÇM diğer deney grubuna ise ÜKDM okutulmuştur. Metinlerin okutulması esnasında öğretmen adaylarının birbirleriyle etkileşimlerini ortadan kaldırmak için metinler dağıtılırken, öğretmen adaylarının mümkün olduğunca birbirlerinden uzak oturması sağlanmıştır. Ayrıca ÜKDM, diğer metinlere göre daha uzun olduğu için ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının dikkatlerinin dağılmasını önlemek ve öğretmen adaylarının arasındaki etkileşimi azaltmak için bu metinleri okuyan öğretmen adayları, farklı bir sınıf ortamına götürülmüştür. ÜKDM grubunda ön görüşme yapılan 3 öğretmen adayına bu metinleri yüksek sesle okumak üzere ayrı ayrı günler belirlenmiştir. Bu öğretmen adaylarına uygun olan zamanlarda öğretmen adayları ile bireysel şekilde buluşularak onların metinleri okumasına müdahale etmeden ayrı bir odada metinleri okumaları sağlanmıştır. ÜKDM yüksek sesle okutulurken üstkavramsal

faaliyetlerin çeşitliliğini somut olarak gözleyebilmek için öğretmen adaylarının metinleri sesli okumaları video kaydına alınmıştır. Ayrıca araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarından kendilerine verilen metinleri okuduktan sonra dağıtılan metinler tekrar toplanmıştır. Farklı tür metinlerin okutulması esnasında araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının metinleri okuma süresine kısıtlama yapılmamış olup, her öğretmen adayı metinleri kendi okuma sürelerine göre okumuştur. Araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarına metinleri okumaları esnasında hiçbir müdahalede bulunulmamış ve onların da herhangi bir soru sormalarına izin verilmemiştir. Bu şekilde ısı ve sıcaklık konusunda hazırlanan farklı türden metinler sınıf içi tartışmaların etkisine maruz bırakılmamıştır. Çünkü çalışmanın amacı sınıf içi tartışmaların etkisinden uzak olarak sadece metinlerin okunması ile ısı ve sıcaklık konusunda hazırlanan farklı tür metinlerin alternatif kavramlara nasıl bir etkisi olduğunu incelemektir.

3.3.3. Metinlerin Okutulmasından Sonrası Süreç

Metinlerin okutulmasından bir hafta sonra ön test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testi son test olarak da uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının hazırlanan metinlere karşı tutumlarını değerlendirmek için bir tutum ölçeği (Ek.6) de ısı ve sıcaklık kavramları testinin son test olarak uygulanmasıyla eş zamanlı yapılmıştır. Son test uygulamasından sonra görüşme yapılan altı öğretmen adayı ile tekrar görüşme yapılmıştır. İlk görüşmeye katılan bu öğretmen adaylarıyla ikinci kez görüşme yapılmasının nedeni ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarındaki değişimi tespit etmektir. Son görüşmelerde, ilk görüşmelerde olduğu gibi yapılan mülakat ses ve video kaydına alınmıştır ve ilk görüşmede kullanılan sorular kullanılmıştır. Görüşmelerden sonra nitel veri analizini başlatmak için görüşme yapılan öğretmen adaylarının kayıtları bilgisayar ortamına aktarılmaya başlanmıştır. Son testin yapılmasından 8 hafta sonra örneklem grubunda yer alan öğretmen adaylarına ısı ve sıcaklık kavramları testi metinlerin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisinin kalıcılığına bakılmak üzere tekrar uygulanmış ve öğretmen adaylarının test sorularına verdikleri cevapların bilgisayar ortamına analiz edilmek üzere aktarımı tamamlanmıştır. Isı ve sıcaklık kavramları testinden elde edilen verilerin SPSS 11.5 paket programı ile istatistiksel analizi yapılmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerin betimsel analizi ise yapılan görüşmeler kodlanarak yapılmıştır. Yapılan istatistiksel ve nitel veri analizlerinden elde edilen bulgular yorumlanmış ve araştırmadan elde edilen sonuçlar raporlaştırılmıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Araştırmada aşağıda belirtilen veri toplama araçları kullanılmıştır.

1. Isı ve sıcaklık kavramları testi
2. Isı ve sıcaklık ile ilgili okunan metinlere karşı tutum ölçeği
3. Yarı yapılandırılmış görüşme
4. Video Kaydı

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

3.4.1. Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi

Öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda kavramsal anlamalarının tespiti için çoktan seçmeli kavram testi kullanılmıştır. Isı ve sıcaklık kavramları testinin hazırlanmasında aşağıdaki işlem basamakları takip edilmiştir.

- a) Testte ölçülecek olan alternatif kavramların belirlenmesi:

Öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda sahip oldukları alternatif kavramları belirlemek amacıyla daha önce yapılan çalışmalarda öğrencilerde tespit edilen alternatif kavramların bir listesi oluşturuldu.

- b) Kullanılacak soru türünün belirlenmesi:

Araştırmada literatürde yer alan alternatif kavramlar doğrultusunda öğretmen adaylarının konuyla ilgili kavramsal anlamalarını ölçmek için çoktan seçmeli sorular kullanılmıştır. Testteki sorular beş seçenekten oluşturulmuştur. Bu seçeneklerden dördü konuyla ilgili alternatif kavramları barındırırken; geriye kalan bir seçenek doğru cevabı içermiştir.

- c) Soruların yazılması:

Araştırma doğrultusunda geliştirilen ısı ve sıcaklık kavramları testinde yer alan sorulardan bir kısmı daha önce yapılan çalışmalardan alınarak teste eklenmiştir. Isı ve sıcaklık kavramları testinde yer alan sorulardan 18 tanesi Başer (1996) tarafından; 5 tanesi Yeo ve Zadnik (2001) tarafından; 7 tanesi ise araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Düzenlenen ısı ve sıcaklık kavramları testinde yer alan soruların tümü konuyla ilgisi olan biri kimya eğitiminde diğer ikisi fen bilgisi öğretmenliğinde görevli üç öğretim görevlisi ve özel bir kurumda çalışan 15 yıllık öğretmenlik deneyimi olan bir fizik öğretmeni tarafından değerlendirilmiştir.

d) Soruların test düzenine konulması:

Isı ve sıcaklık kavramları testindeki 30 sorunun testteki yeri belirlenirken içerdiği kavramlar bakımından birbirine benzer olan soruların öğretmen adaylarına avantaj sağlayacak şekilde arka arkaya gelmemesine özen gösterilmiştir.

e) Belirtke tablosunun hazırlanması:

Aşağıda ısı ve sıcaklık kavramsal anlama testi için hazırlanan belirtke tablosu yer almaktadır. Belirtke tablosu testin kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Yani ısı ve sıcaklık kavramları testinde ısı ve sıcaklıkla ilgili alternatif kavramların tümüne yeteri kadar yer verilmiştir. Tablo.3.4.1.'e bakarak testte yer alan soruların hangi alternatif kavramları içerdiği görülebilir.

Testin geliştirilmesi tamamlandıktan sonra ısı ve sıcaklık kavramları testinde daha önceki araştırmalarda geliştirilmiş sorular kullanıldığı için ve araştırmacı tarafından yeni sorular eklendiği için örneklem grubu içinde yer almayan ama yine fen bilgisi öğretmen adaylarından oluşan 3. sınıf toplamda 35 kişi üzerinde başarı testinin güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu gruptan elde edilen verilere göre testin Cronbach alpha değeri 0.69 olarak bulunmuştur. Yapılan incelemede oluşturulan testten madde çıkarmaya gerek olmadığı görülmüştür. Ayrıca bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların analiz edilmesiyle Cronbach alpha değeri 0.75 olarak bulunmuştur. Bir test için hesaplanan güvenilirlik katsayısının 0.70 ve daha yüksek olması test puanlarının güvenilirliği için yeterli görüldüğünden elde edilen güvenilirlik katsayısı değeri ısı ve sıcaklık kavramları testinin iyi bir standart düzeyde olduğunu göstermektedir.

Araştırmada geliştirilen ısı ve sıcaklık kavram testinin son hali ön test, son test ve kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Kavram testindeki sorulardan doğru olanlarına "1", yanlış ve boş olanlarına "0" verilerek değerlendirme yapılmıştır. Bu testten alınabilecek en yüksek puan "30" dur.

Tablo 3.4.1. Isı ve Sıcaklık Kavramları Testinde Yer Alan Sorulara Göre Alternatif Kavramlar Listesi

ALTERNATİF KAVRAMLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1. Isı ve sıcaklık kavramlarını birbirinden ayıramama	•	•			•			•					•				•		•					•	•		•				
2. Isıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme (kalorik düşünce)	•	•		•		•					•		•	•						•		•				•		•	•	•	
3. Isının bir enerji çeşidi olmadığını düşünme	•	•		•		•					•		•	•						•		•				•			•	•	
4. Isıyı sadece sıcak cisimlerin sahip olduğu enerji olarak düşünme														•													•		•		
5. Sıcak maddelerin ısısı, soğuk maddelerin ısısından daha fazladır														•										•				•			
6. Sıcaklık ısının şiddetidir					•									•						•									•		
7. Sıcaklık cismin yapıldığı maddeye bağlıdır			•			•		•		•								•		•	•		•	•		•				•	
8. Sıcaklık cismin büyüklüğüne (veya içerdiği madde miktarına) bağlıdır					•	•				•		•		•		•		•	•			•	•	•							
9. Sıcaklık ve soğukluk sıcaklık ölçek birimidir																											•				
10. Sıcaklık ve soğukluk cisimlerin özellikleridir		•		•			•				•				•	•										•	•				
11. Sıcaklık ya da soğukluk bir maddeden başka bir maddeye akabilir		•					•				•					•										•	•	•			
12. Sıcaklığın miktarı ile o cismin içerdiği hava miktarı				•											•			•				•	•								

3.4.2. Isı ve Sıcaklıkla İlgili Okunan Metinlere Karşı Tutum Ölçeği

Isı ve sıcaklıkla ilgili okunan metinlere karşı öğretmen adaylarının tutumunu tespit etmek amacıyla daha önce güvenilirlik çalışması yapılmış olan tutum ölçeği (Ek.6) Yürük (2000) tarafından geliştirilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından elde edilen veriler ışığında tutum ölçeğinin Cronbach alpha değeri 0.89 olarak tespit edilmiştir. Tutum ölçeği likert tipi 25 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde öğretmen adaylarının fikirlerini belirtebilecekleri 5 seçenekten oluşmaktadır. Tutum ölçeğinde yer alan maddeler ısı ve sıcaklıkla ilgili hazırlanan metinlerin okunması esnasında ve okunmasından sonraki bireyin yaptıklarıyla ilgilidir. Örneğin “Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak eğlenceliydi.” veya “Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak sıkıcıydı.” ifadeleri metinleri okumaları esnasındaki düşüncelerini almaya yöneliktir.

Tutum anketi “Isı ve Sıcaklıkla İlgili Okunan Metinlere Karşı Tutum Ölçeği” başlığı altında genel ifadelerle, her gruptaki metinlere özel olmadan (örneğin çürütücü metinleri okumak eğlenceliydi, düz metinleri okumak eğlenceliydi, üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okumak eğlenceliydi gibi olmadan) araştırmada oluşturulan tüm gruplara son testin bitiminde bir defa uygulanmıştır. Tutum ölçeğinde yer alan maddelerin olumlu olanlarında kesinlikle katılıyorum cevabına “5”, katılıyorum cevabına “4”, kararsızım cevabına “3”, katılmıyorum cevabına “2” ve kesinlikle katılmıyorum cevabına “1” verilerek değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca olumsuz ifadelerde bu puanlamanın tam tersi gerçekleştirilmiştir.

3.4.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Bu çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarını tespit etmek ve metinler okutulduktan sonra var olan alternatif kavramların üzerine bu metinlerin etkisini incelemek amacıyla deney gruplarındaki öğretmen adaylarından 3'er tanesiyle ön görüşme ve son görüşme olmak üzere iki defa yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bunun için toplam 7 ana sorudan oluşan ve bu ana soruların her biri için de çeşitli sayıda yan sorular bulunan bir görüşme formu (Ek.5) hazırlanmıştır. Görüşme formu hazırlandıktan sonra Fen Bilgisi öğretmenliği bölümünde görev yapan iki akademisyen tarafından görüşmede yer alan sorular ve görüşme formunun özellikleri bakımından gerekli dönütler alınmıştır.

Hazırlanan görüşme formunda yer alan sorular ısı, sıcaklık, iç enerji gibi kavramların birbirleriyle ilişkisini ortaya çıkarmaya çalışan sorulardır. Ayrıca görüşme formunda aynı ortamda bulunan aynı ve farklı cins maddelerin sıcaklığını sorgulayan ve maddelerin ısı iletim hızlarının birbirinden farklı oluşunun kavramsal anlamalarını tespit etmeye yardımcı sorular da yer almaktadır. Deney gruplarından seçilen toplam altı öğretmen adayı ile konuyla ilgili alternatif kavramlarının çeşitliliği ve çokluğu göz önünde bulundurularak amaçlı bir örneklem oluşturulmuştur. Araştırmanın uygulama sürecinden sonra ön görüşme yapılan öğretmen adayları ile yine onlara uygun olan zamanlar belirlenerek, var olan alternatif kavramlarına okudukları metinlerin etkisini incelemek amacıyla son görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmeler yarı yapılandırılmış olup; görüşmelerin hem video hem ses kaydı alınmıştır.

3.4.4. Video Kaydı

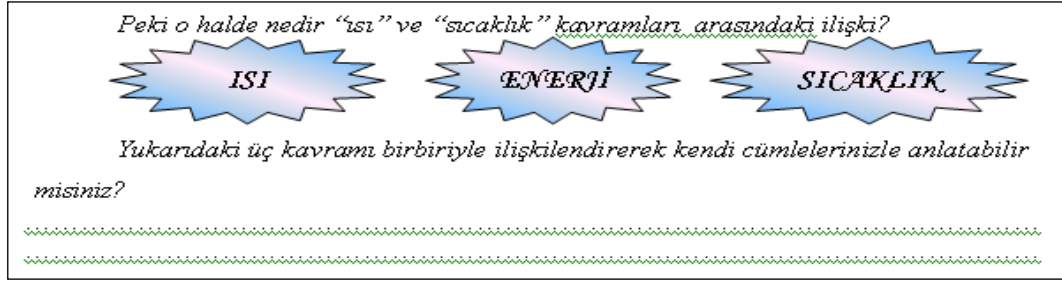
Araştırmada hem yarıyapılandırılmış görüşmeler yapılırken hem de görüşme yapılan öğretmen adaylarının ÜKDM'yi sesli okumaları esnasında video ve ses kaydı alınmıştır. Alınan bu video kayıtlardan ses kayıtlarıyla beraber verilerin kodlanması ve analizinde yararlanılmıştır.

3.5. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Hazırlanması

ÜKDM hazırlanırken Yürük (2005)'ün sınıflandırmasını yaptığı üstkavramsal faaliyet türleri göz önüne alınmıştır. ÜKDM bu faaliyet türlerinin aktif hale getirilmeye çalışıldığı metinlerdir. ÜKDM'de birden fazla alternatif kavramı bilim insanlarının kabul ettikleriyle değiştirmeye yönelik girişimlerde bulunulurken hazırlanan tüm metinlerin konuyla ilgili ufak bir çalışma kitabı gibi olmasına özen gösterilmiştir. Bu bakımdan bu metinlerin hazırlanması sırasında yapılanlar aşağıda açıklanmıştır.

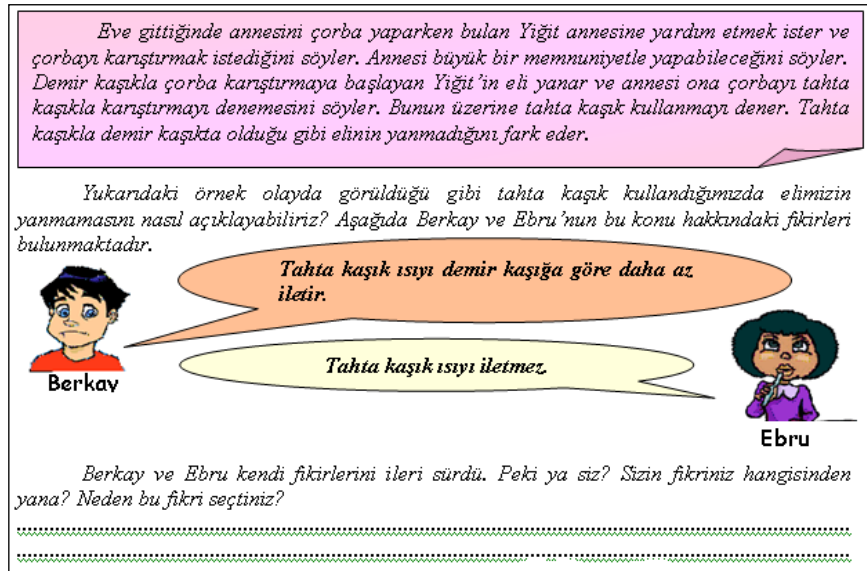
ÜKDM üstkavramsal farkındalık, üstkavramsal izleme ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerini aktif hale getirecek öğeler içermektedir. 1. Dereceden üstkavramsal farkındalığın, zihinsel modellerin\fikirlerin\kavramların 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini yeterince uyandırabilmek için ilk olarak öğretmen adaylarına ısı ve sıcaklık ile ilgili çeşitli kavramlar verilip aralarındaki ilişkiyi anlatmaları istenmiştir (Şekil.3.5.1). ÜKDM'yi okumaya başlayan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önce ısı, sıcaklık ve enerji kavramları hakkındaki zihinsel

temsillerinin ne şekilde olduğunu tespit etmek amacıyla yönlendirilen soru Şekil 3.5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5.1. Zihinsel Modeller/Fikirlerin/Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti

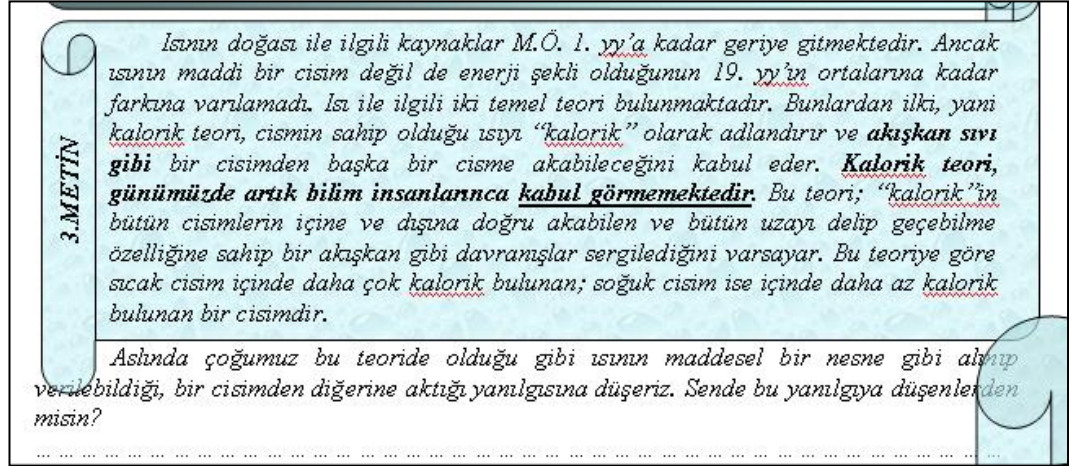
Üstkavramsal farkındalık aşamasında deneyimlerin/tecrübelerin 1. dereceden üstkavramsal farkındalığını aktif hale getirebilmek için genellikle kavram karikatürlerinden yararlanılmış olup metinde geçen örneklerin günlük hayatta karşımıza çıkabilecek durumlara benzer olmasına özen gösterilmiştir (Şekil.3.5.2). Günlük hayatta yemek yaparken tahta ve demir kaşık kullanımının ısı iletimi ile arasındaki ilişkiyi açıya çıkarmak için okutulan metin kesiti Şekil.3.5.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5.2. Tecrübelerden/Deneyimlerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti

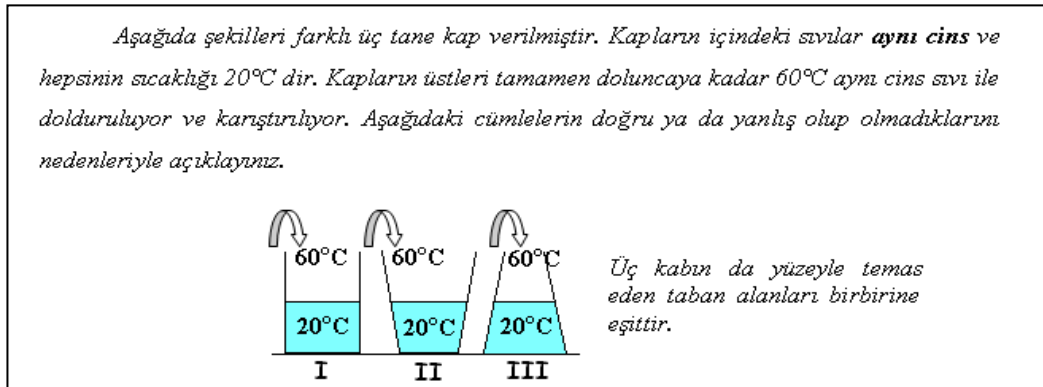
Metinde ontolojik varsayımlardan 1. dereceden üstkavramsal olarak farkındalığı aktif hale getirebilmek için bilim tarihinden örnekler verilmiş olup bu amaçla öncelikle

ısı kavramına ontolojik olarak günümüzdeki anlamından farklı özelliklerin atfedildiği belirtilmiştir. Bu ontolojik varsayıma öğretmen adaylarının kendileri de sahiplerse bunun hakkında farkındalık yaratmak için kendilerini sorgulamaları istenmiş ve “bu yanılgıya sende düşenlerden misin?” gibi sorular yönlendirilmiştir (Şekil.3.5.3). Ontolojik varsayımlarından 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetine yönelik metin kesiti Şekil 3.5.3.’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5.3. Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti

Bağlamsal farklılıkların 1.dereceden üstkavramsal olarak farkındalığını aktif hale getirebilmek için metinde birden fazla değişkenin olduğu örnek olaylar üzerinde yorum yapmaları istenmiştir (Şekil.3.5.4.). Şekilleri farklı aynı cins sıvıların konulduğu kaplardaki sıcaklık değerlerinin karşılaştırılmasına yönelik metin kesiti Şekil 3.5.4.’te gösterilmiştir.



Şekil 3.5.4. Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti

1. dereceden üstkavramsal farkındalığın alt kategorilerinden biri olan ne bilmediğinin 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak kısmı genel olarak tüm metinde bulunan bir öge olmuştur. Verilen her örnek olayda ya da alternatif kavramları açığa çıkarmak için sorulan her soruda öğretmen adaylarının zihnindeki kavramları daha önce ne bilmediğiyle ilişkilendirmesi gerekir. Şekil 3.5.5.'te verilen metni okuduktan sonra öğretmen adaylarının o anki sıcaklık kavramıyla ilgili hangi özellik ya da özelliklerin farkına varıldığı sorulmuştur. Bu sayede öğretmen adaylarının sıcaklık kavramıyla ilgili hangi özelliği bilmediklerinin farkına varmalarına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Yukarıdaki metni okudunuz! Biraz kafanızın karıştığını düşünebilirsiniz; ama korkmayın, yalnız değilsiniz. Sıcaklığı sizin gibi düşünenler vardır. Şu an sıcaklık hakkında hangi özellik ya da özelliklerin farkına vardığınızı düşünüyorsunuz? Neden?

Şekil 3.5.5. Ne Bilmediğinin 1.Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetini Aktif Hale Getirmeyi Hedefleyen Metin Kesiti

Üstkavramsal faaliyetlerden biri olan 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetini aktif hale getirebilmek için 1.dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinin öğretmen adayı tarafından yeterince kullanılması gerekir. Çünkü 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti geçmişte sahip olunan kavramlarla ilgilenir ve geçmişte o kavrama sahip olduğu noktada bireyin 1. dereceden üstkavramsal olarak farkındalığının aktif olması gerekir. Eğer öğretmen adayları belli bir kavramla ilgili geçmişte nasıl düşündüklerini, onlara hangi anlamlar yüklediklerinin farkında değillerse 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti aktif hale getirilemez. Dolayısıyla 1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetleri, 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetleri için bir ön koşuldur. Üstkavramsal değişim metinlerinde 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinin canlı tutulması için bireylere metinleri okumadan önceki zaman dilimiyle ilgili sorular yönlendirilmiştir (Şekil.3.5.6). Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinde ısı ve sıcaklık kavramları ile bilim insanları tarafından doğru kabul edilen görüşler aktarıldıktan sonra, öğretmen adaylarına metinleri okumaya başlarlarken sorulan ısı, sıcaklık ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi yeniden kurmaları istenmiş olup bu metin kesiti Şekil 3.5.6.'da

değişim modelinde yer alan dört temel koşul dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının var olan kavramlarından hoşnutsuz olmalarını sağlamak için bilimsel bilgilerin yer aldığı metin kısmında alternatif kavramlarına temel olan çeşitli olaylar aktarılmış ve bunların böyle düşünülmesine sebep olan ontolojik ve epistemolojik etkenlere yer verilmiştir. Daha sonrasında ise yeni kavram anlaşılır ve mantıklı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Yeni kavramın karşılaşılan bir duruma uygulanabilir olması için ise bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısmından sonra çeşitli soruları cevaplamaları istenmiştir. Bilimsel bilgilerin yer aldığı kısımda vurgu yapılmasının gerekli olduğu ifadeler, diğer cümlelere göre daha koyu karakterlerle yazılmış olup olumsuzluk içeren kelimelerin altı çizilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili alternatif kavramlarının bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirilmesini sağlamak için bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısmında, bu alternatif kaynakların temelinde var olan ontolojik ve epistemolojik gerekçelere değinilmiş olup, alternatif kavramları çürütmeye yönelik örneklerle yer verilmiştir. Bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısmında daha önceki kavramsal anlamaya yönelik sorulan sorulara da atıfta bulunulmuştur. Bu sayede öğretmen adaylarının, bilimsel bilgilerle sorulan sorular arasında ilişki kurmalarının kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasına yönelik var olan alternatif kavramlarının giderilmesi için hazırlanan bilimsel bilgi kısmı Şekil 3.5.8.'de gösterilmiştir. Şekil 3.5.8.'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramın giderilmesine yönelik ilk olarak günlük hayatta bazı olayları duyu organlarımızla yanlış yorumladığımıza değinilmiştir. Arkasından aynı alternatif kavramla ilgili insanların zihinlerinde bulunan bilim insanlarınca kabul gören görüşlerden farklı görüşlerin varlığından bahsedilmiştir. Daha sonra bilim insanlarınca doğru kabul edilen görüş bildirilmiş ve alternatif kavramlarının yerine kullanabilecekleri kavram bilim insanlarınca doğru kabul gören şekliyle yeterince anlatılmıştır. Vurgu yapılmasının önemli görüldüğü cümleler koyu karakterlerle gösterilmiştir. Ayrıca bilimsel bilgi kısmından önce okunan örnek olaylarla bilimsel bilgilerin aktarıldığı kısım arasında ilişki kurulması için bilimsel bilgi kısmında örnek olaylara atıfta bulunulmuştur.

Şimdi beraber şu paragrafa göz atalım

1. METİN



*Duyu organlarımızla algıladığımız her şeyin doğru olduğunu düşünürüz. Örneğin yaşadığımız Dünya'ya baktığımızda düz olduğuna düşünürüz; ancak Dünya'nın şekli geoittir. Başka bir örnek vermek gerekirse elimizi sıcak sudan soğuk suya soktuğumuzda soğuk suyun sıcaklığın ilk başta olduğundan farklı algılarız. Bu nedenle çoğu öğrenci aynı ortamda bulunan demirin tahtadan daha soğuk olduğu yanlışına düşer. Yani çoğu insan sıcaklığın cismin yapıldığı maddeye bağlı olduğunu düşünür. Hatta aynı ortamdaki katı maddelerin sıvı maddelere oranla daha soğuk olduğu yanlışına düşenler vardır. **Hâlbuki uzun süre aynı ortamda bulunan cisimlerin boyutları ve yapıldığı maddeler birbirinden farklı olsalar bile aynı sıcaklıktadır.** Dolayısıyla örnekte aynı ortamda bulunan demir ve tahta aynı sıcaklıktadır. Aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının farklıymış gibi algılanmasını açıklayan kavram özısıdır. **Herhangi bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C değiştirmek için cisme verilmesi ya da cisimden alınması gereken ısı miktarına cismin özısı denir ve "c" ile gösterilir. Özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızı daha düşüktür. Aynı maddeden yapılmış cisimlerin ısı iletim hızları aynıdır; ancak madde miktarı fazla olan cisimlerde daha fazla tanecik olduğu için tanecik sayısı ile doğru orantılı olarak zaman değişecektir.** Demirin özısı değeri (0,113 cal/g°C) tahtanın özısı değerinden (Tahtanın cinsine göre özısı değeri 0,6-0,7 cal/g°C arasındadır.) oldukça küçük olduğu için; demirin ısı iletimi tahtaya göre daha hızlıdır. Soğuk bir havada oldukça soğuk olan banklardan demir olana oturduğumuzda, demir banka ısıyı daha çabuk iletir ve üşümeye başlarız. Çoğu insan tahtanın ısıyı hiç iletmediği için aynı ortamda bulunan metal objelere göre daha sıcak olduğu yanlışına düşerler. Hâlbuki tahta ısıyı, özısı değerinin büyüklüğünden anlaşılabileceği üzere yavaş iletir. Demir kaşığının ısı iletimi tahta kaşığa göre daha hızlı olduğundan demir kaşık ısıyı size daha çabuk iletir. Bundan dolayı tahta kaşıkla yemek yaparken eliniz yanmazken, demir kaşıkla yemek yaparken eliniz yanar.*

Şekil 3.5.8. Üstkavramsal Faaliyetlerin Aktif Hale Getirildiği Metinlerde Bilimsel Bilginin Yer Aldığı Metin Kesiti

ÜKDM'de gerek izleme faaliyetinin kolaylaşması gerekse 2. dereceden üstkavramsal farkındalığın açığa çıkarılması aşamalarında öğretmen adaylarının daha kolay hareket etmelerini sağlamak için uygun görülen yerlerde metinleri okuyan öğretmen adaylarına gerekli yönlendirmeler yapılmıştır (Şekil.3.5.9). Şekil 3.5.9.'da gösterildiği gibi, yapılan çalışmada alternatif kavramların sayısı ile orantılı olarak bilimsel bilgi kesitleri sayısı da değiştiği için metinleri okuyan öğretmen adaylarına yapılan yönlendirmelerin daha sağlıklı olması için her bir bilimsel bilgi kısmına metin numarası verilmiştir.

Seçtiğiniz fikrin doğru olup olmadığını merak ettiyseniz, cevabı yukarıdaki 1.metinde gizli!

Şekil 3.5.9. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde, Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarına Yapılan Yönlendirme Örneği

Üstkavramsal faaliyetler bir zincirin halkaları gibidir. Bu nedenle üstkavramsal izleme faaliyeti üstkavramsal farkındalık faaliyeti ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetiyle iç içedir. Örneğin bireyin üstkavramsal izleme yapabilmesi için zihnindeki kavramlara ilk verdiği anlamlarla son olarak verdiği anlamlar arasındaki tutarlılığı değerlendirmesi gerekir. ÜKDM’de bir fikri anladığını izleme basamağını aktif hale getirebilmek için gerek verilen örnek olaylardan sonra gerekse okunan bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısımlarının arkasından okuduğu kısmı anlayıp anlamadığına dair sorular yönlendirilmiştir (Şekil.3.5.10). Isıl iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramları konusunda bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısmından sonra öğretmen adaylarının bir fikri anladığını izleme üstkavramsal faaliyetini aktifleştirmeleri için yönlendirilen soru Şekil 3.5.10.’da gösterilmiştir.

Yukarıdaki metni okuduktan sonra metindeki ana düşünceyi anladığınızı düşünüyor musunuz? Ana fikri anladığınızı düşünüyorsanız, kendi cümlelerinizle kısaca yazar mısınız?

Şekil 3.5.10. Bir Fikri Anladığını İzleme Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti

Üstkavramsal süreçlerin aktif hale getirildiği metinlerin ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili alternatif kavramlara etkisini incelemek amacıyla yaptığımız bu çalışmada, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının başka öğretmen adaylarının fikirlerinden etkilenmesi engellendiği için metinler okutulurken sadece metinler içindeki sunulan fikirleri/bilgileri izlemeleri sağlanmıştır. Ayrıca metinleri okuyan öğretmen adaylarının fikirlerindeki değişimi izleyebilmeleri için yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı veya daha önce sahip olunan fikirle daha önceki tecrübe/deneyim ile tutarlılığını izlemeleri gerektiği düşünülmüştür (Şekil 3.5.11). Sıcaklık ile ilgili analogiyi okuduktan sonra öğretmen adaylarının zihinsel temsillerinde bir değişimin olup olmadığına yönelik oluşturulan ÜKDM kesiti Şekil 3.5.11.’de gösterilmiştir.

Örneği okumadan önceki ve okuduktan sonraki düşüncelerinizi karşılaştırdığınızda farklılık görüyor musunuz? Eğer fikirlerinizin farklılaştığını düşünüyorsanız bunları bizimle paylaşır mısınız?

Şekil 3.5.11. Fikirlerdeki Değişimi İzleme Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti

ÜKDM’de üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde ise var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapma becerileri; bir fikrin neden çekici geldiğini inanılır ya da kullanışlı geldiğini açıklama bir fikrin neden yanlış ya da neden doğru olduğunu ifade etme becerileri aktif hale getirilmiştir (Şekil.3.5.12). ÜKDM’de yer alan 1. metin kısmından sonra öğretmen adaylarının, 1. metinde geçen fikir ve daha önce sahip oldukları fikir arasında hangisinin akla yatkın olduğu ve sunulan durumu açıklama da hangisinin verimli olduğu konusunda üstkavramsal değerlendirme yapmalarını gerektiren soru örneği Şekil 3.5.12.’de görülmektedir.

Sizce uzun süredir aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklıklarının aynı olmasına rağmen bazı cisimlerin sıcaklıklarının yüksek bazılarının ise sıcaklıklarının düşük olmasını hissetmemizi metinde verilen durum mantıklı bir şekilde açıklıyor mu?

Şekil 3.5.12. Var Olan ya da Yeni Fikrin Akla Yatkınlığı ya da Verimliliği Hakkında Yorum Yapma Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti

Farklı seçenekler içerisinde bir fikri seçmek ve bu fikrin verilen durum için diğerine göre daha iyi çalıştığını savunmak aşamasını aktif hale getirebilmek için metinden önceki fikirleri ile metni okuduktan sonraki fikirleri arasında düşünmeleri sağlanmıştır (Şekil.3.5.13). Şekil 3.5.13.’te gösterilen soru öğretmen adaylarının boyutları farklı sıcaklıkları aynı masalar hakkında bilimsel bilgileri okumadan önceki fikirleri ile bilimsel bilgileri okuduktan sonraki fikirleri arasında düşünmeleri hedeflenmiştir. Oluşan bu iki farkı seçenek arasından verilen durumu açıklamada hangi fikrin daha iyi çalıştığını savunmaları sağlanmış olup üstkavramsal değerlendirme faaliyetinin aktifleştirilmesi amaçlanmıştır.

Yukarıda ısı hakkındaki iki teoriyi okudunuz. Satı'nın boyutları farklı iki masanın ısıları hakkındaki fikirlerinden seçtiğiniz fikrinin hala doğru olduğunu düşünüyor musunuz?

.....

Şekil 3.5.13. Farklı Seçenekler İçerisinden Bir Fikri Seçmek ve Bu Fikrin Verilen Durum İçin Diğerine Göre Daha İyi Çalıştığını Savunmak Ögesini Aktif Hale Getirmeyi Amaçlayan Metin Kesiti

3.6. Çürütücü Metinlerin Hazırlanması

Kavramsal değişim metinleri, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilerle alternatif kavramlar arasındaki çelişkileri açıkça ortaya koyan metinler olarak belirtilmektedir (Hynd ve Alverman; 1986). Kavramsal değişim metinleri iki tip olarak hazırlanabilir. Birinci tip kavramsal değişim metinlerinde alternatif kavramlar öğrencilere anlatılır ve bu anlatımın arkasından aynı alternatif kavramı çürütecek olan deliller sunulur (Guzzetti ve ark., 1992). Bu tip kavramsal değişim metinlerine çürütücü metinler denilir. İkinci tip kavramsal değişim metinlerine ise genellikle bir soruyla başlanır. Böylece öğrenciler konuyla ilgili bilgilerinin yetersizliğini fark ederler. İlgili sorunun ardından bilimsel bilgiler açıklanır ve gerekli örnekler verilir.

Bu araştırmada kullanılan kavramsal değişim metinleri birinci tip olarak anlatılan çürütücü metinler tarzında olan metinlerdir. Yani hazırlanan metinlere bir soru ile başlanmadan alternatif kavramların anlatıldığı ve arkasından bu alternatif kavramları çürütecek olan delillerin sunulduğu metinlerdir. Araştırmada kullanılan ÇM'lerin hazırlanmasında Posner ve arkadaşlarının düzenlemiş olduğu kavramsal değişim yaklaşımı içerisinde yer alan dört faktör dikkate alınmıştır.

Bu çalışmada ÇM'lerin hazırlanmasında aşağıda belirtilen aşamalar gerçekleştirilmiştir:

Öncelikle ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili geçmişte yapılan araştırmalar gerek ulusal olarak gerekse uluslararası olarak taranmıştır. Bu konuyla ilgili öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramların listesi çıkarılmıştır. Ayrıca yapılan araştırmalarda bu alternatif kavramların dayanağı olabilecek gerekçeler bu alternatif kavramların yok edilmesi için dikkate alınmıştır. Literatür araştırmasından sonra üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri oluşturulmuştur. ÜKDM

hazırlanmadan önce, “üstkavramsal faaliyetler kavramsal değişim metnlerinin içinde nasıl aktif hale getirilir?” sorusu üzerinde çalışılmıştır. ÜKDM hazırlandıktan sonra özel bir eğitim kurumunda ders alan öğrenciler üzerinde pilot bir çalışması yapılmıştır. Daha sonra hem pilot çalışmadan elde edilen sonuçlara hem de araştırma boyunca fikirlerinden yararlanan üniversitedeki öğretim görevlilerinin verdiği dönütlere paralel olarak ÜKDM tekrar revize edilmiştir.

ÜKDM’nin oluşumu tamamlandıktan sonra ÇM’ler oluşturulmuştur. ÇM ve ÜKDM’nin benzerlikleri, içerdikleri örneklerin ve alternatif kavramların giderilebilmesi için hazırlanan bilimsel bilgilerin aynı olmasıdır. ÇM’lerde de, ÜKDM’nin bilimsel bilgilerin aktarıldığı kısmında olduğu gibi öncelikli olarak alternatif kavramların gerekçesi olan ontolojik ve epistemolojik düşünceler belirtilmiştir. Bu sayede var olan kavramlarından hoşnutsuz olan öğretmen adaylarına gerçekte aynı durumun bilim insanlarınca kabul gören şekli anlaşılabilir ve mantıklı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır. Bilimsel bilgilerin yer aldığı kısımda vurgu yapılmasının gerekli olduğu ifadeler, diğer cümlelere göre daha koyu karakterlerle yazılmış olup olumsuzluk içeren kelimelerin altı çizilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili alternatif kavramlarının bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirilmesini sağlamak için bu alternatif kaynakların temelinde var olan ontolojik ve epistemolojik gerekçelere değinilmiş olup, alternatif kavramları çürütmeye yönelik örneklerle yer verilmiştir. ÇM’lerde ayrıca metnin okunmasına başlamadan önce herhangi bir soru olmadığı için bu sorularla ilişki kurulmasını sağlayacak olan atıflarda yoktur. ÇM’yi ÜKDM’den ayıran en belirgin özellik ise üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirecek öğelerin ÇM’de olmayışıdır. ÇM’de ÜKDM’de olduğu gibi bilimsel bilgilerden sonra da metin içinde geçen fikri anladığını izleyen, metni okumadan önce daha önce aynı kavramla ilgili nasıl düşündüğüne yönelik ya da edindiği bilgileri daha önceki bilgileriyle karşılaştırıp hangisinin daha kullanışlı ya da daha verimli olmasını sorgulamasına yönlendirecek sorular yer almamaktadır. ÇM’de alternatif kavramlara yapılan vurgu sadece ÜKDM’nin bilimsel bilgileri anlatan metin kısımlarında yapılan vurgu kadardır.

3.7. Düz Metinlerin Hazırlanması

Araştırmada kullanılan düz metinler çürütücü metinlerle eş zamanlı olarak, ÜKDM hazırlandıktan sonra hazırlanmıştır. DM’nin hazırlanmasında, üniversitede ders kitabı olarak kullanılan kitaplardan da yararlanılmıştır. Ayrıca DM’yi diğer metinlerden ayıran en önemli tarafı ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramları çürütecek

epistemolojik ve ontolojik inançlara yer verilmemesidir. ÇM’lerde olduğu gibi DM’lerde de üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirecek öğeler yoktur. Buna rağmen ısı ve sıcaklıkla ilgili hazırlanan DM’lerde yer alan bilimsel bilgilerin içeriği diğer metin türleriyle (ÇM ile ÜKDM) aynıdır.

3.8. Farklı Tür Metinlerin Karşılaştırılması

Farklı tür metinler incelendiğinde metinlerin bazı özelliklerinin birbirinden farklı olduğu bazı özelliklerinin ise aynı olduğu görülür. Örneğin farklı tür metinler özısı kavramı bakımından incelenecek olursa DM’nin içerik bakımından diğer metinlerle aynı olduğu ama ne üstkavramsal faaliyetlere yönelik ne de alternatif kavramlara yönelik hiçbir vurgunun olmadığı, özısı kavramının tanımının bile normal karakterle yazıldığı görülür. ÇM’de ise özısı kavramıyla ilgili verilen bir durumun açıklanmasında var olan kavramın yetersiz oluşuna ve alternatif kavramların epistemolojik ve ontolojik kaynaklarına yer verilmiştir. Ayrıca ÇM’de sahip olunan alternatif kavramın bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirilebilmesi için Posner ve arkadaşlarının geliştirdiği kavramsal değişim yaklaşımında yer alan dört koşul gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Vurgu yapılmasının önemli olduğu ifadeler koyu karakterlerle metin içinde verilmiştir. Yalnız ÇM’de de üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirecek öğeler bulunmamıştır. ÜKDM’ye bakıldığında bilimsel bilgilerin verilmesinden önce öğretmen adaylarının özısı ile ilgili üstkavramsal farkındalığını aktif hale getirecek öğelerin bulunduğu gözlenir. Ayrıca ÜKDM’de bilimsel bilgilerin aktarıldığı kesitte, ÇM’de olduğu gibi alternatif kavramların varlığına sebep olan ontolojik ve epistemolojik gerekçelere vurgu yapıldığı görülür. Yine ÇM’de olduğu gibi önemli görülen ifadeler ÜKDM’de de koyu karakterlerle yazılmıştır. ÜKDM’de diğer metin türlerinden farklı olarak bilimsel bilgi aktarıldıktan sonra, bu bilimsel bilgi ile öğretmen adaylarının var olan kavramları arasında tercih yapmasını gerektirecek ve fikirlerinde oluşan değişimleri izlemesine yardımcı olacak kısımlar da vardır.

3.9. Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Araştırmada elde edilen istatistiksel ve görüşmelerden elde edilen nitel verilerin analizi ve kullanılan tekniklerden ayrı ayrı aşağıda bahsedilmiştir.

3.9.1. Nicel Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Araştırmada ilk olarak DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının gruplara göre denkliği incelenmiştir. Bu amaçla tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek için yine tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test-son test puan ortalamalarının birbirinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşıp farklılaşmadığını göstermek üzere ilişkili ölçümler (tekrarlı ölçümler) için t-testi kullanılmıştır.

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını tespit etmek tek faktörlü varyans analizi yapılmıştır

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının okudukları metinlere karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek amacıyla tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır.

3.9.2. Nitel Verilerin Analizi ve Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Araştırmanın nitel kısmında ÇM'yi okuyan gruptaki ve ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin içerik analizi yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme yapılan öğretmen adaylarıyla, yapılan ilk ve son görüşmelerin ardından, görüşmeler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan bu yarı yapılandırılmış görüşmeler her öğretmen adayı için incelenmiş olup, öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar ışığında araştırma için veriler bilimsel bilgi ve alternatif kavram şeklinde iki ana kod altında toplanmıştır. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının cevaplarında “ısıyı maddesel olarak düşünme” veya “aynı sıcaklıkta bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olduğunu düşünme” gibi alternatif ya da bilimsel bilginin içeriğini yansıtan alt kodlamaları da yapılmıştır. Yapılan kodlamalar bir öğretmen adayının verisi için üniversitede fen bilgisi öğretmenliğinde öğretim görevlisi olan ve ısı ile sıcaklık konusuyla yeterli bilgiye sahip bir akademisyen tarafından kontrol edilmiştir. Öğretmen

adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları hakkındaki kavramsal anlamalarındaki değişimi izleyebilmek için yapılan ilk ve son yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Yapılan araştırmada nitel boyutta incelemeye alınan diğer bir kısım ise metinler içinde aktif hale getirilmeye çalışılan üstkavramsal faaliyetlerdir. ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının bu metinleri okurken hangi üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale geldiğini incelemek için bu grupta görüşme yapılan öğretmen adaylarının, onların müsait oldukları zamanda ve uygun bir ortamda bu metinleri okumaları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okurken video ve ses kaydı alınmıştır. Bu kayıtlar, yapılan görüşmelerde olduğu gibi bilgisayar ortamına aktarılmış ve analizleri yapılmıştır. Bu verilerin kodlanması ise Yürük (2005)’ün sınıflandırmasını yaptığı üstkavramsal faaliyetler tablosu ve Yürük (2005) tarafından üstkavramsal faaliyetler için yapılan tanımlar dikkate alınmıştır. Öğretmen adaylarının metinleri okurken verdiği tepkiler ve metin içerisinde geçen sorulara verdikleri diğer yanıtlar ilk olarak “üstkavramsal farkındalık”, “üstkavramsal izleme” ve “üstkavramsal değerlendirme” olarak üç ana kod başlığında toplanmıştır. Bu kodlamanın arkasından her bir ana kod altında Yürük (2005)’ün tablosunda yer alan diğer alt basamaklar kodlanmıştır.

IV. BÖLÜM

BULGULAR ve YORUM

Yapılan araştırmada ÜKDM'nin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarına etkisinin, ÇM ve DM'nin etkisiyle karşılaştırılarak incelenmesi hedeflenmiştir. Bu bölümde toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1. Metinlerin Okutulması Öncesi Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Grupların Denkliğine İlişkin Bulgular

Araştırma, ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup olmak üzere 1 kontrol ve 2 deney grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde grupların denkliğini belirlemek için çalışmaya katılan 105 öğretmen adayının ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanlar dikkate alınmıştır. DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.1.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1.1. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Puanları

GRUPLAR	N	$\bar{X}$	S
Düz metinler	35	14,800	4,085
Çürütücü metinler	35	14,800	4,071
Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri	35	15,400	4,420
Toplam	105	15,000	4,164

Tablo 4.1.1’de görüldüğü gibi farklı metin türlerini okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının ortalaması birbirine yakındır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının gruplarına göre ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının arasında anlamlı fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla ilişkisiz örneklemeler için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.1.2.’de sunulmuştur.

Tablo 4.1.2. Düz Metin, Çürütücü Metin ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı (KT)	Serbestlik derecesi (sd)	Kareler Ortalaması (KO)	F	p
Gruplar arası	8,400	2	4,200	,239	,788*
Gruplar içi	1795,600	102	17,604		
Toplam	1804,000	104			

*p> ,05

Tablo 4.1.2’deki sonuçlara göre, DM’yi okuyan grup, ÇM’yi okuyan grup ve ÜKDM’yi okuyan grup öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($F(2,102)=0,239$; $p>,05$). Yukarıda belirtilen ve sonuçları verilen istatistiksel analizlere göre, DM’yi okuyan grup, ÇM’yi okuyan grup ve ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önceki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavram testi düzeylerinin birbirine denk olduğu söylenebilir. Buna göre araştırmanın “Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” şeklinde olan birinci null hipotezi kabul edilmiştir.

4.2. Öğretmen Adaylarının Farklı Türlerdeki Metinleri Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarına İlişkin Bulgular

Bu kısımda farklı türlerde hazırlanmış metinleri okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının karşılaştırıldığı analizlere ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.2.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.2.1. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Son Test Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Puanları

GRUPLAR	N	$\bar{X}$	S
Düz metinler	35	16,942	3,788
Çürütücü metinler	35	19,828	3,459
Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavram değişim metinleri	35	23,342	3,446
Toplam	105	20,038	4,404

ÜKDM grubundaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X} = 23,342$), ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalama değerinden ($\bar{X} = 19,828$) ve DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalama değerinden ($\bar{X} = 16,942$) daha yüksektir. Farklı türde hazırlanmış olan metinleri okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarından aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek üzere yapılmış olan ilişkisiz örneklem için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 4.2.2.'de verilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi ile gruplar arasında çıkan farkın, hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla, Post Hoc testi olarak Scheffé testi uygulanmıştır.

Tablo 4.2.2. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Son Test Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı (KT)	Serbestlik derecesi (sd)	Kareler Ortalaması (KO)	F	p
Gruplar arası	719,105	2	359,552	28,238	,000*
Gruplar içi	1298,743	102	12,733		
Toplam	2017,848	104			

*p< ,05

Tablo 4.2.2.’de belirtilen analiz sonuçlarına göre, DM’yi okuyan grup, ÇM’yi okuyan grup ve ÜKDM’yi okuyan grupta yer alan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu görülmektedir ($F(2,102)=28,238$; $p<,05$). Dolayısıyla araştırmada test etmek üzere oluşturulan “Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” şeklindeki null hipotezi reddedilmiştir. Farklı tür metinleri okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak bulunan anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla Post Hoc testi olarak Scheffe testi yapılmıştır. Scheffe testi sonuçlarına göre, ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının “ÜKDM grubu-ÇM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine ve “ÜKDM grubu-DM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farkın olduğu görülmektedir. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının “ÇM grubu-DM grubu” arasında ÇM grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda ÇM’yi okuyan öğretmen adaylarına ve DM’yi okuyan öğretmen adaylarına göre kavramsal anlamalarının anlamlı düzeyde daha iyi olduğu söylenebilir. ÇM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda DM’yi okuyan öğretmen adaylarına göre kavramsal anlamalarının anlamlı düzeyde daha iyi olduğu söylenebilir.

Eta square değeri 0.14 değerinden büyükse büyük etki anlamına gelir (Cohen, 1988). Araştırmanın eta square ile ölçülen etki büyüklüğü 0,356 olarak bulunmuştur.

Yapılan araştırma için tespit edilen eta square etki büyüklüğü değeri, büyük etki büyüklüğü kategorisinde olmakla beraber, öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili metinlerin okumasından sonraki kavramsal anlamalarına ilişkin varyansın %36'sının uygulamada okutulan metinlerin farklılıklarından kaynaklandığının bir göstergesidir.

4.3. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular

Bu bölümde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanları arasındaki farklar, farklı türde hazırlanmış metinleri okuyan her bir grup için ayrı ayrı incelenmiştir.

Araştırmaya katılan farklı türlerde hazırlanmış metinleri okuyan her bir gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanlarının birbirinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek üzere ilişkili örneklem için t-testi uygulanmıştır.

4.3.1. Düz Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular

DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanlarının karşılaştırıldığı ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 4.3.1.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.3.1.1. Düz Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklem İçin t-testi Sonuçları

Ölçümler	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön Test	35	14,800	4,085	34	-4,224	,000*
Son Test	35	16,942	3,788			

*p< ,05

Tablo 4.3.1.1. incelendiğinde DM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X}=16,942$), ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının aritmetik ortalama ($\bar{X}=14,800$) değerinden daha yüksektir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testinden elde ettikleri ön test ve son test puanların ortalamalarının arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farkın olduğu görülmektedir. Araştırmanın “Düz metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” şeklinde oluşturulan hipotezi bu bulgular ışığında reddedilmiştir. Bu bulgulara göre DM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarının düz metinleri okuyarak olumlu etkilendiği söylenebilir.

4.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular

ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanlarının karşılaştırıldığı ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 4.3.2.1.’de verilmiştir.

Tablo 4.3.2.1. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklem İçin t-testi Sonuçları

Ölçümler	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön Test	35	14,800	4,071	34	-7,486	,000*
Son Test	35	19,828	3,459			

*p< ,05

Tablo 4.3.2.1. incelendiğinde ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X}=19,828$), ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının aritmetik ortalama ($\bar{X}=14,800$) değerinden daha yüksektir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları ön ve son testinden elde ettikleri puanların son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir. Araştırmada test etmek üzere oluşturulan “Çürütücü

metinleri okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” null hipotezi reddedilmiştir. Buna göre, ÇM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarının ÇM’yi okuyarak olumlu etkilendiği söylenebilir.

4.3.3. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Bulgular

ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanlarının karşılaştırıldığı ilişkili örneklem için t-testi sonuçları Tablo 4.3.3.1.’de verilmiştir.

Tablo 4.3.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik İlişkili Örneklem için t-testi Sonuçları

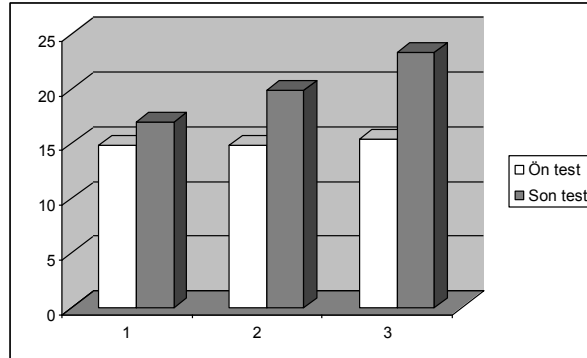
Ölçümler	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön Test	35	15,400	4,420	34	-9,165	,000*
Son Test	35	23,342	3,446			

*p< ,05

Tablo 4.3.3.1. incelendiğinde ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının aritmetik ortalaması ($\bar{X}$ =23,342), ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test puanlarının aritmetik ortalama ($\bar{X}$ =15,400) değerinden daha yüksektir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları ön ve son testinden elde ettikleri puanların ortalamaları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farkın olduğu görülmektedir. Araştırmada test etmek üzere oluşturulan “Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma süreci öncesindeki ve sonrasındaki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” null hipotezi reddedilmiştir. Bu bulgulara göre ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okuyarak ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkiledikleri söylenebilir.

Tablo 4.3.1.1., Tablo 4.3.2.1. ve Tablo 4.3.3.1.'de verilen analiz sonuçları; araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test-son test puanlarının her üç grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaştığını göstermektedir. Ancak her üç grubun ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test-son test puanlarının gösterildiği Şekil 4.3.3.1. incelendiğinde ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının son test-ön test puanlarının ortalamasının farkının, DM'yi okuyan gruptaki ve ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının son test-ön test puanlarının ortalamasının farkından daha yüksek olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ÜKDM'nin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerine etkisi, ÇM'nin ve DM'nin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerindeki etkilerine göre daha büyüktür denilebilir.

Şekil 4.3.3.1. Düz Metin, Çürütücü Metin ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Ön Test-Son Test Puanlarının Aritmetik Ortalama Değerleri



1: Düz metinleri okuyan grup, 2: Çürütücü metinleri okuyan grup, 3: Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan grup

4.4. Farklı Türde Hazırlanmış Metinlerin Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusuyla İlgili Kavramsal Anlamalarına Olan Etkisinin Kalıcılığına İlişkin Bulgular

Bu kısımda farklı türde hazırlanmış metinleri okumuş olan öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sekiz hafta sonra kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların analizinden elde edilmiş bulgular sunulmuştur.

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grupta yer alan öğretmen adaylarının kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden

aldıkları puanlara ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.4.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.4.1. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Kalıcılık Testi Olarak Uygulanan Isı ve Sıcaklık Kavramları Testi Puanlarına İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma

GRUPLAR	N	$\bar{X}$	S
Düz metinler	35	14,485	4,347
Çürütücü metinler	35	15,857	3,671
Üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinleri	35	19,457	4,153
Toplam	105	16,600	4,545

Tablo 4.4.1.'de ÜKDM grubunda yer alan öğretmen adaylarının kalıcılık olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların ortalaması ($\bar{X}=19,457$), ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}=15,857$) ve DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}=14,485$) daha yüksektir. Araştırmaya katılan farklı gruplarda yer alan öğretmen adaylarının kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek amacıyla ilişkisiz örneklemeler için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.4.2.'de verilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi ile gruplar arasında çıkan farkın, hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla, Post Hoc testi olarak Scheffe testi yapılmıştır.

Tablo 4.4.2. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramları Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Kaynak	Kareler	Serbestlik	Kareler	F	p
	Toplamı (KT)	derecesi (sd)	Ortalaması (KO)		
Gruplar arası	461,486	2	230,743	13,945	,000*
Gruplar içi	1687,714	102	16,546		
Toplam	2149,200	104			

*p< ,05

Tablo 4.4.2.’de belirtilen analiz sonuçlarına göre, DM’yi okuyan grup, ÇM’yi okuyan grup ve ÜKDM’yi okuyan grup öğretmen adaylarının kalıcılık testi olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testi puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($F(2,102)=13,945$; $p<,05$). Araştırmada test etmek üzere oluşturulan “Düz metinleri okuyan öğretmen adayları, çürütücü metinleri okuyan öğretmen adayları ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okuma sürecinden 2 ay sonrasındaki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.” şeklindeki null hipotezi reddedilmiştir. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre, ısı ve sıcaklık kavramları testi kalıcılık puanlarının “ÜKDM grubu-ÇM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine ve “ÜKDM grubu-DM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramları testi kalıcılık puanlarının “ÇM grubu-DM grubu” arasında iki gruptan biri lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre, ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarının metinleri okuduktan 8 hafta sonra bile diğer türdeki metinleri okuyan öğretmen adaylarına göre ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarından anlamlı düzeyde daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

4.5. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Okudukları Metinlere Karşı Tutumlarına İlişkin Bulgular

Düz metin, çürütücü metin ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının hazırlanmış metinlere karşı

tutumlarını tespit etmek amacıyla kullanılan ölçekten aldıkları puanlara ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.5.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.5.1. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Tutum Ölçeğinden Aldıkları Puanlara İlişkin Aritmetik Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Gruplar	N	$\bar{X}$	S
Düz metinler	35	93,514	9,472
Çürütücü metinler	35	94,714	11,549
Üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavram değişim metinleri	35	100,314	11,232
Toplam	105	96,181	11,092

Tablo 4.5.1. incelendiğinde ÜKDM'yi okuyan grupta yer alan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamasının ($\bar{X}=100,314$), ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}=94,714$) ve DM'yi okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}=93,514$) daha yüksek olduğu görülür. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek üzere ilişkisiz ölçümler için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.5.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5.2. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Tutum Ölçeğinden Aldıkları Puanlara İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı (KT)	Serbestlik derecesi (sd)	Kareler Ortalaması (KO)	F	p
Gruplar arası	922,133	2	461,067	3,960	,022*
Gruplar içi	11875,429	102	116,426		
Toplam	12797,562	104			

*p< ,05

Tablo 4.5.2.'de belirtilen analiz sonuçlarına göre, DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının okudukları metinlere

karşı tutum ölçeğinden aldıkları puanlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($F(2,102)=3,960$; $p<,05$). Araştırmada test edilen “Düz metinleri, çürütücü metinleri ve üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının okudukları metin türlerine karşı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.” hipotezi reddedilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi ile gruplar arasında çıkan farkın, hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla, Post Hoc testi olarak Scheffe testi yapılmıştır. Tablo 4.5.2.’de verilen analiz sonuçlarına göre sadece DM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanlar ile ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Bu sonuçlara göre ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının, metinlerinin daha uzun olmasına rağmen metinlere karşı tutumlarının diğer grup öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu söylenebilir.

4.6. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Okudukları Metinlere Yönelik Görüşlerine Ait Bulgular

ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının okudukları metinlere karşı tutumlarını tespit etmek amacıyla görüşme yapılan öğretmen adaylarına “Okuduğunuz metinleri nasıl buldunuz?”, “Bu metinlerde eksik olan bir şey var mıydı?” gibi sorular yöneltilmiştir. Ayrıca ÜKDM’nin son sayfasında öğretmen adaylarının metinler hakkında görüşlerini bildirebilecekleri kısım yer almaktadır. Şekil 4.6.1.’de ÜKDM’nin son kısmında öğretmen adaylarının görüşlerini yazabilecekleri kısım gösterilmektedir.



Şekil 4.6.1. ÜKDM’yi Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinlere Yönelik Fikirlerini Açıklayabilecekleri Metin Kesiti

Aşağıda görüşme yapılan öğretmen adaylarından Gamze'nin son görüşmesinde sunduğu okuduğu metinler hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki teşekkür ediyorum. Isı ve sıcaklıkla ilgili sorularım bu kadardı. Bir de son olarak metinlerim hakkındaki fikirlerini öğrenmek istiyorum.

Gamze: Ya metinler çok güzeldi gerçekten. Hani böyle tam cuk oturdu falan ama öyle hani biraz sindirmek gerekiyor. Ama ben anladığıma inanıyorum yani. Bir tek o işte böyle bazı yerlerde hani böyle çelişkilerim vardı, onları çok güzel bir şekilde kapattı. Giderdi onları diye düşünüyorum. Gerçekten güzel hazırlanmış. Ellerinize sağlık.

Araştırmacı: Teşekkür ederim. Peki, daha fazla hani yapabileceğim bişey olabilir miydi metinlerde? Şu da olsa güzel olurdu deyip de eksikliğini hissettiğin bişey oldu mu metinlerde?

Gamze: Yok yani hani örnekler filan genelde günceldi ve yahut da hani bizim hayal edebileceğimiz türden örneklerdi. Ama ben şöyle olduğuna inanıyorum hani ben diğer arkadaşlardan daha şanslı olduğuma inanıyorum. Çünkü gerçekten sesli okumak sesli düşünmek bu çok yararlı yani gerçekten.

Gamze'nin metinler hakkındaki ifadeleri incelendiğinde ÜKDM'yi okumaktan zevk aldığı tespit edilmiştir. Öğretmen adayı ÜKDM'yi okuma fırsatı sunulduğu için kendini şanslı olarak nitelemiştir. Aşağıda Nisa'nın metinleri okuduktan sonra yapılan son görüşmesinde ÜKDM hakkındaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki Nisa'cım ısı ve sıcaklıkla ilgili yönlendireceğim sorular bu kadardı. Yalnız bir de metinlerim hakkında düşüncelerini almak istiyorum.

Nisa: Güzellerdi. Benim birçok kavram hatamı düzelttiler. Öğrenmemi sağladılar.

Araştırmacı: Yani mesela metinlerde şu kısımda eksikti dediğin yerler var mıydı? Yani şu da yapılırdı güzel olurdu metinlerde.

Nisa: [Yoo]. Gerçekten emek harcamışsınız. Güzel yapılmış.

Araştırmacı: Teşekkür ederim.

Nisa'nın ÜKDM hakkındaki görüşleri incelendiğinde öğretmen adayının bu metinleri okumaktan memnun olduğu saptanmıştır. Aşağıda ÜKDM'yi okuyan Ebru'nun bu tür metinler hakkındaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki teşekkür ediyorum. Isı ve sıcaklıkla ilgili sorularım bu kadardı. Şimdi bir de metinlerim hakkında neler düşündüğünü paylaşırsan benimle sevinirim.

Ebru: Metinler...

Araştırmacı: Hıhı.

Ebru: Güzeldi. Bana yardımcı oldu hani yanlış bildiklerimi öğrendim.

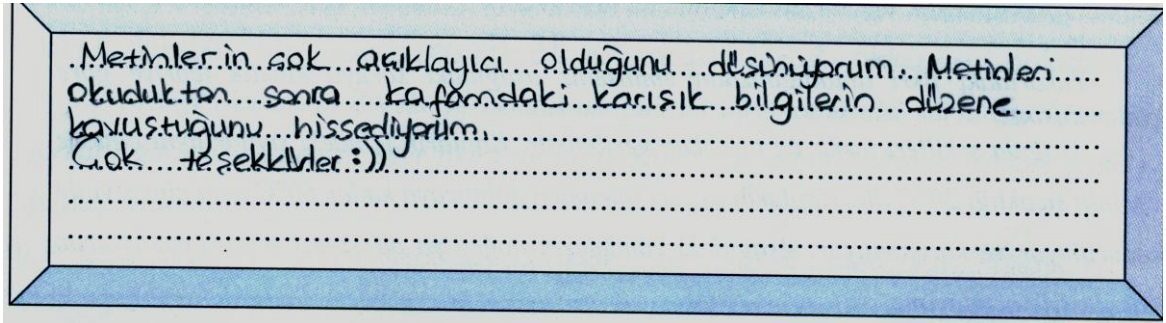
Araştırmacı: Hıhı. Peki, Ebru hani metinlerimde şu da eksikti, keşke şu da olsaydı dediğin bir kısım oldu mu?

Ebru: [Yoo]. Güzeldi metinler.

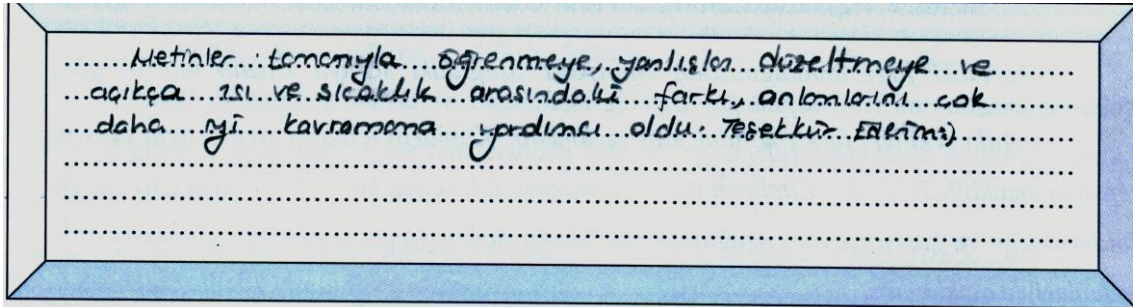
Araştırmacı: Peki teşekkür ediyorum o zaman.

ÜKDM'yi okuyan öğretmen adayı Ebru okuduğu metinlerin güzel olduğunu ve yanlış bildiklerini öğrettiğini söylemiştir. Buna göre öğretmen adayının ÜKDM'ye yönelik tutumunun olumlu olduğu tespit edilmiştir.

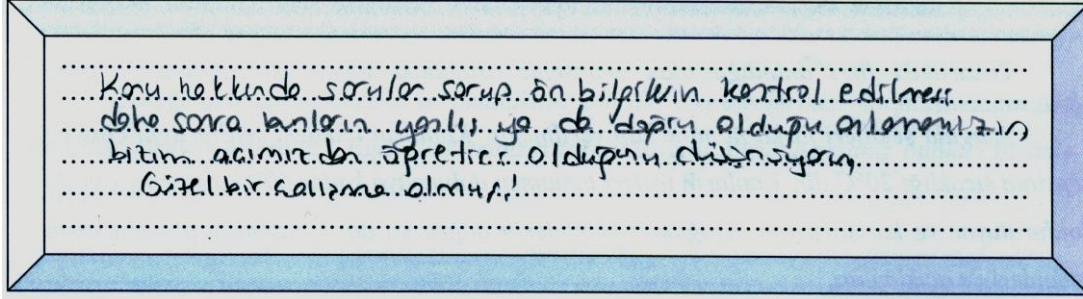
ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının okudukları metinler, diğer metin türlerine (DM'ye ve ÇM'ye) göre daha uzun olmasına rağmen öğretmen adaylarının okudukları ÜKDM'den zevk aldıkları ve okudukları metinleri beğendikleri tespit edilmiştir. Hatta ÜKDM'yi okuyan öğretmen adayları diğer metin türlerini (DM ve ÇM) okuyan öğretmen adaylarına göre metinleri okurken ÜKDM'nin içinde yer alan sorulara cevap verirken daha fazla çaba sarf etmişlerdir. Buna rağmen ÜKDM'ye karşı olumlu tutum geliştirdikleri saptanmıştır. Aşağıda öğretmen adaylarının ÜKDM hakkında metinlerde yer alan kısımdaki görüşlerinden dikkat çekici olan birkaç örnek sunulmuştur.



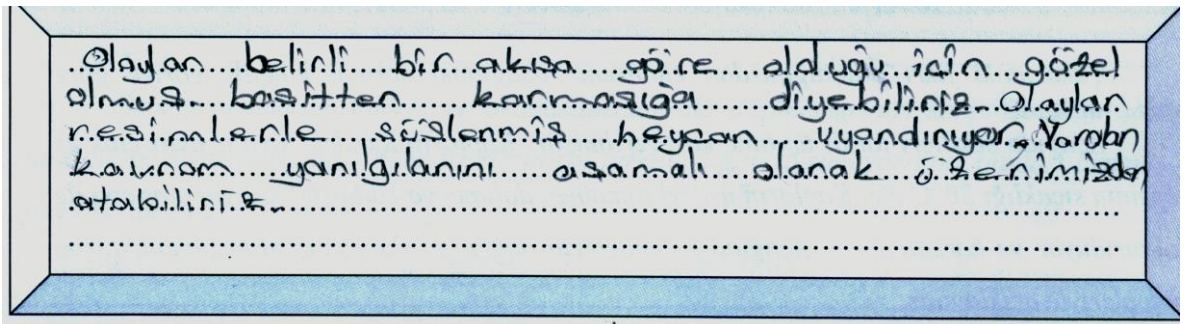
Şekil 4.6.2. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Ferdi'nin Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti



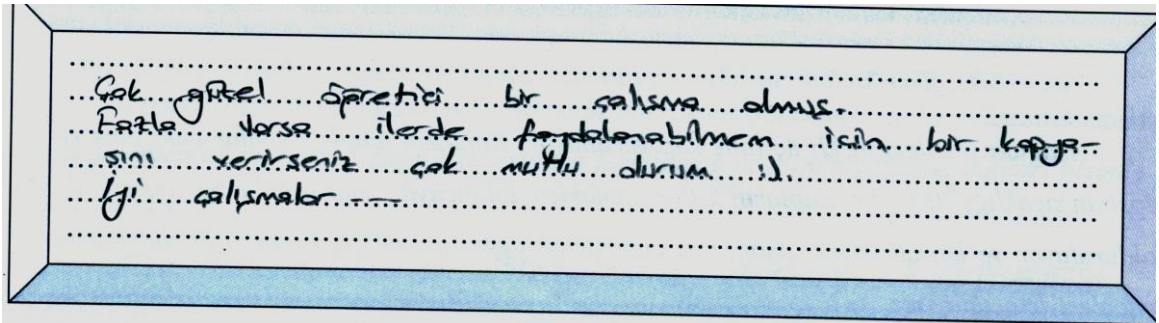
Şekil 4.6.3. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Selim'in Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti



Şekil 4.6.4. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Simay'ın Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti



Şekil 4.6.5. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki İdil'in Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti



Şekil 4.6.6. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Talha'nın Metinler Hakkındaki Görüşlerini Yansıtan Metin Kesiti

Şekil 4.6.2., Şekil 4.6.3., Şekil 4.6.4., Şekil 4.6.5. ve Şekil 4.6.6. incelendiğinde ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının okudukları metinlere karşı olumlu tutum sergiledikleri tespit edilmiştir.

4.7. Çürütücü ve Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

Metinlerin okutulması süreci öncesinde ve metinlerin okutulması süreci sonrasında ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adayları arasından ve ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adayları arasından 3'er öğretmen adayı ile ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarını sorgulamak amacıyla bireysel yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ortalama 45 dakika süren görüşmede öğretmen adaylarına 7 tane ana soru yönlendirilmiştir. Bu yedi tane ana soruda ise çeşitli yan sorular mevcuttur. Aşağıda öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular ısı ve sıcaklıkla ilgili alt konu başlıkları altında incelenmiştir.

4.7.1. Isı ve Sıcaklık Kavramına Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramına dair fikirlerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular sorulmuştur:

Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

☒ O halde ısı nedir?

☒ Sıcaklık nedir?

☒ Isı ve sıcaklıkla ilgili tanımları ayrı ayrı yaptın. Peki ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi yorumlayabilir misin?

4.7.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda öğretmen adayı Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Ebru: ... Aynı ortamda bulunduklarından eşittir.

Araştırmacı: Neleri eşittir?

Ebru: Sıcaklıkları eşittir. Isıları da eşittir bence. Çünkü ısı alış verişi oluyor. Belli bir süre sonra eşitlenir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, o halde ısı nedir?

Ebru: Isı [111] bir enerji olması lazım.

Araştırmacı: Nasıl bir enerji?

Ebru: Enerji mesela kalori cinsinden ifade ediyoruz. Bir enerji joule filan çevirme oluyor ama o enerji birimi [111] ısı da [111] onu çıkartamadım.

Araştırmacı: Yani ısının tanımını yapsan nasıl bir tanım yaparsın bana?

Ebru: Isı... Birbirlerine aktarılabilen [111] maddelerin içinde olan yani bir kavram diyelim.

Araştırmacı: Maddelerin içinde olan dedin. Örneğin şu masanın içinde ısı var mıdır?

Ebru: Vardır.

Araştırmacı: Vardır. Peki bu ısıları karşılaştırırsan... Hani bu masa ve burada duran sandalyeleri karşılaştırırsan hangisinin ısısı daha büyüktür ya da daha küçüktür?

Ebru: Hangisinin ısısı...

Araştırmacı: Ya da birbirine eşit midir?

Ebru: Şey uzun zamandan beri burada olduğu için birbirlerine eşittir. Isı alış verişi...

Araştırmacı: Yani ısılarından bahsedebiliriz o halde.

Ebru: Hıhı. Evet.

Araştırmacı: Anladım. Peki, bu masamız 3. katta biliyorsun. Burası 3. kat. Ben bunu 1. kata indirsem bu masanın ısısı değişir mi?

Ebru: ısısı değişir mi?

Araştırmacı: Koşullar aynı sadece yüksekliğiyle oynuyorum. Yani 1. kata indiriyorum.

Ebru: O zaman değişmez.

Araştırmacı: Peki neden böyle düşündün?

Ebru: Koşullar aynı olduğu için hani sıcaklık aynı o zaman aşağı indirdiğimizde bir fark etmeyecek.

Araştırmacı: Peki [111] sıcaklıkları eşit dedin. Bir de sıcaklığın tanımını yapmanı istesem nasıl bir tanım yaparsın?

Ebru: Sıcaklık [111] maddelerin işte dokunduğumuzda filan hani bize verdik [111] nasıl desem. Şu an bilemiyorum ama [111] birazcık şey oldu yani. [111] Sıcaklık yüksek dereceler, düşük dereceler hani oluyor şey [111] nasıl çıkarsam.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Tam olarak söyleyemiyorum ama işte dereceyle ölçülüyor işte termometreyle.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: İşte termometreyle ölçülüyor dereceyle ifade ediliyor.

Araştırmacı: Tamam.

Ebru: Bunu böyle tam tanım olarak şey yapamadım.

Araştırmacı: Sıcaklıkla ısı aynı şey midir?

Ebru: Yok farklı.

Araştırmacı: Peki o zaman ısı ve sıcaklığı ayrı ayrı tanımladın. İkisini yorumlamayı istesem, yani ısı ve sıcaklığın arasındaki benzerlikler olabilir farklılıklar olabilir neler diyebilirsin?

Ebru: [111] Mesela ısı alış verişinde sıcaklıklar da [111] aktarılıyor yani mesela soğuk maddeyle sıcak maddeyi yan yana koyduğumuzda işte soğukluklarıyla sıcaklıkları birbirine akışı oluyor. Onunla ısı alış verışı... Isı alış verışı onun sayesinde oluyor.

Araştırmacı: Him.

Ebru: Başka bir şey gelmiyor aklıma.

Araştırmacı: Peki sıcaklık transfer edilebilen bir özellik midir?

Ebru: Sıcaklık evet.

Ebru ÜKDM’yi okumadan önce ısıнын bir enerji olduğunu ve aynı ortamda bulunan aynı cins maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunu belirtmiştir. Isının yükseklikle değişmeyeceğini söylemiştir. Bu fikirleri bakımından Ebru, bilim insanlarınca kabul gören fikirlere sahiptir denilebilir. Ancak ısıнын maddenin iç yapısında bulunan bir enerji olduğunu ve aynı ortamda bulunan cisimlerin belli bir süre sonra ısı alış verişinden dolayı sahip oldukları bu enerjinin eşitleneceğini de söylemiştir. Bu fikirleri düşünüldüğünde Ebru’nun “ısıyı maddesel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramına sahip olduğu yani ısıyı maddelerin içinde var olan ve madde miktarıyla değişen bir özellik olarak adlandırma fikrinin olduğu tespit edilmiştir. Ebru’ya sıcaklığın tanımı sorulduğunda sıcaklığın biriminin derece olduğunu ifade etse de net bir cevap verememiştir. Bunun yanı sıra sıcaklığın da maddelerin içinde olan ve ısı alış verişinde karşılıklı aktarımı yapılan bir enerji gibi algılandığı hissedilmiştir. Dolayısıyla Ebru’da “sıcaklığı bir enerji gibi düşünme ve ısı alış verişinde ısı kavramının yerine kullanma” alternatif kavramlarının olduğu söylenebilir. Bu bulgulara göre öğretmen adayının ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerden farklı olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda Ebru’nun ÜKDM’yi okuduktan sonra aynı kavramlar üzerindeki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın?

Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Ebru: ...Şimdi bunlar aynı yerde olduğu için sıcaklıkları eşit. Sıcaklıkları eşit olduğu için ısı da yoktur bence. Çünkü aynı madde ve sıcaklıkları eşit. Sıcaklık farkından dolayı ısı olduğu için, sıcaklık bir farkı olmadığı için ısıdan bahsedemeyiz diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki teşekkür ederim. Isı nedir o zaman Ebru?

Ebru: Isı, sıcaklık farkından dolayı ortaya çıkan bir enerji.

Araştırmacı: Peki Ebru, senden şunu istesem. Burada masamız var, sandalyelerimiz var ya da işte telefon var. Bunların aynı maddeden yapılmış birer cisim olduğunu kabul etseydik ısıları hakkında nasıl bir yorum yapardık?

Ebru: Isıları hakkında yorum yapamazdık; çünkü sıcaklık farkı yok

Araştırmacı: Peki sıcaklık nedir o zaman?

Ebru: [111] Sıcaklık? Şimdi nasıl söyleyecem ya bir ölçüm ama hani ölçüyorsun... Ölçüm değildi. Ölçüm... Ölçüm müydü? Ölçüm değildi ama hatırlayamadım.

Araştırmacı: Neyse düşün de cevap ver. Isıyı tanımladın şimdi sıcaklık...

Ebru: Sıcaklık dereceyle ölçülüyor.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Hayır termometreyle ölçülüyor, dereceyle ifade ediliyor.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Geçen birincide de ben böyle demiştim. [111] Ölçü değeri diye düşünüyorum. Ama hani biliyorum ama cümlelere biraz zor oluyor. Sıcaklık... Onun bir hani mesela dokunun sıcaklığını falan diyoruz da hani cümlelere nasıl diyeceğimi tam olarak toparlayamadım.

Araştırmacı: Peki ısı ve sıcaklıkla ilgili tanımlarını ayrı ayrı yaptın. Şimdi desem ki sana ısı ve sıcaklıkla ilgili bildiğin bütün bilgileri benimle paylaş, neler anlatırsın bana hem ısı hem sıcaklık hakkında?

Ebru: [111] Şimdi ısı kalorimetre kabıyla ölçülüyordu.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Kalori ilkesine itaat ediyordu. [111] Bir de ısı $mc\Delta t$ ’ den bulunuyordu. Δt sıcaklık farkı, c özısı, m de kütlesi. [111] başka... sıcaklık da işte $^{\circ}\text{C}$, F sonra bir tane daha vardı. Tam eşitleyim bari Fahrenheit, Kelvin bu amcalar uğraşmışlar yapmaya. İşte bağıntıyı da yazabilirim aralarındaki.

Ebru ÜKDM’yi okuduktan sonra ısıнын sıcaklık farkından dolayı ortaya çıkan bir enerji olduğunu belirtmiştir. Hatta birinci görüşmesinden farklı olarak aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklık farkı olmadığı için ısılarının karşılaştırılamayacağını belirtmiştir. Ayrıca ısıнын kalorimetre kabıyla ölçüldüğünü ve ısı formülünü de kendine göre açıklamış ve son görüşmedeki yanıtlarına eklemiştir. Bu bulgulara göre Ebru’nun “ısıyı maddesel bi olgu gibi düşünme” alternatif kavramını bilim insanlarınca doğru kabul göreniyle değiştirdiği söylenebilir. Ayrıca aynı ortamda bulunan ve aynı cins maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunu da söylemiştir. Sıcaklığın tanımı sorulduğunda metinleri okuduktan sonra yine sıcaklığın tanımını yapamamıştır. Ancak bu defa sıcaklığın termometre ile ölçüldüğünü ve biriminin derece olduğunu söylemiştir. Birinci

görüşmeden farklı olarak sıcaklık birimlerini Fahrenheit ve Kelvin’le çeşitlendirmiştir. Bu bulgulara göre öğretmen adayının ısı ile ilgili alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirdiği; ancak sıcaklık kavramını tam olarak niteleyemediği söylenebilir. Ayrıca Ebru’yla yapılan son görüşmenin ilerleyen kısımlarında sıcaklık kavramıyla ilgili aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir.

Araştırmacı: Peki, sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Ebru: I-ıh

Araştırmacı: Neden?

Ebru: [ııı] Şey... Bu sıcaklık... Sıcak olan maddenin tanecikleri daha hızlı hareket ediyor. Bu soğuk olanla yan yana getirdiğimizde bu tanecikler çarparak onun enerjisini [ııı] öbürüne soğuk olana veriyor ve onunda hızlı hareket etmesini sağlıyor. Böylece soğuk olan maddenin de ısınmasını sağlıyor.

Ebru metinleri okuduktan sonra sıcaklık ya da soğukluk kavramlarının transfer edilemeyen bir özellik olduğunu ifade etmiştir. Sıcak olan maddelerle soğuk olan maddeleri yan yana getirdiğimizde tanecikler arasında çarpışmadan dolayı sıcak maddelerin enerjilerini soğuk olan maddelere aktardığını böylelikle soğuk olan maddelerin ısındığını açıklamıştır. Bu bulgulara göre öğretmen adayının “sıcaklığı bir enerji gibi düşünme ve ısı alış verişinde ısı kavramının yerine kullanma” alternatif fikirlerini bilimsel olarak doğru kabul görenlerle değiştirdiği söylenebilir. Ayrıca öğretmen adayı Ebru’nun ön görüşmesinden farklı olarak, son görüşmesindeki açıklamalarında kinetik teoriye atıfta bulunduğu göze çarpmaktadır. Bu bakımdan ÜKDM’nin öğretmen adayı Ebru’nun ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamasını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

2. Öğretmen Adayı Gamze’nin Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Isı ve sıcaklık kavramları hakkında ÜKDM’yi okuyan öğretmen adayı Gamze ile metinleri okumadan önce aşağıdaki diyalog yaşanmıştır.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Gamze: Hım. Yani demir olanlar daha soğuktur.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Tahta biraz daha iyi. Hani zaten o yüzden hani koltuklar falan hani kumaşlarla kaplanır. Kumaşlar biraz daha çok sıcak tutabilir içerisinde.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Yani o yüzden en fazla kumaşlar sıcak tutar.

- Araştırmacı: Peki şu şekilde dört tane sandalye ve bir tane masa var. Bunların sıcaklıkları hakkında ne söylersin?
- Gamze: Hepsi tahta değil mi?
- Araştırmacı: Hıhı. Hepsi tahta. Aynı maddeden yapılmış.
- Gamze: Hepsi aynı maddeden... Aynı.
- Araştırmacı: Aynı dersin. Peki ısıları hakkında ne dersin?
- Gamze: Isıları maddenin büyüklüğüne göre değişir.
- Araştırmacı: Hıhı. Şekilde büyüklükleri görülüyor...
- Gamze: Masanınki daha çoktur. Isısı.
- Araştırmacı: Hıhı.
- Gamze: Sandalyelerin daha azdır.
- Araştırmacı: Peki ısı nedir o halde?
- Gamze: Isı maddelerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin [111] toplamı.
- Araştırmacı: Hıhı. Peki böyle bir yorum yaptıysan sana şöyle bir soru yöneltiyorum Bu masa gördüğün gibi 3. katta duruyor. Ben bu masayı 1. kata indirsem ısısı değişir mi?
- Gamze: Değişir.
- Araştırmacı: Nasıl değişir?
- Gamze: Çünkü potansiyel enerjisi değişir. Çünkü yükseklik değişir.
- Araştırmacı: Nasıl değişir peki artar mı azalır mı?
- Gamze: Azalır.
- Araştırmacı: Azalır.
- Gamze: Çünkü yükseklik azaldığı için...
- Araştırmacı: Hıhı. Peki sıcaklık nedir?
- Gamze: Sıcaklık [111] yani tam olarak tanımını söyleyemem ama hani maddelerin ... Nasıl desem... Yani termometreyle ölçülür.
- Araştırmacı: Hıhı. Başka.
- Gamze: Yani dokun... Dokunmayla algılanır, yani hissedilir.
- Araştırmacı: Hıhı.
- Gamze: Başka da bir şey...
- Araştırmacı: Peki sıcaklık hani biraz önce muhafaza edilir gibi bir söz söyledin hani. Kumaşlarla falan daha iyi tutulur gibicesinden. Sıcaklık transfer edilebilen bir özellik midir?
- Gamze: Evet.
- Araştırmacı: Peki ısı ve sıcaklıkla ilgili tanımlarını ayrı ayrı yaptın Gamze'cım. Senden bunları birleştirmeni istesem, yani hem farklılıklarını hem benzerliklerini söylemeni istesem neler söylersin?
- Gamze: Ya ısı da sıcaklık da maddenin cinsine göre değişir.
- Araştırmacı: Hıhı.
- Gamze: [111] Isı iletilemez; ama hani ısı bir maddenin sonuçta artık. Yani mesela bir... Atıyorum bir deniz, denizin ısısıyla bir bardak suyun ısısı elbette ki bir değildir. Ama hani iletilemez birbirlerine ama sıcaklık iletilebilir.
- Araştırmacı: Hıhı.
- Gamze: Aslında bir hocamız şeye benzetmişti hani kuvvetle çekiş ilişkisine.
- Araştırmacı: Hıhı.
- Gamze: Benzetmişti...(Düşündü)
- Araştırmacı: Nasıl bir ilişki kurmuştu orada?
- Gamze: Mesela ısı kuvvettir, ısı çekiştir. Sıcaklık kuvvettir. Hani sıcaklık ortaya çıkan yanıdır falan demişti. O da güzeldi. Hoşuma gitmişti.

Gamze ÜKDM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan aynı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı, farklı cins maddelerin sıcaklıklarının ise birbirinden farklı olacağını söylemiştir. Sıcaklığın tanımını tam olarak yapamasa da biriminin derece olduğunu söylemiştir ve dokunmayla hissedilebildiğini ifade etmiştir. Ayrıca sıcaklığın transfer edilebilir olduğunu ancak ısının transfer edilemez olduğunu belirtmiştir. Gamze'nin sıcaklık kavramıyla ilgili "sıcaklığı enerji gibi düşünme", "aynı ortamda bulunan maddelerin cinslerine göre sıcaklık değerinin değişeceğini düşünme" alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. Isı kavramını açıklarken maddenin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı şeklinde ifade etmiştir. Yani metinleri okumadan önce "ısı kavramını iç enerji kavramının yerine kullanma" alternatif kavramı vardır. Isının tanımında potansiyel enerji kavramına yer verdiği için ısı kavramını yükseklikle doğru orantılı olarak ilişkilendirmiştir. Bu bulgular ışığında Gamze'de "ısı ve yüksekliği doğru orantılı düşünme" alternatif kavramının var olduğu bulunmuştur. Ayrıca Gamze ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşündüğünden maddelerin ısılarının madde büyüklüğüne göre değiştiğini belirtmiştir. Bu bulgulara göre öğretmen adayının ısı ve sıcaklık kavramlarına dair alternatif kavramları vardır. Isı ve sıcaklıkla ilgili kuvvet-etki benzerliğinden bahsetmiştir. Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okuduktan sonra aynı kavramlar üzerindeki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Gamze: Sıcaklıkları aynıdır.

Araştırmacı: Hıhı

Gamze: Uzun süredir aynı ortamda kaldıkları için ısııl dengeye ulaşmışlardır. Ama ısıları hakkında hani her maddenin [ııı] daha farklıdır diye düşünüyorum. Isıları hakkında tam bir yorum yapamayız.

Araştırmacı: Hım Peki ısı nedir o zaman Gamze?

Gamze: Isı aslında tam öyle bir yani şeyde bunu düşünüyorum. Pazartesiden beri hani hala böyle bir şeyler kafamda oturamamış. Ben onu fark ettim böyle hani ısının tam olarak net bir tanımını hala yapamıyorum ben.

Araştırmacı: Hım.

Gamze: Yani şey arasında gidip geliyorum. Ortalama kinetik enerjileri ile potansiyel enerjiyi katıyor muyduk, katmıyor muyduk? Yani potansiyel enerjiyi katmamız lazım. Çünkü hani bulunduğu ortamın göre ısıısı değişiyor hani yüksekte bulunursa daha şey hani ısıısı yüksektir diye aklımda kalmış ama bir türlü tam oturtamadım böyle.

Araştırmacı: Peki metindeki o kısımları hatırlıyor musun? Belki o sana yardımcı olabilir.

Gamze: Hatırlamıyorum tam olarak...

Araştırmacı: Peki sıcaklık nedir o zaman?

Gamze: Sıcaklık hani ısının [ııı] yol açtığı bir şeyin ölçülmesi.

Araştırmacı: Neyin peki? Neyin ölçülmesi?

Gamze: Mesela [ııı] tam olarak hani söyleyemem de hani ısı bir enerjidir hani o olduğunu biliyorum yani. Hani enerji verdiğimiz zaman cisimlerin moleküllerinin titreşim sayısı artıyor ve hani o titreşim sayılarının ölçümüdür belki diyebiliriz.

Araştırmacı: Hım. Peki o zaman bana ısı ve sıcaklıkla ilgili bildiklerini şöyle bir harmanlasan neler anlatabilirsin?

Gamze: Şöyle ki [ııı] Isı bir enerjidir yani aktarılabilir. Aktardığımda hani aktardığımızın doğurduğu sonuçları gözlemleyebiliriz. Sıcaklıkta bunun hani sonuçlarından biridir. Yine enerjiyle ortaya çıkan, enerji aktarımıyla ortaya çıkan bir şeydir. Onun ölçümüdür. Sıcaklık işte termometreyle ölçülür. Öyle yani.

Araştırmacı: ...Ben bu masayı ortamın koşulları aynı olmak kaydıyla birinci kata indirsem ne dersin? Nasıl bir yorum yaparsın?

Gamze: Isısı değişmez, değişir mi? Tam değişir yani hani ben hep aklımda öyle kalmış niye öyle kalmış bilmiyorum; ama aklımda hep öyle kalmış.

Araştırmacı: Yani bunu aşağıya indirdiğimde masanın ısısı ne olacak o zaman?

Gamze: Düşer...

Gamze, ön görüşmesinden farklı olarak bu defa ısının iletilebilir olduğuna değinmiştir. Dolayısıyla metinleri okuduktan sonra Gamze'nin "ısının iletilemez olduğunu düşünme" fikrini bilim insanlarınca doğru kabul edileniyle değiştirdiği söylenebilir. Gamze ÜKDM'yi okuduktan sonra bilgilerinin doğruluğundan şüpheye düşmüştür. Isının tanımını yapmakta zorlanmış ve okuduğu metinleri tam olarak hatırlayamadığını belirtmiştir. Maddelerin ısılarının bulundukları ortamın yüksekliğiyle ilişkili olduğunu düşünmektedir. Isı ve yükseklik hakkında ön görüşmelerde söylediklerine benzer bir yorum yapmıştır. Bu bulgulara göre öğretmen adayının "ısı ile yükseklik arasında doğru orantılı düşünme" alternatif kavramını bilim insanlarınca kabul göreniyle değiştirmedeği tespit edilmiştir. Ayrıca uzun süredir aynı ortamda duran cisimlerin ısı dengeye ulaştıklarından sıcaklıklarının eşit olacağını da söylemiştir. Bu bulguya göre Gamze "aynı ortamda bulunan maddelerin cinslerine göre sıcaklık değerinin değişeceğini düşünme" alternatif kavramını bilim insanlarınca kabul göreniyle değiştirdiği saptanmıştır. Sıcaklığın tanımını yaparken ön görüşmesinden farklı olarak ısı değerinin bir ölçüsü olduğunu ifade etmiştir hatta taneciklerin titreşim sayılarıyla ilişki kurmuştur. Dolayısıyla Gamze'nin "sıcaklığı enerji gibi düşünme" alternatif fikrinde az da olsa değişimin olduğu söylenebilir. Ayrıca Gamze'nin son görüşmesinde ısının kütleyle ilişkisine yönelik şu diyaloglar geçmiştir.

Araştırmacı: [Hım]. Maddelerin ısılarını sıralayabilir miyiz? Mesela büyüktен küçüğe doğru bu masa ve sandalyeler mesela...

Gamze: Isılarını... Yani ne kadar doğru bilmiyorum da hani masanınki sanki böyle kütleye bağlı olduğu için hani sandalyeden daha büyük.

Araştırmacı: [Hım]. Peki.

Gamze: Çünkü hani bize şey diye öğretilmişti ne kadar doğru da hala onlar yani böyle kalmış hani bir bardak suyla sonuçta okyanusun ısısı aynı değildir. Mutlaka kütleye bağlıdır falan diye.

Gamze'nin ÜKDM'yi okuduktan sonra bile ısı kavramını madde miktarıyla ilişkilendirdiği ve bundan dolayı aynı ortamda bulunan büyüklükleri farklı maddelerden büyük olanın ısısının daha büyük olduğunu söylediği tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında "ısıyı maddesel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramının varlığını sürdürdüğü tespit edilmiştir. Yine son görüşmede öğretmen adayıyla sıcaklık ve soğukluk kavramlarına dair aşağıdaki diyalog da geçmiştir.

Araştırmacı: Peki o halde sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Gamze: Hayır değil.

Araştırmacı: Hım. Yani biz sıcaklık transfer edilmiştir ya da soğukluk transfer edilmiştir diyemez miyiz? Mesela elimin sıcaklığı tahtaya geçmiştir diyemez miyim?

Gamze: Hayır diyemeyiz; çünkü yani hani sıcaklık zaten ısının doğurduğu bir sonuç. Biz aslında ısıyı veriyoruz. Onun doğurduğu hani molekülleri titreştirmesiyle yine sıcaklık olarak geri dönüş ama hani biz arada aktarılan şey ısı.

Gamze ÜKDM'yi okuduktan sonra maddeler arasında sıcaklık ya da soğukluğun transfer edilemediğini belirtmiştir. Maddeler arasında ısının aktarıldığını sıcaklığın zaten bu ısının doğurduğu sonuç olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgulara göre Gamze'nin "sıcaklığı enerji gibi düşünme" ve "ısının iletilemez olduğunu düşünme" alternatif kavramlarında ÜKDM'yi okuduktan sonra değişme olduğu söylenebilir.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Isı ve sıcaklık kavramları hakkında Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önceki yanıtları aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Nisa: [ım] Aynı ağaçtan yapıldıysalar...

Araştırmacı: Aynı ağaçtan.

Nisa: Aynı türden yapıldıysalar birbirlerinin aynı sıcaklığında olurlar derim.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Sebebinin de hani ısı sığaları c'leri aynı olduğu için verilen ısıyla hani daha stillerinde aynı miktarda olacağını düşündüğüm için dokunduğumuzda aynı hissi verir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki ısıları hakkında ne söyleyebilirsin?

Nisa: Isı kütleye bağlı olduğu için her birinin ısısı farklıdır. Nasıl hani bir kibrit yaktığımda onun ısısı bir denizin ısısından daha düşükse, aslında sıcaklık olarak baktığımızda farklı, büyük; ama ısı olarak masa büyük kütlesi olduğu için ısısı da büyüktür.

Araştırmacı: Hım. Peki, ısı nedir o halde Nisa?

Nisa: Isı kütlenin sahip olduğu [hehe☺] (güler)... Hocam bu tanımları hiç...

Araştırmacı: Kendine göre tanım yapabilirsin. Kitabı tanım yapmak zorunda değilsin.

Nisa: Şey, hani bu potansiyel olarak hep derler ısı, işte sıcaklıkta kinetik + potansiyel diyebiliriz.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: O şekilde biliyorum.

Araştırmacı: Peki, ısı yüksekliğe bağlı mıdır?

Nisa: Yükseklik derken?

Araştırmacı: Hıhı. Mesela şu masa 3. katta biliyorsun, 1. kata indirsem, ısısı değişir mi?

Nisa: Yok bağlı değil yüksekliğe diye düşünürüm.

Araştırmacı: Peki, sıcaklık nedir o zaman?

Nisa: [hehe☺](güler) Sıcaklık [ııı] yani kinetik ve potansiyel toplamı derim.

Araştırmacı: Hıhı, peki. Isı ve sıcaklıkla ilgili bildiklerini ayrı ayrı söyledin. İkisi hakkındaki bildiklerini şöyle bana anlatmanı istesem, ısı ve sıcaklıkla ilgili neler anlattırır?

Nisa: Yani ısıyı tanımlarken hani çoğunlukla şu formülü kullanıyoruz. $Q=mc\Delta t$ ya da $PV=nRT$ sıcaklık kısmından orayı, o formülleri kullanarak hesaplama yapıyoruz. İşte dediğim gibi ısı kütleye bağlı, sıcaklık ise öyle değil. Hani ısıyı kalorimetreyle işte sıcaklığı termometreyle ölçeriz.

Araştırmacı: Hıhı.

Nisa: Yani birbirleriyle pek alakasızlar; ama aynı zamanda da aynılar. [hehe☺](güler) O öyle.

Araştırmacı: Peki, bu maddenin ısısı vardır ya da yoktur diyebiliyor muyum? Yani her maddenin ısısı var mıdır?

Nisa: Yani..., vardır. Bir maddenin hani ısısı olmama, sıfır gibi bir şey yok hani. Kütlesi varsa şeyi de vardır. Isısı da vardır deriz.

Araştırmacı: Hıhı, peki mesela soğuk cisimlerin ısısı yoktur ya da sıcaklığı...

Nisa: Diyemeyiz. -273 böyle hani hayali bir kavramdır ve o hani sıfır diye kabul edilir; ama sıfır diye bir sıcaklık yoktur. Yoksa madde olmaz [hehe☺].

Araştırmacı: Peki gördüğün gibi odamızda bir sürü eşya var. Masa olsun, tepegözler olsun işte sandalyeler olsun. Bunların ısılarını karşılaştırmak desem, ne dersin bana?

Nisa: Kütlelerine göre değişir derim. Aynı zamanda ısı sığalarına göre değişir derim. Yani bir sürü şeylerini kat... hani farklı farklı değişkenlere bağlı olarak...

Araştırmacı: Tamam. Farz et ki...

Nisa: Birine daha soğuk derim.

Araştırmacı: Hım. Şey mi diyelim o zaman. Bunların hepsi aynı maddeden yapılmış olsa.

Nisa: Hıhı. O zaman kütlelerini tartarım. En çok hangisi geliyorsa onun ısısı daha büyük derim.

Nisa ÜKDM’yi okumadan önce aynı ortamda bulunan aynı cins maddelerin sıcaklıklarının eşit olacağını söylemiştir. Dolayısıyla Nisa “aynı ortamda bulunan maddelerin cinslerine göre sıcaklık değerinin değişeceğini düşünme” alternatif kavramına sahiptir. Isıyı fiziksel bir olgu gibi düşündüğünden madde miktarıyla ısıнын değişebileceğini belirtmiştir. Hatta kütlesi olan her şeyin ısısının olduğunu da açıklamıştır. Bu bulgular ışığında öğretmen adayında “ısıyı fiziksel bir olgu olarak düşünme” alternatif kavramının varlığından bahsedilebilir. Ayrıca ısıнын tanımını yaparken maddenin sahip olduğu potansiyel enerji; sıcaklığın tanımını yaparken maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı şeklinde söylemiştir. Isı ve sıcaklık kavramlarının aslında birbirlerinden farklı olmasına rağmen aynı zamanda aynı olduklarını söylemiştir. Dolayısıyla Nisa’nın ısı ve sıcaklık kavramlarını bilim insanlarından farklı düşündüğü tespit edilmiştir. Nisa’nın metinleri okumadan önce belirttiği diğer bir husus ise ısı miktarıyla yüksekliğin ilişkili olmayışıdır. Isıнын kalorimetre kabıyla sıcaklığın ise termometreyle ölçüldüğünü ifade etmiştir. Bu bulgular ışığında öğretmen adayının ısı ve sıcaklık konusunda bu fikirlerinin bilim insanlarınca kabul gören şeklinde olduğu görülmüştür. Ayrıca aynı Fen Bilgisi öğretmen adayıyla ÜKDM’yi okumadan önce şöyle bir konuşma da geçmiştir.

Araştırmacı: ... Peki sana şu cümleyi söylersem nasıl bir yorum yaparsın? “[eee] Isı sıcaklığı yüksek olan sistemden sıcaklığı düşük olan sisteme akar” dediğimde ne canlanıyor zihninde?

Nisa: Hıhı. Hani o an çok yoğun bir taraftan daha az olan tarafa doğru gider. Bizim hocalarımız hep anlatırken, bir sınıfta hani aşırı öğrenci var, bir sınıfta da daha az öğrenci var. Ne yaparsınız rahatlatmak için? Az öğrenci tarafına gönderirsiniz. Oooo o gibi bir şey olur yani. Çok yoğunundan az yoğununa geçiş.

Araştırmacı: Peki, ısıyı bir şeye benzetmeni istesem, neye benzetirsin?

Nisa: Isı... ?

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Gaz gibi diyebiliriz hemen yayılıyor veriyor az olan kısma doğru. Direkt homojen olmaya çalışıyor. Etrafıyla aynı olmaya çalışıyor. Bir şey başka madde olarak mı yani?

Araştırmacı: Isı bir madde midir peki?

Nisa: Yok canım enerjidir.

Araştırmacı: Nasıl bir enerjidir ısı?

Nisa: Isı.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Kinetik mi potansiyel mi? İkisinden mi soruyorsunuz?

Araştırmacı: Bilmem nasıl bir enerji? Sen enerji deyince sadece öyle bir soru geldi aklıma. Nasıl bir enerji?

Nisa: Potansiyel enerjidir diye düşünürüm ben.

Nisa'nın ön görüşmesinde gerçekleşen bu konuşmada Fen Bilgisi öğretmeni adayının duyduğu cümle için zihninde oluşan görüşler kaydedilmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adayı Nisa'nın böyle bir cümle duyduğunda ısıyı bir gaz gibi düşündüğü ve çok yoğun ortamdan az yoğun ortama doğru yayılacağını söylediği gözlenmiştir. Bu konuşmadan dolayı Fen Bilgisi öğretmen adayının okuduğu ya da duyduğu cümleleri bilim insanlarınca doğru kabul gören anlamlarından farklı düşünebildiği tespit edilmiştir. Nisa'nın "ısı gaz gibi az olan ortama doğru yayılma" alternatif kavramına sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının ısıyı bir enerji olarak bildiği bulunmuş ancak ısıyı sadece potansiyel enerji olarak düşünmesi ısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlarının olduğunu düşündürmüştür. Ayrıca Nisa'nın ön görüşmesinin ilerleyen kısımlarda ısı ve sıcaklıkla ilgili şu diyalogda gerçekleştirilmiştir

Araştırmacı: Peki, şimdi sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Nisa: Evet sıcaklık transfer ediliyor. Hani $Q_{\text{alınan}}$, Q_{verilen} diyerek zaten ısıyı direkt aldı verdi diyoruz.

Araştırmacı: Peki, ısı ve sıcaklık aynı şey midir?

Nisa: Değildir [hehe☺]. Farklılıklar var. Biri toplamı biri öyle bir parçası.

Nisa sıcaklığın transfer edilen bir özellik olduğunu söylemiştir. Isı ve sıcaklığın birbirinden farklı kavramlar olduğunu hatta birinin toplam diğerinin ise bir parçası olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgular ışığında Nisa'nın "sıcaklığı enerji gibi düşünme" alternatif kavramının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Nisa'da "ısıyı sıcaklığın bir parçası gibi düşünme" alternatif kavramının varlığından da bahsedilebilir. Çünkü sıcaklığı kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı, ısıyı ise sadece potansiyel enerji olarak tanımlamıştır. Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra aynı kavramlar üzerindeki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Nisa: Sıcaklıklarının aynı ortamda uzun süre kaldıklarından dolayı eşit olduğunu söylerim; ama ısılarının hakkında yorum yapamam. Birbirlerine değme şeyi olmadığı için.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Bunları söylerim.

Araştırmacı: Peki ısı nedir?

Nisa: Isı (Gülümser) bir cisimden başka bir cisme aktarılan ayırım... [111]
Aktarılan enerjidir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki sıcaklık nedir?

Nisa: Sıcaklık bir cismin sahip olduğu kinetik enerjilerinin ortalama değeri diye biliyorum.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, ısı ve sıcaklıkla ilgili tanımlarını ayrı ayrı yaptın. Bana bildiklerini anlat desem hem ısı hem sıcaklığa dair neler anlattırırın?

Nisa: Isı kalorimetreyle ölçülür. Sıcaklık termometreyle ölçülür. Sıcaklık [111] şey maddede yani nasıl desem?... Maddeden maddeye hani alınan ısıya göre farklılık, farklı derecelerde yükselebilir. Isı ise işte bir maddeden bir maddeye aktarılır.

Araştırmacı: Peki ısı yüksekliğe bağlı mıdır, mesela?

Nisa: Yüksekliğe bağlı değildir. Maddenin kendinden herhangi bir... Yükseklik basınçla alakalıdır. O da yok.

Nisa ÜKDM'yi okuduktan sonra aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının eşit olacağını belirtmiştir. Bu bakımdan “aynı ortamda bulunan maddelerin cinsleri farklı olduğunda sıcaklığının farklı olacağını düşünme” fikrini bilim insanlarınca kabul gören anlamıyla değiştirdiği söylenebilir. Sıcaklığın tanımını yaparken maddenin kinetik enerjilerinin ortalama değeri olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla metinleri okuduktan sonra “sıcaklığı bir enerji gibi düşünme” alternatif kavramını bilimsel anlamda doğru kabul göreniyle değiştirdiği saptanmıştır. Metinleri okuduktan sonra Nisa, aynı ortamda bulunan maddelerin ısıları hakkında yorum yapamayacağını ve ısının bir maddeden diğerine aktarılan bir enerji olduğunu söylemiştir. Bu bulgulara dayanarak Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” ve “ısıyı sıcaklığın bir parçası olarak düşünme” alternatif kavramlarını bilim insanlarınca kabul gören şekliyle değiştirdiği söylenebilir. Nisa'dan ısı ve sıcaklıkla ilgili bildiklerini anlatması istendiğinde sıcaklığın alınan enerji miktarına bağlı olarak yükselebilen bir değer olduğuna değinmiştir. Isının kalorimetre kabıyla, sıcaklığın ise termometreyle ölçüldüğünü söylemiştir. Ayrıca ısı ve yükseklik arasında ilişki olmadığını tekrar yinelemiştir. Bu fikirleri incelendiğinde Nisa'nın bilim insanlarınca kabul gören fikirlerinin olduğu söylenebilir. Ayrıca Nisa'nın sıcaklık ve soğukluk kavramlarıyla ilgili aşağıdaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Şimdi o zaman bir cisme dokunduğumuzda onların sıcaklıklarını ya da soğukluklarını hissediyoruz ya...

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: Bu hissettiğimiz sıcaklık ya da soğukluk nesnelerin ısıları hakkında bilgi verir mi?

Nisa: Nesnelerin ısıları hakkında...

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: I-ıh... Yani ısı değil de sıcaklıkları hakkında verir. Isıları hakkında herhangi bir bilgi veremez.

Araştırmacı: Peki sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Nisa: Sıcaklık yani sıcaklıktaki sahip olduğu kinetik enerji eğer ki kendinden daha soğuk bir madde varsa ona doğru ısı, enerji aktarılır. Yani sıcaklığın kendisi aktarılmaz.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, ben hani masaya dokunduğumda elimin sıcaklığı masaya geçmiştir desem doğru olur mu?

Nisa: Yani şey olarak, genel olarak doğru gibi görünür; ama aslında sıcaklık değil ısı gittiğinden dolayı oranın sıcaklığı artar. O aslında giden sıcaklık değil ısıdır.

Metinleri okuduktan sonra Nisa maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin ısı hakkında bilgi vermeyeceğini söylemiştir. Sıcaklığın transfer edilmediğini sıcaklıkları farklı cisimler arasında ısı aktarımı olduğunu belirtmiştir. “Masaya dokunduğumda elimin sıcaklığı masaya geçmiştir” ifadesi için maddeden sıcaklığının değil ısının geçtiğini bundan dolayı da sıcaklığının arttığı açıklamasını yapmıştır. Bu bulgulara göre öğretmen adayının ön görüşmesinde var olan “sıcaklığı enerji gibi düşünme” alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği söylenebilir.

Isı ve sıcaklık konusu hakkında hazırlanan ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ikisinin metinleri okumadan önce cevap verirken tereddüt ettikleri, metinleri okuduktan sonra ise Gamze hariç diğerlerinin daha net ve emin bir şekilde cevap verdikleri gözlenmiştir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının hepsi metinleri okumadan önce ısı kavramını maddenin bir özelliği gibi düşünürken, metinleri okuduktan sonra Gamze hariç, diğerleri ısının sıcaklık farkından dolayı iletilen enerji olduğunu belirtmişlerdir. Hatta üç öğretmen adayından üçü de metinleri okumadan önce aynı odada bulunan eşyaların ısılarını madde miktarı fazla olanın ısısı daha fazladır diye ifade ederken metinleri okuduktan sonra biri hariç diğer ikisi aynı odada bulunan eşyaların sıcaklık farkı olmadığı için ısıları hakkında yorum yapılamayacağını ifade etmişlerdir. Bazı öğretmen adayı metinleri okumadan önce ısı ve yükseklik arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu söylese de bu gruptaki iki öğretmen adayı gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra ısı ve yükseklik arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını ifade etmişlerdir. Sıcaklık tanımını yapmaları istendiğinde gerek metinleri okumadan önce gerek metinleri okuduktan sonra tam bir tanım yapamamaları da sıcaklığın biriminin derece olduğunu ve sıcaklığın termometreyle ölçüldüğünü söylemişlerdir. Ayrıca metinleri okumadan önce sıcaklığın ısı alışverişinde karşılıklı alınıp verildiğini söyleyen öğretmen adayları metinleri okuduktan sonra bu düşüncelerini değiştirmişlerdir. Hatta sıcaklık transfer edilen bir özellik midir sorusuna öğretmen adayının hepsinin metinleri okuduktan sonra sıcaklığın transfer

edilemediğini burada transfer olanın ısı olduğunu belirttiği görülmüştür. Öğretmen adaylarından özellikle Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonra kinetik teoriye atıfta bulunarak açıklama yaptığı fark edilmiştir. Bu bulgulara göre üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarının kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

4.7.1.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda öğretmen adayı Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önceki görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Yılmaz: Aynı odada bulunduklarından her tarafta aynı sıcaklık hissedileceğinden dolayı [ııı] aynı madde olduğu için [ııı] sıcaklıkları aynı olur diye düşünüyorum yani.

Araştırmacı: Peki ısıları hakkında ne söyleyebilirsin?

Yılmaz: Isıları hakkında [ııı] formülden dolayı $Q = mc\Delta t$ ten dolayı c leri aynı olur zaten kütleleri, kütlelerine bağlı aslında.

Araştırmacı: Peki resimde gördüğün masalar ya da sandalyeler.

Yılmaz: [ııı] Sandalyenin kütlesi burada daha az gibi görüldüğü için [ııı] $Q = mc\Delta t$ den dolayı masa sandalyenin kütlesi daha az olduğu için ısısı daha az olur.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, Yılmaz sana ısı nedir diye sorsam kendi cümlelerinle ısıyı nasıl anlatırsın bana?

Yılmaz: Isı, ısının olabilmesi için bir kere sıcaklık değişiminin olması gerekiyor.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Kütlenin olması gerekiyor sonra ısı bir yerden bir yere transfer edilebilen bir enerji gibi düşünebiliriz.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, ısıyı böyle tanımlıyorsun. Sıcaklık hakkında aynı şeyi söylesem yani sıcaklığı kendi kendine tanımla desem ne dersin?

Yılmaz: Sıcaklık [ııı] ısı kat sayısı gibi düşünüyorum ben. Isıyı oluşturan temel nedendir.

Araştırmacı: Hım. Peki, ısı ve sıcaklıkla ilgili ayrı ayrı tanımlarını yaptın. Yani ısı nedir dediğimde ya da sıcaklık nedir dediğimde ayrı ayrı tanımlarını yaptın. Bunun ikisini harmanlasan ısı ve sıcaklık arasındaki bildiklerini bana anlatsan

Yılmaz: Fark mı?

Araştırmacı: Fark da olabilir benzerlikler de olabilir

Yılmaz: Isının kütleye bağlıdır ısı. Sıcaklığın herhangi bir kütleye bağlı değildir.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Sıcaklık ısıyı oluşturur. Isı kalorimetreyle ölçülür. [111] Sıcaklık ise termometreyle ölçülür.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Isı alış verişi olur. Sıcaklık alış verişi olmaz. Isının olabilmesi için sıcaklık değişiminin olması gerekiyor. Aklıma gelenler bunlar.

Yılmaz ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan aynı cins maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunu söylemiştir. Ayrıca sıcaklığı tanımlarken ısıyı oluşturan temel neden olarak ifade etmiştir. Isının olabilmesi için sıcaklık farkının ve maddenin kütlesinin olması gerektiğini söylemiştir. ÇM'yi okumadan önce ısı tanımını bir yerden bir yere transfer edilen enerji şeklinde ifade etmiştir. Sıcaklık sonucu ısı oluştuğunu ve ısı kalorimetre kabıyla sıcaklığın ise termometreyle ölçüldüğünü ifade etmiştir. Yılmaz'ın bu fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul gören fikirlerle örtüştüğü gözlenmiştir. Isıyı fiziksel bir olgu gibi düşündüğünden kütlesi küçük olan maddelerin ısılarının da küçük olduğunu belirtmiştir. Isının kütleye bağlı olduğunu sıcaklığın kütleye bağlı olmadığını söylemiştir. Bu bulgulara göre ısı kavramıyla ilgili Yılmaz'ın fikirlerinin “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramının varlığı ile bilimsel olarak doğru kabul görenlerinden farklılaştığı söylenebilir. Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra aynı kavramlar üzerindeki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Yılmaz: İkisi içinde aynıdır. Yani aynı ortamda bulunuyorlar, aynı ortamda bulunan bütün maddelerin sıcaklıkları aynıdır.

Araştırmacı: Hıhı. Isıları peki? ...

Yılmaz: Isıları da sıcaklıkları aynı olduğuna göre ısıları da [111] kütlesine göre değişir ya.

Araştırmacı: Peki burada hangisinin ısısının daha büyük ya da hangisinin ısısının daha küçük olduğunu söyleyebilir misin?

Yılmaz: Masa derim herhalde sandalye mi yoksa ya ikiside aynı galiba ya burada duruşu...

Araştırmacı: Masanın kütlesi daha büyük gibi görünüyor.

Yılmaz: O zaman masanın ısısı daha fazla derim.

Araştırmacı: Peki... Peki ısı nedir o zaman?

Yılmaz: Isı maddenin içerisinde bulunan taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin toplamıdır.

Araştırmacı: Him. Sıcaklık peki...

Yılmaz: Sıcaklık ısıyı oluşturur. Maddenin kinetik enerjileriyle alakalıdır.

Araştırmacı: Him.

Yılmaz: Taneciklerin...

Araştırmacı: Peki ayrı ayrı tanımlarını yaptın. Desem ki sana ısı ve sıcaklıkla ilgili tüm bildiklerini benimle paylaş. Neler anlattırır bana hem ısı hem sıcaklık hakkında?

Yılmaz: Sıcaklık ısıyı oluşturur bir kere. Isı kalorimetre kabıyla ölçülür. Sıcaklık termometreyle ölçülür. Isının birimi kaloridir. Sıcaklığın birimi derecedir. [ıııı] Ondan sonra ısı kütleye bağlıdır. Sıcaklık kütleye bağlı değildir. Ondan sonra ... Bu kadar...

Yılmaz ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okuduktan sonra ön görüşmesinde olduğu gibi, aynı ortamda bulunan tüm cisimlerin sıcaklıklarının aynı olacağını belirtmiştir. Sıcaklık kavramıyla ilgili, ısıyı oluşturduğundan ve taneciklerin kinetik enerjileriyle alakalı olduğundan bahsetmiştir. Sıcaklığın kütleye bağlı olmadığını ifade etmiştir. Ön görüşmesinden farklı olarak ısıнын biriminin kalori olduğuna sıcaklığın biriminin ise derece olduğuna değinmiştir. Bu fikirleri incelendiğinde Yılmaz'ın bilim insanlarıncı doğru kabul gören şeklinde düşündüğü görülmüştür. Isıyı tanımlarken ön görüşmesinde bilimsel olarak doğru olan anlamıyla düşünmesine rağmen, yani ısıyı sıcaklık farkından dolayı bir yerden bir yere aktarılan enerji olarak düşünürken, metinleri okuduktan sonra ısıyı maddenin içerisinde bulunan taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak ifade etmiştir. Dolayısıyla, Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra "ısı ve sıcaklığın ayrımını yapamama" alternatif kavramını oluşturduğu gözlenmiştir. Ön görüşmesinde olduğu gibi ısıнын madde miktarıyla doğru orantılı olarak değişeceğini ve ısıнын kütleye bağlı olduğunu söylemiştir. Bu fikirleri incelendiğinde ise Yılmaz'ın daha çok ısı kavramıyla ilgili "ısıyı maddesel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramının olduğu ve metinleri okuduktan sonra bile bu alternatif kavramı bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirmedeği söylenebilir. Ayrıca sıcaklık ve ısı kavramlarıyla ilgili son görüşmede Yılmaz ile şu diyalogda gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacı: Peki maddelere dokunduğumuzda onların soğukluk ya da sıcaklıklarını algılıyoruz.

Yılmaz: Evet.

Araştırmacı: Bu algıladığımız soğukluk ya da sıcaklık maddenin ısısı hakkında bilgi verir mi?

Yılmaz: Sıcaklığı fazlaysa ısısı da fazladır. Öyle bir yorum yapabiliriz yani.

Araştırmacı: Him. Yani o zaman...

Yılmaz: Soğuksa ısısı azdır diyebiliriz.

Araştırmacı: Hım. O zaman şunu... Şu yorum çıkıyor burda sıcaklık arttıkça maddenin sahip olduğu ısı artar mı deriz?

Yılmaz: Evet doğru orantılıdır.

Araştırmacı: Neye dayanarak böyle bişey dedik?

Yılmaz: Formüle göre yani $Q=mc\Delta t$ 'den ... göre sıcaklık ve ısı hem doğru orantılı yani hem de halk arasında şey vardır işte maddeye dokunduğumuz zaman sıcaklığı fazladır falan.

Bu diyalogda Yılmaz maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin maddelerin ısıları hakkında bilgi vereceğini söylemiştir. Ayrıca sıcaklığı fazla olan maddelerin ısılarının da fazla olduğunu vurgulamıştır. Bunun sebebini ise ısı alış verişinde kullanılan formüle göre sıcaklık ve ısı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğuna dayandırmıştır. Sıcaklık kavramıyla ilgili bu fikirleri bakımından Yılmaz'ın ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili “sıcaklığı fazla olan maddelerin ısısı da fazladır” ve “sıcaklık ve ısı arasında doğru orantılı olarak ilişki kurma” şeklinde alternatif kavramlarının olduğu söylenebilir. Aşağıda bu diyalogun devamı niteliğinde olan ve Yılmaz'ın sıcaklığın transfer olup olmadığına dair görüşüne yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Yılmaz: Evet.

Araştırmacı: Yani ben mesela tahtaya dokunduğumda elimin sıcaklığı tahtaya geçmiştir desem doğru olur mu?

Yılmaz: Yok sıcaklık transfer edilmez ya. Isı transfer edilir.

Araştırmacı: Yani sıcaklık ya da soğukluk transfer edilemez o zaman.

Yılmaz: Evet.

Yılmaz'la yapılan son görüşmede öğretmen adayı öncelikle sıcaklık ya da soğukluğun transfer edilebileceğini düşünse de sıcaklık ya da soğukluğun transfer edilemeyeceğine değinmiş ve ısıнын transfer edilebildiğini söylemiştir. Bu bulgulara göre öğretmen adayının sıcaklığın transfer edilemeyeceği hakkındaki fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle örtüştüğü ve sıcaklığın transfer edilebilir olduğuna dair bir alternatif kavramının olmadığı söylenebilir.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda öğretmen adayı Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Satı: Yani aynı maddeden yapılmışlar ve farklı maddeden yapılmış olsalar da uzun süredir aynı oda içinde bulunuyorlar.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Bi şekilde oradaki farkı tamamlamışlardır ve ikisinin de sıcaklığı aynıdır.

Araştırmacı: Isıları hakkında ne diyebilirsin?

Satı: İşte orda birazcık takılıyorum ısıları da aynıdır ama yani aslında ısı değişmez bi sıcaklık diyoruz sanırım. Yani.

Araştırmacı: Peki o zaman ısı nedir?

Satı: Isı, ısı bi şekilde enerji gösterimi ya da enerji akışı sanırım.

Araştırmacı: Tanımını yap desem ne dersin? Isıyla ilgili bi tanım.

Satı: [111] İki farklı durumda [111] iki enerji... Enerji değişimi yani bi şekilde bi enerjiden daha yüksek bi enerjiye geçmek yani ısı farkı.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Yani.

Araştırmacı: Peki sıcaklığın tanımını yapar mısın?

Satı: Isı değişimi bize sıcak yani biz ısıyı elle tutulur hale sıcaklıkla getiriyoruz.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Yani mesela sıcaklık mesela derece cinsinden sıcaklık ölçüyoruz.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Yani bi şekilde gösterimi ısının bence sıcaklık.

Araştırmacı: Tanımını yap desem yine.

Satı: [111] Sıcaklık ısı değişimini [111] belirtmemize sağlayan bi kavram.

Araştırmacı: Peki, Satı maddelerin ısısından... Hani şurda durmakta olan bir masa var mesela ısısından bahsedebilir miyiz?

Satı: Yani sadece dokunarak ya da gözle anlayarak bahsedemeyiz.

Araştırmacı: Peki normalde ısısı var mıdır içinde?

Satı: Vardır.

Araştırmacı: Hı hı... Peki, ısıyı neye benzetirsin?

Satı: Mesela kinetik ya da potansiyel enerji gibi bişey yani onları da mesela yanlış bi benzetme mi oldu?

Araştırmacı: Yo... Yorumlar sana ait zaten istediğin gibi açıklama yapabilirsin.

Satı: Yani mesela [111] bu kat içersindeki moleküller birbirleriyle çarpışıyorlar ve bu [111] çarpışma hareketi aslında ısı yani. Mesela daha birbirlerine yakınsa daha sıkı bi halde bulunuyorlar. O zaman işte sıvılarda daha aralıklı.

Araştırmacı: Peki odamızda gördüğün gibi prizler var işte tepegöz var masa var bunların ısıları hakkında nasıl bi yorum yaparsın bana?

Satı: Mesela dışarıdaki ya bi demirden bahsedersem yani hava soğudukça onun ısı değişimi meydana geliyo yani soğuk havayı bi şekilde içinde tutuyo.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Yani o şekilde bir ısısından bahsedebiliriz. Yani bi değişim söz konusu olacak orda.

Araştırmacı: Hı hı... Yani peki bu eşyaların ısılarını karşılaştırabilir misin şu anda?

Satı: Karşılaş yani karşılaştıramam çünkü uzun süredir buradalar.

Araştırmacı: Tamam, peki.

Satı: Yani hepsi aynı.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Sıcaklığa sahip olur.

Araştırmacı: Peki biliyosun ki üçüncü kattayız şu an masayı ben birinci kata indirsem ısısında bi değişim gözleyebilir miyim?

Satı: Yani bütün katların sıcaklığı büyük ihtimalle aynıdır. Çünkü...

Araştırmacı: Aynı olduğunu kabul et zaten.

Satı: Gözlemleyemeyiz o zaman.

Araştırmacı: Gözlemleyemeyiz diyosun. Yani yüksekliğe bağlı mıdır ısı oraya geleceğim buradan.

Satı: Değildir yani bu şekilde bi yüksekliğe bağlı değildir...

Satı ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda uzun süredir durmakta olan tüm cisimlerin sıcaklıklarının eşit olacağını ve sıcaklığın ısının bir gösterimi olduğunu belirtmiştir. Sıcaklığın tanımını yaparken ısı değişimini belirtmemize yarayan bir kavram olarak ifade etmiştir. Isının yükseklikle alakası olmadığını söylemiştir. Bu fikirleri incelendiğinde Satı'nın bilim insanlarınca kabul gören fikirlerinin olduğu söylenebilir. Isıyı maddenin içinde sahip olduğu bir enerji olarak belirtmiştir. Bu bakımdan Satı'nın "ısı kavramını iç enerji kavramının yerine kullanma" alternatif kavramına sahip olduğu tespit edilmiştir. Satı ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan maddelerin ısılarının eşit olduğu için karşılaştırmasının yapılamayacağını ifade etmiştir. Dolayısıyla öğretmen adayında "aynı ortamdaki maddelerin ısıları eşittir" alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Ayrıca Satı soğuk havanın kimi maddelerce maddenin içinde tutulabileceğini söylemiştir. Dolayısıyla Satı'nın "soğuk hava maddelerin içinde tutulur" alternatif kavramının olduğu bulunmuştur. Satı ile ön görüşmesinde aşağıdaki diyalogda gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacı: Hım... Peki, sıcaklık ya da ısı transfer edilebilen bi özellik midir?

Satı: Tekrar alabilir miyim?

Araştırmacı: Sıcaklık veya ısı her ikisini ayrı ayrı düşün. Bunların ikisi de transfer edilebilen bi özellik midir?

Satı: Transfer edilebilen derken...

Araştırmacı: Bi maddeden başka maddeye iletilebilen.

Satı: Yani ısı evet bi maddeden başka bi maddeye iletilebilir. Isı iletilebildiği için biz bi şekilde artık onların sıcaklıklarını yani gösteri olarak sıcaklıklarını yani aslında iletilen sıcaklık değil ısı ama biz ısı iletimini ve ısıyı bi şekilde sıcaklıkta gösterdiğimiz için sıcaklık değişmiş oluyo yani. Yani bu şekilde.

Araştırmacı: Ama sıcaklık iletmez diyosun.

Satı: Evet.

Araştırmacı: Peki ben masaya veya başka bir cisme dokunduğumda elime gelen hani o his soğukluk ya da sıcaklıklarına bakılarak ısıları hakkında bir fikir verebilir mi?

Satı: Sadece mesela buraya dokunduğumda bunlar hakkında bunun sıcaklığını hissediyorum.

Araştırmacı: Hı hı... O o bana ısıyla ilgili bi bilgi verir mi? Soğuk ya da sıcak olması.

Satı: Aslında vermez sanırım.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı Satı, sıcaklığın transfer edilemediğini söylemiştir. Isı iletiminin gerçekleştiğine değinmiş ve ısı iletimini bir

şekilde sıcaklıkta gösterdiğimizi ifade etmiştir. Ayrıca maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin maddelerin ısıları hakkında bilgi vermeyeceğini belirtmiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmen adayının çürütücü metinleri okumadan önce ısı ve sıcaklıkla ilgili incelenen “sıcaklığı enerji gibi düşünmeme”, “ısı iletiminden sonra maddelerin sıcaklıklarındaki değişimin farkında olma” gibi fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüştüğü tespit edilmiştir. Aşağıda Satı’nın ÇM’yi okuduktan sonra aynı kavramlar üzerindeki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Satı: Isılarıyla ilgili herhangi bişey söyleyemeyiz.

Araştırmacı: Hı hı...

Satı: Ama sıcaklıklarıyla ilgili [ııı] uzun süredir aynı ortamda bulundukları için hem masanın hem sandalyelerin sıcaklıkları aynıdır.

Araştırmacı: Peki. Isı nedir o zaman?

Satı: Isı [ııı] ancak bi sıcaklık farkı oluştuğunda ortaya çıkar. Bi iç enerji bi şekilde yani [ııı] maddenin içinde bulunan atomların titreşimi sonucu bi oluşan bi enerji. Eğer dediğim gibi yani iki madde arasında sıcaklık farkı varsa ancak o şekilde ısıdan bahsedebiliriz yoksa normalde bir maddenin ısısından bahsedemeyiz.

Araştırmacı: Peki. O halde sıcaklık nedir?

Satı: Sıcaklık [ım] iç ya bu [ııı] iç enerjinin bizim ölçebileceğimiz şekilde olması yani sıcaklığı biz ölçebiliriz. Şu kadar derecedir deriz termometre sayesinde. Bi şekilde yani bizim ölçebildiğimiz bi... Hatırlamaya çalışıyorum. Unuttum. Yani o şekilde.

Satı ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM’yi okuduktan sonra ön görüşmesinde olduğu gibi aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının aynı olacağını söylemiştir. Isının tanımını yaparken ise sıcaklık farkından dolayı açığa çıkan enerji olarak ifade etmiştir. Dolayısıyla ön görüşmesinde “ısıyı iç enerji kavramının yerine kullanma” alternatif kavramına sahip olan Satı, metinleri okuduktan sonra bu alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirmiştir. Bunun yanı sıra ısının oluşabilmesi için sıcaklık farkının mutlaka olması gerektiğini belirtmiştir. Ön görüşmede sıcaklığın tanımını yaparken ısı değişimini belirtmemize yarayan bir kavram olarak ifade eden Satı, metinleri okuduktan sonra sıcaklığın tanımını yaparken maddenin iç enerjisinin ölçülebilir özelliği olarak ifade etmiştir. Dolayısıyla ÇM’yi okuduktan sonra Satı’nın sıcaklık kavramının tanımıyla ilgili fikrinde değişimin olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda ÇM’yi okuduktan sonra Satı’nın son görüşmesinde yer alan hissedilen sıcaklıkla ilgili görüşlerinin sunulduğu diyaloga yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, Satı biz masaya dokunduğumuzda ya da başka bir cisme dokunduğumuzda sıcaklığını hissediyoruz ya bu hissettiğimiz sıcaklık o nesnelerin ısılarıyla ilgili bize bilgi verir mi?

Satı: (cık) Vermez.

Satı ÇM'yi okuduktan sonra ön görüşmesinde olduğu gibi maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklığın ısıları hakkında bilgi vermeyeceğini söylemiştir. Maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık ya da soğukluk hissi ve ısı arasındaki fikri Satı'nın ön görüşmesinde olduğu gibi bilimsel olarak doğru kabul gören anlamıyla olduğu saptanmıştır.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda öğretmen adayı Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Fikriye: Yani aynı ortamda oldukları için uzun süre aynı ısı alış verişi kesmiş hani bir alış verişi durumu olmadığı için aynıdır.

Araştırmacı: Neyleri aynıdır?

Fikriye: Isı, ısı... Isıları da aynıdır. Sıcaklıkları da aynı değil midir?

Araştırmacı: Ben soruyorum.

Fikriye: Aynıdır bence.

Araştırmacı: Peki o halde ısı nedir?

Fikriye: Isı bir enerjidir. Sıcaklıkta işte [111] Δt dediğimiz şey işte derece cinsinden ölçülen birşey ama tam olarak şudur diyemiyorum ona.

Araştırmacı: Hım. Peki, ısı bir enerji dedin ya nasıl bir enerji bu enerji?

Fikriye: Isı nasıl bir enerjidir? Nasıl bir enerji derken ortamda sürekli bir bir moleküller birbirine çarpıyor. O ona enerjisini aktarıyor.

Araştırmacı: Peki ısı maddenin sahip olduğu bir özellik midir? Örneğin şu masanın bir ısı var mıdır?

Fikriye: Vardır.

Araştırmacı: Peki odamızda bir sürü eşya var gördüğün gibi. Bunların ısılarını karşılaştırmak desem, prizden tut masaya kadar. Eşyaları sen seç neler dersin?

Fikriye: Ya ısı kütle, özısı ve sıcaklıklarının çarpımı olarak biliyoruz biz.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: O zaman hepsini birşeyleri sabit tutmadan bilemeyiz ki. Mesela aynı ortamda oldukları için bunların sıcaklıkları aynı diyelim [111] kütleleri farklı, özısı da farklı. Tahtanın özısı daha fazla desek o zaman tahta daha da büyük olduğu için ısı daha fazla diyecem o zaman.

Araştırmacı: Hım peki yani büyüklüklerine bakarak kıyaslama yapsak madde miktarı fazla olanın ısı hakkında ne dersin?

Fikriye: Madde miktarı fazla olanın ısısı da fazladır derim.

Fikriye ÇM’yi okumadan önce aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklık ve ısı değerlerinin aynı olacağını belirtmiştir. Isının bir enerji olduğunu söylemiştir ancak aynı ortamda bulunan cisimlerin aynı sıcaklıkta olduklarını söylemesine rağmen iletilen ısı formülünden her biri için ısı değerinin farklı olacağını ifade etmiştir. Bu bakımdan Fikriye’nin ısı kavramıyla ilgili “aynı ortamda bulunan cisimlerin ısıları aynıdır” alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Ayrıca Fikriye odada duran herhangi bir eşyanın ısısının olduğunu belirtmiştir. Madde miktarı ile ısı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu düşünmektedir. Bu bulgulara göre Fikriye’nin “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” ve “ ısıyı iç enerji kavramının yerine kullanma” alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır. Bundan dolayı öğretmen adayının ısı kavramıyla ilgili çeşitli alternatif kavramlarının olduğu söylenebilir. Fikriye’nin ÇM’yi okuduktan sonraki görüşleri aşağıda yer almaktadır.

Araştırmacı: Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsisi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Fikriye: Sıcaklıkları aynı ısılar farklı.

Araştırmacı: Sıcaklıkları aynı ısıları farklı dedin. Peki ısıları hakkında...

Fikriye: Isı deyince kütleyle orantılı olduğu için kütleleri farklı boyutları farklı onun için farklı derim. Sıcaklıkları da bir ölçüydü [eee] aynı ortamda kaldıklarından dolayı aynı derim.

Araştırmacı: Hıı. Peki...Şimdi ısı nedir o halde?

Fikriye: Şimdi ısı [ııı] kütleyle bağlı birşey [ııı] kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı sizin kağıtlarda öyle yazıyordu. Ve başka...

Araştırmacı: Öyle yazdığından emin misin?

Fikriye: Böyle birşeyler yazıyordu.

Araştırmacı: Peki sıcaklık yüksekliğe bağlı birşey mi ya da ısı yüksekliğe bağlı birşey mi?

Fikriye: Sıcaklık ve yükseklik?

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Kaynama sıcaklığı felan vardı. Kaynama noktaları, sıcaklık, basınç bilmiyorum.

Araştırmacı: Hım. Peki, sıcaklığı öyle düşündün de ısı sence bağlı mı değil mi? O ısıyı pek düşünmedin çok fazla, çünkü

Fikriye: Enerjinin yükseklikle bağlantısı bence yok ya.

Fikriye ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM’yi okuduktan sonra aynı ortamda bulunan maddelerin ısılarının ölçüsü olduğu için sıcaklık değerlerinin aynı olduğunu söylemiştir. Isıları hakkında yorum yaparken ise madde boyutları farklı olduğu için ısılarının da farklı olduğunu belirtmiştir. Bu bulgular ışığında Fikriye’nin ön görüşmesinde tespit edilen “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramının varlığını sürdürdüğü

saptanmıştır. Ayrıca cevap verirken okuduğu metinleri hatırlamaya çalışmış ve ısının tanımını yaparken kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır şeklinde ifade etmiştir. Bu bulgulara göre öğretmen adayının ön görüşmesinde tespit edilen bir diğer alternatif kavram olan “ısıyı iç enerjinin yerine kullanma” fikrinin de metinleri okuduktan sonra değişmediği tespit edilmiştir. Sıcaklığın tanımını yaparken ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsü olduğunu söylemiştir. Bu kavramlarla ilgili son olarak enerji ve yükseklik arasında bağlantı olmadığını belirtmiştir. Fikriye’nin sıcaklığın tanımı ve ısı ile yükseklik arasında bağlantı olmadığını söylediği fikirleri bilim insanlarınca kabul gören fikirlerle örtüşmektedir. Aşağıda Fikriye’nin son görüşmesinde yer alan bir konuşmaya yer verilmiştir.

Araştırmacı: Him, peki maddelere dokunduğumuzda onların sıcaklıklarını hissediyoruz ya bu soğuktur ya da sıcaktır diyoruz. Dokunduğumuz anda hissettiğimiz sıcaklık bize maddelerin ısıları hakkında bilgi verir mi?

Fikriye: Verir.

Araştırmacı: Nasıl bir bilgi verir?

Fikriye: O da doğru orantılı olarak vermez mi?

Araştırmacı: Yani sıcak olanda ne diyecem ısısı hakkında?

Fikriye: Sıcaksa ısı ısısı ya bişeyin ısısı havanın ısısı olmaz ki.

Araştırmacı: Him.

Fikriye: Tahtanın ısısı bişeyin ısısı orda da yazıyor havanın ısısı yoktur.

Araştırmacı: Isı nedir o zaman?

Fikriye: [ııı] Ya bir enerjidir.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Onu biliyoruz ama mesela havanın enerjisi nedir diye bir soru sormak saçma oluyor. O zaman onun için ya bir mesela [ııı] hani sıcaklık karşılaştırma yapıyoruz ya işte ona göre bu havanın sıcaklığı budur diyebiliyoruz. Ama havanın enerjisi budur diyemiyoruz.

Araştırmacı: Him. Anladım. Peki, sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir? Mesela masaya dokunduğumda elimin sıcaklığı masaya geçmiştir demem doğru mu?

Fikriye: Değil.

Araştırmacı: Ne demem lazımdı?

Fikriye: Ne demeniz lazımdı. Evet ya ısı... orda da şeyde de yazıyordu. Mesela eskiden ısı transfer edilebilen bişeymiş ama artık öyle bilinmiyormuş. Öyle bişey yazıyor sanki orda. Ya da sıcaklıkla mı karıştırıyorum ben.

Fikriye ön görüşmesinden farklı olarak maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklığın maddelerin ısısı hakkında bilgi vereceğini söylemiştir. Bu bulguya dayanarak Fikriye’nin ÇM’yi okuduktan sonra “maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık ya da soğukluk ile ısı arasında ilişki kurma” şeklinde alternatif kavram oluşturduğu söylenebilir. Maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık ya da soğukluğun nasıl bir bilgi vereceği sorulduğunda maddelerin ısısının olmadığını

söylemiştir. Isının bir enerji olduğunu ve sıcaklığın karşılaştırma yapılan bir ölçü olduğunu dile getirmiştir. Sıcaklık ya da soğukluk kavramlarının transfer edilemeyen bir özellik olduğuna değinmiştir. Bu bilgiler bakımından ise Fikriye'nin "ısı kavramının enerji olduğunu bilme", "sıcaklığın karşılaştırma yapılan bir ölçü olduğunu bilme" gibi fikirlerinin bilim insanlarınca kabul gören fikirlerle örtüştüğü bulunmuştur. Ayrıca Fikriye'nin okuduğu metinlerden kimi kesitleri hatırlamakta zorlandığı fark edilmiştir.

Isı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı kavramını ile ilgili ısının maddelerin içinde var olduğunu ve madde miktarıyla doğru orantılı olarak değiştiğini düşündükleri söylenebilir. Ayrıca metinleri okumadan önce ısı hakkındaki bilgilerini ifade ederken ısının bir enerji olduğunu bilmelerine rağmen sıcaklık farkından dolayı maddeler arasında iletilen bir enerji olduğunu üç öğretmen adayından ikisi dile getirmiştir. ÇM'yi okuduktan sonra bile ısının maddesel bir özellik olduğunu düşünmeye devam etmişler ve dolayısıyla ısı miktarının maddenin kütlesiyle doğru orantılı olarak değişeceğini ifade etmişlerdir. Bu bulgulara dayanarak ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının "ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramını bilim insanlarınca kabul gören şekliyle değiştirmedikleri söylenebilir. Sıcaklık hakkında bu gruptaki öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra verdikleri cevaplar sıcaklığın ısının bir ölçüsü olduğuna yöneliktir. ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmen adaylarından görüşme yaptığımız kişiler gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunu açıklamışlardır. Metinleri okuduktan sonra maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin maddelerin ısıları hakkında bilgi vereceğini üç öğretmen adayından ikisi dile getirmiştir. Hatta Yılmaz'ın sıcaklığı fazla olan maddelerin ısılarının da fazla olacağını dile getirdiği fark edilmiştir. Bu bulgulara göre ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimlerinin ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre düşük olduğu söylenebilir.

4.7.2. İç Enerji Kavramına Yönelik Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının iç enerji hakkındaki görüşlerini almak için onlara aşağıdaki sorular yönlendirilmiştir:

- ☒ Daha önce iç enerji kavramını duydun mu?
- ☒ İç enerji ve ısı arasında bir ilişki var mıdır? Varsa bu ilişkiyi nasıl açıklarsın?

4.7.2.1. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının iç enerji kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÜKDM'yi okumadan önce Ebru'nun iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki iç enerji kavramını daha önce duymuş muydun?

Ebru: İç enerji...

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Hayır.

Araştırmacı: Şimdi ben sana böyle söyleyince iç enerji hani deyince aklına bir şeyler geldi mi? Ya da yorum yapsan nasıl bir şey derdin iç enerji hakkında?

Ebru: İç enerji maddelerin işte içinde olan hani saklı olarak gösteremedikleri bir enerjilerinin var olduğunu derdim herhalde.

Araştırmacı: Peki ısı ve iç enerji arasında bir ilişki olabilir mi?

Ebru: Evet bence olabilir.

Araştırmacı: Nasıl bir ilişki vardır?

Ebru: Bence doğru orantılı

Araştırmacı: Yani biraz açsan.

Ebru: [111] İç enerjiyle ısı eşit olabilir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hıhı. Aynı kavramlar mıdır bunların ikisi?

Ebru: Aynı kavramlar mıdır? Aynı kavramlar olabilir.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce iç enerji kavramını daha önce duymadığını söylemekle birlikte iç enerjinin maddenin içinde saklı tuttuğu enerji olabileceğini söylemiştir. Isı arasında doğru orantılı bir ilişkinin bulunduğunu belirtmiştir. Hatta iç enerji ve ısı kavramlarının aynı anlama gelebileceğini ifade etmiştir. Ebru'nun ön görüşmesinin bu kesiti incelendiğinde “ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama” alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: ... Şimdi iç enerjiyi daha önce duymuş muydun?

Ebru: Evet

Araştırmacı: Nedir iç enerji?

Ebru: İç enerji [111] maddelerin içinde bulunan hani bir enerji.

Araştırmacı: Nasıl bir enerji olabilir sence iç enerji?

Ebru: İç enerji potansiyel bakımdan mı? Potansiyel gibime geliyor ya.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, iç enerjiyle ısı arasında bir ilişki var mı?

Ebru: İç enerji maddelerin içinde oluyor; ama ısı hani sıcaklık farkı olmadığı sürece olmuyor. O yüzden hani bir ilişki yoktur herhalde.

ÜKDM’yi okuduktan sonra iç enerjinin maddenin içinde bulunan bir enerji olduğunu ve bunun potansiyel enerji olarak algılandığını ifade etmiştir. Birinci görüşmesinden farklı olarak ısı ve iç enerji arasında ilişki olmadığını söylemiş hatta ısı ve iç enerji arasındaki farklılığı belirtmiştir. Ebru’nun son görüşmesinin iç enerji kavramıyla ilgili olan bu kısmı incelendiğinde “ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama” alternatif kavramını, ÜKDM’yi okuduktan sonra bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği tespit edilmiştir.

2. Öğretmen Adayı Gamze’nin İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÜKDM’yi okumadan önce Gamze’nin iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hım. Peki, [ııı] iç enerji diye daha önce bir kavram duymuş muydun?

Gamze: İç enerji... (Düşündü)

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Yok duymadım.

Araştırmacı: Peki yorum yapmanı istesem bu kavramdan yola çıkarak ne diyebilirsin bana?

Gamze: Maddeler sonuçta hepsi farklı atomlardan oluşuyor. Hepsinin hani boşlukları farklı, dönme yani elektronları farklı. Hani onların içerisinde tutulabilecek enerjidir yani...

Araştırmacı: Hıhı. Peki, sence ısı ve sıcaklıkla iç enerji arasında bir ilişki var mıdır?

Gamze: Vardır.

Araştırmacı: Nasıl bir ilişki vardır?

Gamze: Şöyle ki yani hani [ııı] iç enerji dediğimiz hani mesela bazı şeyler ısıyı çok daha çabuk iletir.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Hani verdiğimiz ısıyı ya da sıcaklığı çok ısıyı... Yani daha çabuk iletir.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Hani onunla alakalıdır. İç enerjisiyle alakalıdır. Çünkü maddenin cinsine göre değişiyor.

Araştırmacı: Hıhı. İç enerjisi çoksa ne diyebiliriz ısı hakkında?

Gamze: Isısı değişmez de sıcaklığı tutması değişebilir yani.

Gamze metinleri okumadan önce iç enerjinin maddenin içerisinde tutulabilecek enerji olduğunu söylemiştir. Isı, sıcaklık ve iç enerji arasında bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. İç enerjisi çok olan maddelerin ısılarının değişmeyeceğini ancak ısı iletim

hızlarının farklılaşacağını ifade etmiştir. Ayrıca maddelerin sıcaklığı tutma kapasitelerinin olduğuna ve bu kapasitenin de iç enerjiyle alakalı olduğuna değinmiştir. Gamze'nin iç enerji kavramıyla ilgili ön görüşmesinde “iç enerjisi çok olan maddelerin ısı iletim hızları fazladır”, “maddelerin sıcaklığı tutma kapasitesi iç enerjilerine bağlıdır” şeklinde alternatif kavramları tespit edilmiştir. Gamze'nin metinleri okuduktan sonraki görüşmesinde iç enerji kavramına ait düşünceleri aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Hım. Peki, daha önce iç enerji kavramını duymuş muydun?

Gamze: Duymamıştım da bu çalışmada duymuştum yani.

Araştırmacı: Tam olarak ne olduğunu anladın mı peki?

Gamze: Molekülleri yani hani bir maddeyi oluşturan molekülleri birbirine hani birbirine bağlı şekilde tutan enerji diye aklımda kalmış. Bilmiyorum ne kadar doğru?

Araştırmacı: Peki sence o zaman iç enerjiyle ısı arasında bir ilişki var mıdır?

Gamze: Ya var ama onu tam olarak ortaya koyamıyorum.

Son görüşmede Gamze iç enerjiyi molekülleri birbirine bağlı tutan enerji olarak tanımlamıştır. Gamze'nin son görüşmesinde ilk görüşmesinde var olan “maddelerin sıcaklığı tutma kapasitesi iç enerjilerine bağlıdır” alternatif kavramına ilişkin herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır. Ayrıca Gamze ilk görüşmesinde ısı, sıcaklık ve iç enerji arasında ilişki kurarken, son görüşmesinde ısı ve iç enerji arasında ilişki olduğunu söylemiş; ancak bu ilişkiyi net bir şekilde ifade etmemiştir.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÜKDM'yi okumadan önce Nisa'nın iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki iç enerji kavramını daha önce duymuş muydun?

Nisa: İç enerji?

Araştırmacı: Evet.

Nisa: Başka şekilde duymuş olabilir miyim; ama iç enerji diye... [hehe☺].

Araştırmacı: Ben söyleyince ne canlandı zihninde?

Nisa: Sanki bunun sahip olduğu, kendiliğinden sahip olduğu enerji. Bir maddenin kendi kendine sahip olduğu enerji gibi geldi.

Araştırmacı: Hım. Peki, o zaman ısı ve iç enerji arasında bir ilişki var mıdır?

Nisa: Vardır. Çünkü şeyde, ısıda kendisinin sahip olduğu bir enerjidir.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: [ııı] İç enerji de sanki onu andırıyor.

Araştırmacı: Yani iç enerji ve ısı aynı şey midir?

Nisa: İç enerji ve ısı ...?

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Ya benim yaptığım tanıma göre [hehe☺](güler) aynı oluyor.

ÜKDM'yi okumadan önce iç enerji kavramını duymadığını söyleyen Nisa, iç enerjiyi maddelerin içinde var olan bir enerji gibi algıladığını belirtmiştir. Isı ve iç enerji arasında ilişki olduğunu ifade eden Fen Bilgisi öğretmen adayı ısı kavramını da maddenin sahip olduğu enerji olarak düşündüğünden iç enerji ve ısı kavramlarının aynı anlama geldiklerini belirtmiştir. Bu bulgulara göre Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önce "ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama" alternatif kavramına sahip olduğu söylenebilir. Aşağıda aynı öğretmen adayının son görüşmesinde aynı kavrama dair kavramsal anlaması sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki iç enerji kavramını daha önce duymuş muydun Nisa?

Nisa: Sizden duydum (Gülüşürler)

Araştırmacı: Neydi iç enerji?

Nisa: Kendisinin normalde sahip olduğu enerjiye...

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: ...denir.

Araştırmacı: Peki iç enerjiyle ısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Nisa: Isı birinden diğerine aktarılan iç enerjiyken, iç enerji sadece kendisinin sahip olduğu enerji miktarı diye kaldı aklımda.

Araştırmacı: Peki şurda duran masa ve sandalyelerim ısı ya da iç enerjisinden hangisinin kıyaslamam daha iyi olur?

Nisa: İç enerjilerini belki kıyaslayabiliriz; ama ısılarını kıyaslayamayız.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa, iç enerjinin maddenin normalde sahip olduğu enerji olduğunu söylemiştir. Ön görüşmesinde olduğu gibi ısı ve iç enerji arasında bir ilişki olduğunu söyleyen Fen Bilgisi öğretmen adayı son görüşmesinde farklı olarak ısının bir maddeden diğerine aktarılan iç enerji olduğunu ve iç enerjinin maddenin sahip olduğu enerji miktarı olduğunu belirtmiştir. Aynı ortamda bulunan maddelerin ısılarının karşılaştırılmadığa ancak iç enerjilerinin karşılaştırılmasının daha uygun olacağına değinmiştir. Bu bulgulara dayanarak Nisa'nın ön görüşmesinde tespit edilen "ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama" alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirdiği bulunmuştur. Hatta son görüşmesinde Nisa'nın iç enerji ve ısı kavramları arasındaki ayrımı net bir şekilde ortaya koyduğu gözlenmiştir.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ön görüşmelerde iç enerji ve ısı kavramına aynı anlamları yükledikleri son görüşmelerde ise Gamze hariç diğer öğretmen adaylarının ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayırt ettikleri gözlenmiştir. İç enerjiyi ve ısıyı ön görüşmelerde maddenin sahip olduğu enerji olarak tanımlarlarken, son görüşmelerde yine Gamze hariç diğer öğretmen adaylarının, ısının sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji miktarı olduğunu ve iç enerjinin maddenin sahip olduğu enerji olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bazı öğretmen adaylarının iç enerji ve sıcaklık arasında metinleri okumadan önce ilişki kurdukları gözlenirken metinleri

okuduktan sonra bu ilişkiyi kurmadıkları fark edilmiştir. ÜKDM’yi okuduktan sonra Nisa, aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklık farkı olmadığı için ısılarının karşılaştırılamayacağını ancak bu maddelerin iç enerjilerinin karşılaştırılmasının daha uygun olacağını söylemiştir. Bu bulgulara göre ÜKDM’nin öğretmen adaylarında tespit edilen “ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama” alternatif kavramına olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

4.7.2.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının iç enerji kavramıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz’ın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÇM’yi okumadan önce Yılmaz’ın iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: ...Peki daha önce hiç iç enerji kavramını duymuş muydun?

Yılmaz: Evet

Araştırmacı: O halde nedir iç enerji?

Yılmaz: İç enerji mi?

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: İç enerji maddenin toplam enerjisi diye düşünüyorum ben.

Araştırmacı: Isı ve iç enerji arasında bir ilişki var mıdır peki sana göre?

Yılmaz: Walla herhangi bir fikrim yok

Araştırmacı: Hım. Peki, yorum yapmanı istesem hani bir bağ kurabilir misin iç enerjiyle ısı arasında?

Yılmaz: Bilemiyorum onları iç enerji aslında... Bilemiyorum ya...

Yılmaz ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM’yi okumadan önce iç enerji kavramını duyduğunu söylemiştir. İç enerjiyi maddenin toplam enerjisi olarak tanımlamıştır. İç enerji ile ısı arasında ilişki kurması istendiğinde ise herhangi bir fikrinin olmadığını belirtmiştir. Bu bulgulara dayanarak Yılmaz’ın “ısı ve iç enerji kavramını birbirinden ayıramama” yani bu iki kavram arasındaki farkı ortaya koyamama alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aksi takdirde ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayırabilseydi Yılmaz’ın ısı ve iç enerji kavramlarını net bir şekilde açıklaması gerekirdi diye düşünülmüştür. Aşağıda Yılmaz’ın metinleri okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki [111] iç enerji kavramını daha önce duymuş muydun?

Yılmaz: İç enerji...

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Evet duydum.

Araştırmacı: Nedir iç enerji?

Yılmaz: İç enerji maddenin kinetik enerji ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.

Araştırmacı: Hım. Peki, o zaman ısıyla arasında nasıl bir ilişki vardır iç enerjinin?

Yılmaz: [111] Isıyla... Isı bir kere maddelerin kin toplam... Ortalama kinetik enerjilerinin toplamıdır. Dolayısıyla [111] iç enerji de potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamı olduğuna göre, kinetik enerjinin ısıyla bir alakası olduğuna göre demek ki iç enerjiyle de ısının bir alakası var yani.

Araştırmacı: Peki, o zaman bana şunu söylemeni istiyorum [111] ısı ve iç enerji arasında hani böyle bir yorum yaptın. Isı demek iç enerji demek mi?

Yılmaz: Isı iç enerji mi? Değildir. Bir de potansiyel enerji var bunun dışında...

ÇM'yi okuduktan sonra Yılmaz iç enerjinin maddenin kinetik ve potansiyel

enerjilerinin toplamı olduğunu söylemiştir. Isının ise maddenin ortalama kinetik enerjilerinin toplamı olduğuna değinmiş ve bundan dolayı ısı ve iç enerji arasında bir ilişki olduğunu açıklamıştır. Bu bulgular ışığında Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra bile ısı ve iç enerji arasındaki ayrımı net bir şekilde yapmadığı saptanmıştır. Buna göre Yılmaz'ın "ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama" alternatif kavramının varlığını sürdürdüğü söylenebilir. Son görüşmesinde Yılmaz'ın ısıyı maddenin ortalama kinetik enerjisinin ölçüsü olarak tanımlaması, "ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirinden ayıramama" alternatif kavramının oluştuğunu göstermektedir.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÇM'yi okumadan önce Satı'nın iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Tamam. Peki, iç enerji kavramını daha önce duymuş muydun?

Satı: İç enerji çarpışma hareketi sonucu ortaya çıkan bişey diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki ısı ile iç enerji arasında bi ilişki var mıdır?

Satı: Vardır.

Araştırmacı: Nasıl bi ilişki var?

Satı: [111] Eğer birbirine yakın olursa ısıyı daha kolay iletebilirler... Daha çok çarpıştırlarsa iç enerjileri daha fazla olur.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ve bu şekilde ısıları da daha kolay yükselir.

Araştırmacı: Hıhı... Isı yükselir yani?

Satı: Yani ısıyla ilişkisi doğru orantılıdır.

ÇM'yi okumadan önce Satı, iç enerjinin taneciklerin çarpışma hareketi sonucu ortaya çıkan bir enerji olduğunu söylemiştir. Isı ile iç enerji arasında doğru orantılı bir

ilişki kurmuştur. Maddenin tanecikleri ne kadar çok çarpışma yaparsa iç enerjinin o kadar fazla olacağını belirtmiş ve taneciklerin birbirine yakınlığı arttıkça ısıyı daha kolay iletebileceklerini ifade etmiştir. Buna göre Satı'nın metinleri okumadan önce “iç enerjileri fazla olan maddelerin ısı iletim hızları fazladır” ve “iç enerjisi fazla olan maddelerin ısısı da doğru orantılı olarak artar” şeklinde alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. Satı'nın ÇM'yi okumadan önce ısı ve iç enerji kavramlarının arasındaki farkı net bir şekilde ortaya koyamadığı saptanmıştır. Aşağıda Satı'nın iç enerjiyle ilgili metinleri okuduktan sonraki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hım... Peki... İç enerji kavramını daha önce duymuş muydun?

Satı: Bu çalışma sayesinde duydum.

Araştırmacı: Hım... Peki, nedir iç enerji o zaman?

Satı: [ııı] Atomların kinetik enerjilerinin toplamı sanırım iç enerji.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, iç enerjiyle ısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Satı: [ım]... İç enerjinin... iç enerjinin ölçümü bize ısıyı veriyolarması lazım.

Araştırmacı: Hı... Yani iç enerjinin ölçümü ısı mıdır diye tanımlıyoruz?

Satı: Evet.

ÇM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmen adayı iç enerjiyi atomların kinetik enerjileri toplamı olarak tanımlamıştır. Isı ve iç enerji arasında yine bir ilişkinin olduğuna değinmiş ve bu defa ön görüşmesinden farklı olarak iç enerjinin ölçümünün ısıyı verdiğini belirtmiştir. Hâlbuki ısı, sıcaklık farkından dolayı cisimler arasında aktarılan enerji iken; iç enerji, atom ve moleküllerini rastgele hareket ettirebilecek şekilde cismin sınırları içinde kalan potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamıdır. Bu bulgular ışığında Satı'nın ÇM'yi okumadan önce ve okuduktan sonra ısı ve iç enerji kavramları arasındaki farkı net bir şekilde bilim insanlarınca kabul gören anlamlarıyla ortaya koyamadığı saptanmıştır. Ayrıca ön görüşmesinde Satı'nın “iç enerjileri fazla olan maddelerin ısı iletim hızları fazladır” ve “iç enerjisi fazla olan maddelerin ısısı da doğru orantılı olarak artar” şeklinde alternatif kavramlarının varlığı tespit edilmişken, metinleri okuduktan sonra bu alternatif kavramlara ilişkin açıklamalarında herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda ÇM'yi okumadan önce Fikriye'nin iç enerjiyle ilgili görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: İç enerji kavramını duydun mu?

Fikriye: İç enerji?

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Ya potansiyel genellikle şöyle durduğumuz zaman o aklıma geliyor.

Araştırmacı: Peki iç enerjiyle ısı arasında bir ilişki var mıdır sence?

Fikriye: İç enerjiyle ısı?

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Moleküllerin içinde bulunduğu bilmem...

Araştırmacı: Var mıdır, yok mudur? Yani nedir?

Fikriye: Vardır yani enerji olduğuna göre kesin bir ısıyla alakası vardır.

Araştırmacı: Peki nasıl bir alakası olabilir?

Fikriye: Birbirlerine [111] bulunduğu ortam nasıl bir evet nasıl olabilir ki?

Araştırmacı: Ben soruyorum yine tekrar söylüyorum.

Fikriye: Bir dakika şöyle. Bir madde var bunun iç enerjisi şu kendi içinde bir enerji türü bulunduracak. Kendi içindeki moleküllerinin bulunduğu enerjisi yani değil mi?

Araştırmacı: Yani nasıl algılasan.

Fikriye: Bu ona nasıl? O zaman toplamıdır. İç enerjileri toplar sonuçta bu maddenin iç enerjisini bulurum.

Araştırmacı: Yani ısı hakkında ne dersin o zaman? İç enerjiyle ısı hakkında...

Fikriye: Aynı

Araştırmacı: Aynı şey?

Fikriye: Aynı şey.

Fikriye ÇM'yi okumadan önce iç enerjiyi potansiyel enerji olarak düşünmüş ve sonrasında maddenin sahip olduğu toplam enerji olarak ifade etmiştir. İç enerji ve ısı arasında ilişki kurması istendiğinde iç enerji ve ısı kavramının aynı şey olduğunu söylemiştir. Buna göre Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önce "ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama" alternatif kavramına sahip olduğu tespit edilmiştir. Fikriye ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramadığı gibi ikisinin aynı olduğunu söylemiştir. Bu bulguya göre Fikriye'nin "ısı ve iç enerji kavramlarını birbiri yerine kullanma" alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Fen Bilgisi öğretmeni adayının ÇM'yi okuduktan sonra iç enerji kavramıyla ilgili görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki iç enerjiyi daha önce duymuş muydun Fikriye?

Fikriye: Sizde duydum [111] iç enerji yani atomların birbirini mesela [111] iki atom birbirlerini çekmesi birbirini bir arada bulması için gereken enerji iç enerji ya bağlanma enerji de diyebiliriz belki ona ben öyle düşündüm

Araştırmacı: Hıhı... Peki iç enerjiyle ısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Fikriye: Ya direk bir ilişkisi yok bence.

Araştırmacı: Hıhı...

Fikriye: Çünkü [111] öyle olursa her şeyin ya bilmiyorum her şeyin ısı aynı olur o zaman. Kendi bulunduğu yok bilmiyorum geçelim.

Fikriye ÇM'yi okuduktan sonra iç enerjiyi atomların birbirini bir arada tutması için gereken enerji olarak tanımlamıştır. Isı ile iç enerji arasında doğrudan bir ilişki olmadığını belirtmiştir. Hatta ısı ve iç enerji arasında doğrudan bir ilişki olursa tüm maddelerin ısı miktarının aynı olması gerektiğini düşünmüştür. Bu bulgulara göre Fikriye'nin ön görüşmesinde sahip olduğu "ısı ve iç enerji kavramlarını birbiri yerine

kullanma” alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği söylenebilir. Fikriye’nin metinleri okumadan önce “ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama” alternatif kavramına ait metinleri okuduktan sonra yapılan görüşmesinde herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Isı ve sıcaklıkla ilgili ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarıyla yapılan ön görüşmelerde iç enerjiyi maddenin sahip olduğu toplam enerji olarak, taneciklerin çarpışması sonucu ortaya çıkan enerji olarak ve potansiyel enerji olarak tanımladıkları görülmüştür. Yapılan son görüşmelerde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin ilk fikirlerini değiştirdikleri ve son görüşmelerde iç enerjiyi taneciklerin bir arada durmasını sağlayan enerji, atomların kinetik enerjisi ya da maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı olarak tanımladıkları gözlenmiştir. Isı ve iç enerji arasında ise Fen Bilgisi öğretmen adayları ön görüşmelerde olduğu gibi son görüşmelerde de ilişki kurmuşlardır. Bu bulgulara göre bazı öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra da alternatif kavramlarının devam ettiği tespit edilmiştir. Ön görüşmelerde ısı ve iç enerji kavramının aynı anlama geldiğini söyleyen öğretmen adayları son görüşmelerde bu iki kavramın birbirinden farklı olduğunu söyledikleri tespit edilmiştir. Her ne kadar ısı ve iç enerji kavramlarının birbirinden farklı olduğunu söyleseler de ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının kurduğu “ısı sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji iken iç enerji maddenin sahip olduğu enerjidir” şeklinde net cümleler kuramadıkları gözlenmiştir. Bu bulgulara göre ÇM’nin öğretmen adaylarının görüşlerinde iç enerji kavramı ile değişimlere neden oldukları söylenebilir.

4.7.3. Özısı Kavramına Yönelik Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının özısı kavramına dair fikirlerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular sorulmuştur:

Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

- ☒ Demir ve tahta olan kısımların sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasının nedenleri nelerdir?
- ☒ Demirin yapısı tahtaya göre nasıldır ki demir olan kısım tahtaya göre daha soğuk?
- ☒ Ellerinle masanın farklı kısımlarına dokunduğun anda ısı iletim yönü nasıldır?

- ☞ Masanın hangi kısmına daha fazla ısı iletimi olmuştur? Bunun nedeni nedir?
- ☞ Masanın farklı kısımlarına dokunduğun anda elinden masaya doğru ısı iletim hızlarını nasıl yorumlarsın?

4.7.3.1. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının özısı kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki özısı kavramına yönelik fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Ebru: Demir olan kısmı daha soğuk gibi gelir; çünkü şey enerjileri farklı olduğu için. Tahta olanın daha sıcak gibi geliyor onun enerji aktarımları demirin daha hızlı olduğu için...

Araştırmacı: Peki.

Ebru: Ama ısıları aynı olur diye düşünüyorum. Aynı ortamda oldukları için. Hani ısı alış verişinden dolayı.

Araştırmacı: Peki hani enerjileri farklıdır dedin ya. Nasıl bir farklılık var enerjilerinde?

Ebru: [111] Hani c'ler vardı ya onların farklı olmasından dolayı maddelerin enerji şeyleri de farklı olur.

Araştırmacı: c dediğin ne?

Ebru: c dediğimiz işte onun anlamını unuttuğum için c diyorum.

Araştırmacı: Düşünebilirsin zamanımız var nasılsa.

Ebru: [111] Isı kapasitesi mi?...Özısı.

Araştırmacı: Peki özısı [111] hakkında neler biliyorsun?

Ebru: Özısı bütün maddelerin farklı.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Suyun bir diye biliyorum.

Araştırmacı: Sence neden bütün maddelerin özısıları farklı?

Ebru: [111] Çünkü maddeler farklı.

Araştırmacı: Maddelerde [111] ... Bu farklı olan ne? Yapısındaki farklılık ne peki?

Ebru: Dizilişleri işte maddelerde bulunan atomlar onların işte [111] çözümleri onlardır diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki [111] bir demire dokunduğumuzda onun daha soğuk olduğunu hissediyoruz demiştin ya...

Ebru: Evet.

Araştırmacı: O konuda bana biraz daha açıklama yapsan.

Ebru: Demire dokunduğumuzda daha soğuk hissederiz; çünkü enerji daha hızlı iletiliyor [111] başka ne söyleyebilirim?...

Araştırmacı: Sence hangi kısmına yani iki kısma da dokunduğunda sence ilettiğimiz enerjiler onlara aynı mıdır? Yoksa birbirlerinden farklılık gösterir mi?

Ebru: Bizimkisi?

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Aynıdır diye düşünüyorum da onlarınkisi farklı.

Araştırmacı: Hım. Onlar ısıyı iletiyorlar yani?

Ebru: Evet.

Araştırmacı: Hem biz iletiyoruz hem onlar iletiyorlar doğru mu anladım?

Ebru: Evet.

Araştırmacı: Peki, o zaman ısı iletim yönünden bahsetsem nasıl bir yön söylersin bana?

Ebru: Isı iletim yönü [111] karşılıklı diyorum ama şey az olandan çok olana... Aza doğru...

Araştırmacı: Hıhı. Peki, hangi maddelerin ısıları daha çoktur hangilerinin ısıları daha azdır?

Ebru: Mesela şey tahtanın daha çoktur.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarını farklı hissettiğimizi söylemiştir. Sıcaklıkların farklı şekilde algılanmasının sebebi olarak maddelerin ısı iletim hızlarının birbirinden farklı olduğunu belirtmiştir. Bu bulgulara göre Ebru, "aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin ısı iletim hızları farklı olduğu için farklı sıcaklık değerine sahiplermiş gibi hissedilir" dediği için bilim insanlarınca kabul gören şekliyle düşündüğü gibi bulunmuştur. Özısı kavramıyla ilgili Ebru her maddenin özısı değerinin birbirinden farklı olduğunu ve suyun özısı değerinin bir olduğunu belirtmiştir. Maddelerin özısı değerinin birbirinden farklı olmasında atomların dizilişinin farklı olmasını söylemiştir. Yalnız Ebru ısı iletim hızı ve özısı değeri arasında özısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızları büyüktür; özısı değeri büyük olan maddelerin ısı iletim hızları küçüktür şeklinde herhangi bir ilişki belirtmemiştir. Isı alış veriş olayında maddelerden karşılıklı olarak birbirlerine enerji aktarıldığını söylemiştir. Bu durumda Ebru ısı iletim yönü olarak cevap verirken tereddüt yaşamış ve sonunda ise bu iletimlerin karşılıklı olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla Ebru'nun "aynı ortamda bulunan maddelerin ısıları aynıdır" şeklinde alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Ayrıca aynı ortamda bulunan farklı cins

maddelerden sıcaklığını yüksek hissettiği maddenin ısısının daha çok olduğunu söylemiştir. Buna göre Ebru'nun "sıcaklıkla ısı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır" şeklinde düşündüğü saptanmıştır. Aşağıda Ebru'nun metinleri okuduktan sonraki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Ebru: Demir daha soğuk gelir elime. [111] Tahta daha sıcak gelir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, ama bunların hani gerçekte ölçülen sıcaklıkları da böyle midir? Yani demirinki daha düşük, tahtaninki daha mı yüksektir?

Ebru: Hayır normalde eşittir; ama tahtanın öz ısısı [ayy] demirin öz ısısı daha küçük. O yüzden enerji iletimi daha çabuk oluyor. O yüzden demir daha çabuk enerjiyi iletmediği için daha soğuk algılıyoruz, tahtayı daha sıcak algılıyoruz.

Araştırmacı: Peki öz ısı o zaman nedir?

Ebru: Öz ısı [111] nedir? Çıkartabilir miyim bir bakıyım.

Araştırmacı: Tamam bekliyorum.

Ebru: Şimdi öz ısı maddeden maddeye değişiyor. Her maddeye hastır. [111] Maddeden maddeye değişir sonra [hah] geldi aklıma.

Araştırmacı: Ne?

Ebru: Bir maddeyi 1°C artırmak için ona verilmesi gereken ısı.

Araştırmacı: Hım. Peki, öz ısı bize ısı hakkında bilgi verir mi?

Ebru: [111] Isı hakkında bilgi verir mi? Belki, çok az hani formülünde olduğu için.

Araştırmacı: Peki, maddelere dokunduğumuzda bunların soğuk ya da sıcak olduğunu algılıyoruz ya Ebru.

Ebru: Evet

Araştırmacı: Bu soğukluk ya da sıcaklık bize bir bilgi verir mi ısı hakkında?

Ebru: Isı hakkında aynı ortamda bulunuyorsa [111] verir mi? Bir sıcaklık farkı yok. Vermez gibime geliyor.

ÜKDM'yi okuduktan sonra yapılan görüşmede Ebru, aynı ortamda bulunan demir ve tahtanın aynı sıcaklığa sahip olduğunu ancak hissedilen sıcaklıklarının birbirinden farklı olduğunu söylemiştir. Aynı ortamda bulunan nesnelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olarak algılanmasının sebebi olarak öz ısı değerlerini göstermiştir. Bu bulgulara göre Ebru'nun ön görüşmesinde olduğu gibi aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklıymış gibi algılanmasının sebebi olarak öz ısıyı göstermiştir. Ön görüşmesinden farklı olarak, öz ısı ile ısı iletim hızı arasında ters orantılı bir ilişki kurarak öz ısısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızlarının büyük, öz ısısı büyük olan maddelerin ise ısı iletim hızlarının küçük olduğunu söylemiştir. Öz ısının, sıcaklık farkı olan sistemlerde açığa çıkan ısı miktarının hesaplandığı formülde yer aldığı için ısı ile ilişkisinin olduğunu söylemiştir. Maddelere

dokunduğumuzda algıladığımız sıcaklık değerinin ise maddelerin arasında sıcaklık farkı olmadığı için ısı ile ilişkisi olmadığını ifade etmiştir.

2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okumadan önceki özısı kavramına yönelik görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Gamze: Demir kısım daha soğuktur tabii ki de.

Araştırmacı: Neden böyle düşünüyorsun?

Gamze: Yani hani daha önce de onun sıcaklığı tutma kapasitesi daha azdır.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Veyahut ta hani içine yani alamıyordur.

Araştırmacı: Peki demirin tahtadan nasıl bir özelliği vardır ki böyle bir daha soğuk hissediyoruz onu?

Gamze: Çünkü daha moleküller birbirine daha yakın.

Araştırmacı: Hım. Tahta da yani yakın değil mi?

Gamze: Yakın ama hani [111] metal demir bir metal olduğu için daha şeydir yani daha hani sıcaklığı daha az tutar.

Araştırmacı: Peki ben demire ya da tahtaya dokunduğumda onların sıcaklıkları bana ısıları hakkında birşey verir mi, bir bilgi verir mi?

Gamze: Hayır vermez.

Araştırmacı: Vermez diyorsun peki.

Gamze: Çünkü onun hani sonuçta kütlesini bilmemiz gerekir.

Araştırmacı: Hıhı...

Gamze: Sonra özısını bilmemiz gerekir.

Araştırmacı: Özısı demişken özısı nedir ki?

Gamze: Maddenin [111] kitabı tanımı...

Araştırmacı: Tamam.

Gamze: Maddenin sıcaklığını 1°C artırabilmek için gerekli olan ısı miktarına öz ısı...

Araştırmacı: Özısı denir diyorsun. Peki, özısıyla ısı arasında bir ilişki var mıdır?

Gamze: Vardır. Çünkü her madde özısına bağlı olarak da [111] sıcaklığı değişir. Sıcaklığına bağlı olarak da ısı değişir.

Araştırmacı: Peki özısı küçük olan maddelerin ısıları hakkında ne diyebilirsin?

Gamze: Mesela özısı küçükse hani verdiğimiz iki madde atıyorum hani aynı şeyi veriyoruz aynı [111] maddeden ısı veriyoruz. Hani özısı küçük olanın sıcaklığı daha çok artar.

ÜKDM'yi okumadan önce Gamze, aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirlerinden farklı olacağını belirtmiştir. Hatta farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirlerinden farklı olmasında maddelerin sıcaklığı tutma kapasitelerinin

birbirlerinden farklı olduğunu ifade etmiştir. Aynı ortamda bulunan metallerin sıcaklığı tahta olanlara göre daha az tuttuğunu söylemiştir. Bu bulgulara göre Gamze'nin "aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olduğunu düşünme" ve "aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları, sıcaklığı tutma kapasitelerine göre birbirinden farklıdır" şeklinde alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır. Maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin ısı hakkında bilgi vermeyeceğine değinmiştir. Isı hakkında bilgi verebilmesi için öz ısı ve kütlesini de bilmemiz gerekir demiştir. Buna göre Gamze'nin $Q=m.c.\Delta t$ formülünden esinlenerek cevap verdiği düşünülmüştür. Gamze özısının tanımını bilimsel doğru kabul edilen şeklinde yapmıştır ve ısı ile özısı arasında ilişkinin olduğunu söylemiştir. Ayrıca özısı küçük olan maddelerin sıcaklığının daha çok artacağını belirtmiştir. Gamze'nin ÜKDM'yi okuduktan sonraki görüşleri aşağıda gösterilmiştir.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsiniz?

Gamze: İki kısmında sıcaklıkları aynıdır. Bunu artık kesin, net öğrendim yani; ama hani [ııı] ısı iletim hızları farklı olduğu için mesela biz tahtaya dokunduğumuzda hani o bizden ısıyı daha yavaş ilettiği için hani biz aynı ısıyı veriyoruz ama o daha yavaş ilettiği için sanki hani daha sıcakmış gibimize gelir; ama ikisinin sıcaklıkları aynıdır.

Araştırmacı: ... O zaman özısı nedir?

Gamze: Özısı işte bir cismin sıcaklığını [ııı] 1°C artırmak için gerekli olan enerji miktarıdır.

Araştırmacı: Peki maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz soğukluk ya da sıcaklık maddenin ısı hakkında bilgi verir mi?

Gamze: Tam olarak vermez yani sonuçta hani o maddenin kütlesini de bilmemiz gerekir ve yahut da atıyorum kütlesini de bilmemiz gerekir yani kütleye bağlı olarak da değişir ısı.

Araştırmacı: Peki sence demirin yapısı tahtaya göre nasıl ki özısı diğerine göre daha farklı?

Gamze: Daha sık.

Araştırmacı: Daha sık?

Gamze: Ve ısı iletimi daha kolay hani moleküller titreştiği zaman direkt birbirlerine aktarabiliyor ama tahtada boşluklar olduğu için hani iletim daha yavaş oluyor diye düşünüyorum.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Gamze, aynı ortamda bulunan nesnelerin farklı cins olsalar bile sıcaklıklarının aynı olacağını söylemiştir. Sadece aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklıklarının birbirinden farklıymış gibi algılandıklarına değinmiş ve bunu da ısı iletim hızlarının birbirlerinden farklı olmasıyla açıklamıştır. Bu bulgulara göre Gamze'nin metinleri okumadan önce tespit edilen "aynı ortamda bulunan farklı cins

maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olduğunu düşünme” ve “aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları, sıcaklığı tutma kapasitelerine göre birbirinden farklıdır” şeklindeki alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirdiği saptanmıştır. Özısı kavramını yine tanımlamış ve maddelerin sadece sıcaklıklarının ısı hakkında bilgi vermeyeceğine değinmiştir. Maddelerin ısılarının aynı zamanda kütleyle ilişkisi olduğunu görüşmenin bu kısmında da yinelemiştir. Demirin yapısının tahtaya göre daha sık olduğunu söylemiş ve tahtanın yapısındaki boşluklardan dolayı ısı iletim hızının daha yavaş olduğunu belirtmiştir.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önceki özısı kavramına yönelik görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Nisa: Demir her zaman dokunduğumuzda soğuk bir his veriyor tahta ise daha sıcak bir his veriyor. Nasıl üzerine oturduğumuzda birinde üşürken diğerinde üşümüyoruz. Herhalde direkt demirin daha soğuk olduğunu söylerim.

Araştırmacı: Hıhı. Gerçekte bu böyle midir peki sıcaklıkları?

Nisa: Gerçekte... Termometreyle ölçersek anlarız [hehe☺]. Daha önce hiç denemedim termometreyle ölçmeyi ama.

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Yani hesaplama yapmaya kalkarsam, sonuçta [ııı] havanın bir ısısı var ve sürekli onlara aynı ısı gidiyor. İkisi de aynı ısyı aldığı halde c'leri farklı olduğu için farklı sıcaklıklarda olur diye düşünürüm.

Araştırmacı: Tamam. Peki, biz maddelere dokunduğumuzda onların sıcaklıkları bize ısıları hakkında bilgi verir mi?

Nisa: Isı değil de sıcaklıkları hakkında daha çok bilgi verir.

Araştırmacı: İşte o dokunduğumuz anda sıcaklıkla ilgili elimize hani şey geliyor, his geliyor. Ona bakarak biz ısıları hakkında yorum yapabilir miyiz?

Nisa: Isı...?

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Isı tek başına hani sıcaklığa bağlı değil, bir de kütle girdiği için. Küçük bir bilye alırım, oooo evet ısısı düşüktür derim; ama ondan daha ... nasıl desem, daha da küçük bir şey olur; ama sıcaklığı yüksektir. Hani ısılarını karşılaştırırken aynı şeyi eşitlerken hani oluyor ya... karşılaştırmayı o şekilde ancak yapabilirim. Mesela 1kg tahtayla 1kg demiri desem. İkisi de aynı kütlede; ama c'leri farklı. O zaman sıcaklıkları kesinlikle farklı derim.

Araştırmacı: Hıhı. c dediğimiz ne?

Nisa: Isı sığası.

Araştırmacı: Isı sığası ne demek?

Nisa: Isı sığası hani 1 kalori ve [hım] 1 kalori ile işte kaç °C yükselme...
[hehe☺]

Araştırmacı: Ben anlamadım.

Nisa: Verilen bir nasıl desem... kalori bir maddenin bir kalori ile işte sıcaklığını
değiştirme şeyi.

Araştırmacı: Neyi?

Nisa: [hehe☺] Yani şimdi kağıtla yazarsam.

Araştırmacı: Tamam, yaz.

Nisa: Şöyle şunla yazıyım. $Q=mc\Delta t$ diyoruz ya...

Araştırmacı: tamam

Nisa: ve 1 gram maddenin...

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: Bu 1 kalorilik şeyinde işte c 'sini bilmiyoruz. Bu Δt değişim miktarını 1°C
artırması için c 'si. Yani o şekilde diye, böyle bir şeydi [hehe☺].

Araştırmacı: Peki özısı ya da ısı sığası bize maddelerin ısıları hakkında bilgi
verir mi?

Nisa: ısıları hakkında, yani ... Bu büyük olduğunda...

Araştırmacı: Hıhı

Nisa: ısı... ne olur?

Araştırmacı: Bilmem sen söyle!

Nisa: Büyük olur [hehe☺]. Yani sıcaklık değişiminde bir mantık yürütebilirim,
ısı da pek yürütemiyorum. Hani ısı sığası büyük olunca verilen ısıya
göre Δt 'si daha yavaş artar diye diyebilirim; ama ısı hakkında c 'ye
bağlı. Büyükse büyüktür derim. Öyle...

ÜKDM'yi okumadan önce Nisa'yla yaptığımız ilk görüşmede Fen Bilgisi
öğretmeni adayı aynı ortamda bulunan maddelerin özısıları birbirinden farklı olduğu
için sıcaklıklarının da birbirinden farklı olacağını belirtmiştir. Buna göre Nisa'nın aynı
ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı algılanmasının
sebebini bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle açıklayamadığı tespit edilmiştir.
Nisa'nın "aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları birbirinden farklıdır"
şeklinde alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Maddelere dokunduğumuzda
hissettiğimiz sıcaklığın ısı hakkında bilgi vermeyeceğini, ısı hakkında bilgiye
ulaşabilmemiz için aynı zamanda maddelerin kütlelerini de bilmemiz gerektiğini
söylemiştir. Ayrıca Nisa'dan özıyı tanımlaması istenmiş ancak tam bir yanıt
alınamamıştır. Hatta Fen Bilgisi öğretmen adayının özısı kavramı yerine ısı sığası
kavramını kullandığı fark edilmiştir. Buna göre Nisa'nın özısının tanımı ile bilgilerinin
eksik olduğu düşünülmüştür. ÜKDM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmen adayımız
özısı ile ısı arasında ilk başta bir ilişki kurmakta zorlansa da ısı sığası büyük olan
maddelerin sıcaklık değişimlerinin daha yavaş artacağını söylemiş ve ardından ısı sığası

büyük olan maddelerin ısılarının da büyük olacağını ifade etmiştir. Aşağıda öğretmen adayıyla metinleri okuduktan sonra yapılan son görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Nisa: Sıcaklıkları eşit derim. Bize demirin daha soğuk gelmesinin sebebi demir elimizdeki ısıyı daha çabuk alıp iletmesinden dolayı bize daha soğuk gelir; ama ikisi aslında aynı sıcaklıktadır.

Araştırmacı: Peki sence demir neden daha hızlı alıyor elindeki ısıyı?

Nisa: Her maddenin kendine göre ısıyı alıp iletme özelliği var. Demirin tahtaya göre daha hızlı ısıyı iletme özelliği vardır. İşte c'sinin de küçük olması diyebiliriz.

Araştırmacı: Hım... c dediğin ne?

Nisa: c özısı.

Araştırmacı: Özısı nedir peki?

Nisa: Özısı bir maddenin bir santigrat derece artırmak için verilen kalori yani verilen ısı.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, bir santigrat derece artırmak için dedin; ama neyi bir santigrat derece artırmak için?

Nisa: Bir gram maddeyi bir santigrat derece artırmak için...

Araştırmacı: Neyini?

Nisa: Sıcaklığını.

Nisa ÜKDM'yi okuduktan sonra ön görüşmesinden farklı olarak, aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu ancak bizim farklı cins maddelerin sıcaklıklarını farklıymış gibi algıladığımızı belirtmiştir. Sıcaklıkları aynı farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklıymış gibi algılanmasının sebebi olarak özısı kavramını göstermiştir. Her maddenin kendine göre ısıyı alıp iletme özelliğinin olduğunu söylemiş bu özelliği de özısı olarak nitelendirmiştir. Özısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızlarının yüksek olduğuna değinmiştir. Bu bulgulara göre Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra "aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları birbirinden farklıdır" şeklinde olan alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği saptanmıştır. Ön görüşmesinden farklı olarak bir de özısının tanımı sorulduğunda daha net cevap verebilmiştir. Bu bakımdan Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra özısı kavramının tanımıyla olan bilgilerindeki eksikliği giderdiği söylenebilir.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adayları metinleri okumadan önce aynı ortamda duran farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olacağını belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adayları bu sıcaklık farkının özısıdan kaynakladığını söyleseler de bilimsel olarak ifadeleri eksik kalmıştır. Ayrıca bazı

öğretmen adaylarının farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklıymış gibi algılanmasının sebebi olarak maddenin sıcaklığı tutma kapasitesine bağladığı fark edilmiştir. Bazı öğretmen adayları da metinleri okumadan önce sıcaklıkların birbirinden farklı algılanışlarını doğru açıklamalarına rağmen ısı alış verişi olayında ısı iletim yönünü tam olarak ifade edememişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarından birinin metinleri okumadan önce aynı ortamda sıcaklığını daha yüksek hissettiği cismin ısıısının da büyük olduğunu düşündüğü tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise Fen Bilgisi öğretmen adaylarının aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu vurguladıkları gözlenmiştir. Hatta ısı iletim hızı ve özısı arasında, özısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızları yüksektir, özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızları küçüktür dendiği fark edilmiştir. Metinleri okumadan önce özısının tanımını yapamayan öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili daha net cevaplar verdikleri de dikkat çekmiştir.

4.7.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının özısı kavramlarıyla ilgili kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından önce ve metinlerin okunmasından sonraki durumları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önceki özısı kavramına yönelik görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Yılmaz: İlk başta demir soğuk gibi görünüyor burada

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Sebebi aslında ısıyı daha iyi iletmesinden dolayı metal olduğundan dolayı. Tahta olan kısım ise daha sıcak gibi geliyor

Araştırmacı: Peki farklı olarak hissetmemizin sebebi ne? Demir daha soğuk gibi dedin tahta daha ılık gibi dedin.

Yılmaz: Farklı hissetmemin sebebi...

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Maddenin cinslerinden dolayı

Araştırmacı: Peki demirin nasıl bir cinsi var ki tahtaya göre daha soğuk hissediyoruz?

Yılmaz: c'lerinden dolayı olabilir

Araştırmacı: c dediğin ne?

Yılmaz: c tam olarak aklıma gelmiyor şimdi yani kavram vardı ya ne anlama geliyordu. mc ısı sığıması da..

Araştırmacı: Hıhı mc ısı sığıması evet.

Yılmaz: c özgül ısı özgül ısı

Araştırmacı: Evet yani özısı değil mi? Peki özısıyla bu soğukluk sıcaklığın yani nasıl bir ilişkisi var?

Yılmaz: Ya özısının fazla olması, değişik olmasından dolayıdır bence. c lerinin farklı olmasından dolayıdır.

Araştırmacı: Peki Yılmaz özısı dediğimiz ne? Yani

Yılmaz: Kütleli, kütle şey c nin çarpımıdır ya tam olarak yani.

Araştırmacı: Kütleli ve c nin çarpımı ısı sığıması dedin ama biraz önce. Sadece c yi sordum. Yani özıyayı sorduğumda ona ne dersin?

Yılmaz: Birim kütleli ısıtmak için verilmesi gereken sıcaklık olabilir mi? Acaba?

Araştırmacı: Peki bu özısı dediğimiz şey ne yaratıyor ki orada hani biz demirin sıcaklığını farklı algılıyoruz. Ya da tahtanın sıcaklığını farklı algılıyoruz?

Yılmaz: Bilemiyorum ya...

ÇM'yi okumadan önce Yılmaz, aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı hissedileceğini söylemiş bunun da sebebini maddenin cinslerinin farklı olması olarak açıklamıştır. Buna göre Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle açıkladığı tespit edilmiştir. Özıyayı tanımlaması istenildiğinde tam net bir cevap alınamamış hatta birim kütleli ısıtmak için verilmesi gereken sıcaklık mı olduğuna dair tereddüt yaşamıştır. Bu bakımdan Yılmaz'ın özısı kavramının tanımı ile ilgili bilgilerinin eksik olduğu düşünülmüştür. Aşağıda metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili Yılmaz'ın kavramsal anlaması sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Yılmaz: Aynı ortamda bulunduk, bulunduklarına göre sıcaklıkları aynıdır bence. Yani...

Araştırmacı: Hıhı... Ama dokunduğumuzda bunu hissedebilir miyiz?

Yılmaz: Dokunduğumuzda hissederiz tabii ki.

Araştırmacı: Yani ikisi aynı mıdır deriz yoksa biri diğerinden daha mı soğuktur deriz?

Yılmaz: Ya normalde sıcaklıkları aynı; ama ısı iletimlerine göre yanlış anlama gibi bişey oluyor yani.

Araştırmacı: Hım. Peki, hangisinde ısı iletimi daha hızlıdır?

Yılmaz: [ııı] sandalyenin masanın ayakları demirden olduğuna göre demir ısıyı daha iyi iletir yani.

Araştırmacı: Hıhı. Bunu neye dayanarak söyledin?

Yılmaz: Neye dayanarak söyledim? Öz ısısına göre.

Araştırmacı: Demirin öz ısısı büyük mü küçük mü tahtaya göre?

Yılmaz: Bence küçük.

Araştırmacı: Ya da ısı iletim hızı desek daha uygun olur?

Yılmaz: Hıhı. Evet.

ÇM'yi okuduktan sonra Yılmaz ön görüşmesinde olduğu gibi aynı ortamdaki farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbiriyle aynı olduğunu ancak bizim bunları farklıymış gibi algıladığımızı belirtmiştir. Bunun ısı iletimlerindeki farklılıktan kaynaklanan bir yanlış anlama olduğuna değinmiştir. Demirin öz ısısının tahtaya göre daha küçük olduğunu bu yüzden ısıyı demirin daha iyi ilettiğini söylemiştir. Bu bulgular ışığında Yılmaz'ın son görüşmesinde, ön görüşmesinde verdiği cevaplara benzer cevaplar verdiği görülmüştür. Buna göre metinleri okuduktan sonra öz ısı kavramına yönelik kavramsal anlamasında herhangi bir değişim tespit edilmemiştir.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Öz ısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki öz ısı kavramına yönelik görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Satı: [aaa]... Demir tahtadan daha soğuktur.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, neden böyle düşünüyorsun?

Satı: Hı... [aaa]... Özdirenç.

Araştırmacı: Özdirenç bildiğim kadarıyla elektrik kavramıydı (Gülüşler)

Satı: Özür dilerim öz ısı öz ısı öz ısıyla bi ilgisi vardır.

Araştırmacı: Nasıl bi ilişkisi olabilir öz ısıyla? Öz ısı nedir mesela?

Satı: [aaa] Mesela burda tahta daha odanın sıcaklığına daha iyi yani alır ve elime daha iyi hissettirir yani kolay olur bunlar ama demirde demirin oda sıcaklığının yani demirin o şekilde oda sıcaklığındaki gibi hissetmem daha zor.

Araştırmacı: Hı... Peki, öz ısı burda ne yapıyo ki işte bunu...

Satı: Öz ısı zorlaştırıyo bi şekilde öz ısı büyükse o zaman dışarıdaki havayla dereceye gelmesi biraz zorlaşıyo...

Araştırmacı: Hım... Peki öz ısı nedir tekrar soruyum? Tanımını yap desem ne dersin?

Satı: [111] Özısı ayırt edici bi özellik.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Özısı olarak tanımı... Yani maddenin bi şekilde karakterini gösteren bi durum...

Araştırmacı: Hıhı... Ne gibi bi karakter gösteriyo?

Satı: Yani işte iletim konu ısı ısı sıcaklıkta kullanıyoruz genellikle özısıyı ve 111 yani ne kadar ısı değişimine ne kadar ayak uydurduyuyla ilgili...

Araştırmacı: Hı... Peki demir olanın daha soğuk hissettiğimizi söyledin.

Satı: Evet.

Araştırmacı: Demirle tahtanın yapısı arasında nasıl bir ilişki kurarsın ki demiri biz daha soğuk hissediyoruz. Yani ikisinin yapısını bana birazcık anlat desem nasıl bi anlatım yaparsın?

Satı: Yani gene sanırım uzun süreli bi olay yani onun dışında...

Araştırmacı: Özısılarını nasıl farklı hale getiriyolar bunlar sence?

Satı: İç enerjileriyle ilgili bişey mi?

Araştırmacı: Bilmem.

Satı: Yani yapılarıyla ilgili ama...

Araştırmacı: Mesela tahtanın içinde daha mı çok hava var ya da demirin içinde...

Satı: [111]... Demirdeki bence iletim daha zor yani bu yüzden belki de daha çok hava var çünkü havada iletim daha zorlaşacağı için ama tahtadaki boşluğun, boşluk azsa eğer ısı yani iletim çok daha kolay birbirlerine yakın oldukları için çok daha kolay bi şekilde birbirlerine iletebilirler.

Satı ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olacağını söylemiş ve bunu da özısı kavramına dayandırmıştır. Bu bakımdan Satı'nın aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı algılanmasının sebebini bilimsel olarak doğru düşündüğü tespit edilmiştir. Ancak Satı ÇM'yi okumadan önce bu farklılığı açıklarken kimi maddelerin odanın sıcaklığını daha kolay alacağından kimi maddelerin ise daha zor alacağından bahsetmiştir. Buna göre Satı'nın sıcaklığı bir enerji gibi düşündüğü ve bir cisimden başka bir cisme aktarıldığını düşündüğü tespit edilmiştir. Ayrıca özısının tanımını yapması istenildiğinde açıklayıcı bir yanıt alınamamış özısının maddelerin karakterini gösteren bir durum olduğunu ifade etmiştir. Özısıyı maddenin ısı değişimine ne kadar ayak uydurduğunun göstergesi olarak nitelendirmiştir. Demirdeki ısı iletiminin tahtaya göre daha zor olduğunu söylemiş bunun da demir ve tahtanın yapısının birbirinden farklı olmasına bağlamıştır. Satı'nın ÇM'yi okuduktan sonraki özısıyla ilgili kavramsal anlaması aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Satı: [111] Aslında ikisinin de sıcaklıkları aynı ama biz demiri daha soğuk şeklini hissedebiliriz. Bu tamamen bizim işte dediğim gibi elimize onu daha geç iletmesinden kaynaklanıyo. Aslında bunların ikisilerinin de ikisinin de sıcaklıkları aynı bence.

Araştırmacı: Kim daha geç iletiyo?

Satı: Aslında tahta daha geç iletiyo ama biz demiri daha soğuk algılıyoruz.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, bunların sıcaklıklarını birbirinden farklı algılamamızın sebebi ne olabilir sence?

Satı: Özısılarından kaynaklanıyo.

Araştırmacı: Hıhı... Kimin özısı daha büyük ya da küçük?

Satı: Sanırım tahtanınki daha büyük olması lazım.

Araştırmacı: Peki. Özısı nedir?

Satı: Özısı [111] normalde o bi süresi bi dakika mıydı? Yani bi [111] bi kalo... sıcaklığını artırmak için bi birim zamandaki neyse buradan gitmeyim de ben tanımından gidiyim. Özısı dediğim gibi [aaa] bize sıcaklığı hissettirme. Ya süre ya süreleriyle ilgili aslında yani. Özısı büyükse bi madde titre birbirlerine daha yani titreşimi iletmeleri daha geç olur.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Yani ortama diyelim daha zor uyum sağlarlar mesela.

ÇM'yi okuduktan sonra Satı aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin aynı sıcaklık değerine sahip olacaklarını belirtmiş ancak bizim bu sıcaklık değerlerini farklı algıladığımıza değinmiştir. Tahtanın özısı değerinin demire göre daha yüksek olduğunu söylemiş ve bundan dolayı tahtanın ısıyı daha yavaş iletmediğini belirtmiştir. Bu bulgulara göre Satı'nın ön görüşmesinde verdiği cevaplara benzer cevaplar verdiği saptanmıştır. Özısının tanımını yapması istenildiğinde ön görüşme de olduğu gibi net bir cevap alınamamış, özısı büyük olan cisimlerin titreşimleri iletmelerinin daha geç olacağına değinmiştir.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki özısı kavramına yönelik görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Fikriye: Demir olan daha soğuktur.

Araştırmacı: Neden?

Fikriye: Bunu yaşadım dermişim. Evet çok yaptık ya denedik. Ama şöyle de olabilir [111] ısıyı daha çok hemen transfer etme özelliği, bu metalin özel kendi özelliğinden dolayı. Tahtanın da kendi özelliğinden dolayı bu ısıyı daha çok içinde tutuyor. Bu da daha çok veriyor bence. Yani ben böyle düşünmüştüm çok öncelerden.

Araştırmacı: Hım peki, ısı fiziksel bir olgu mudur? Böyle verilip alınabilen ya da ısıyı neye benzetiyorsun?

Fikriye: Ya ısı deyince aklıma direk Q geliyor. Bu Q alınan verilen hayatım boyunca bunu hep yazmışızdır böyle ondan dolayı alınan ve verilen bişeydir. Evet evet.

Araştırmacı: Peki, demir ve tahtanın özelliğinden diyorsun.

Fikriye: Hıhı. Özelliğinden kendisinden.

Araştırmacı: Nasıl bir özelliği var bunların? Neyiyle alakalı yani?

Fikriye: Kendi molekülü ya molekülün kendi içinde yani mesela.

Araştırmacı: Biraz açsan.

Fikriye: Ya özısı dediğimiz şeyden kaynaklanıyor ya.

Araştırmacı: Hı, özısı nedir?

Fikriye: Hemen onu yazmadan söyleyemiyorum.

Araştırmacı: Tamam.

Fikriye: c çekersem. Aynı miktar. Birim kütledeki birim sıcaklıktaki aldığı ısı miktarı.

Araştırmacı: Tam olmadı sanırım. Ben anlayamadım ya da.

Fikriye: Bir maddenin birim kütledeki birim sıcaklık için alabildiği ısı miktarı.

Araştırmacı: Tamam anladım. Peki, özısıyla ilgili başka anlatmanı istesem ne anlatırsın. Mesela sekizinci sınıfın konusundan birisi maddenin ısısı ve özısı da orda geçiyor.

Fikriye: Ya özısı da...

Araştırmacı: Neler söyledin öğrencilerine?

Fikriye: Ya anlatırken böyle ezberlememeleri gerektiğini hani buradan çıkartabileceklerini söyledim kesin. Çünkü hayatım boyunca ezberleyemedim hiçbir şeyi. [111] daha sonra hani aynı miktarda ya bunların hepsi aynı aynı olduğunu özısının [111] ayırt edici bir özellik olduğunu, demirin farklı, tahtanın farklı ya da alüminyumun farklı olduğunu ya da bunların şartlar... Bazı şartlar koyuyoruz biz işte [111] yok kütleleri aynı olan işte aynı sıcaklıkta, iki sıcaklıkta şu daha fazla almıştır. Demek ki bunun c'si daha fazladır deriz.

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Onun gibi hani ordan matematiksel yöntemle çıkartabilir. Bunu da fizik nesi neyse...

Fikriye ÇM'yi okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olduğunu dile getirmiştir ve bunun sebebini gerçek hayatta böyle yaşadığına dayandırmıştır. Aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklıklarının birbirinden farklı algılanmasında kimi maddelerin ısıyı hemen aktarma özelliğinin olduğunu kimi maddelerin ise ısıyı daha çok içinde tutma özelliğinin olduğunu söylemiştir. Ayrıca bu sıcaklık farkını maddelerin özısı değerlerine dayandırmıştır. Buna göre Fikriye aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olmasının sebebini özısıya dayandırması bakımından bilimsel olarak doğru düşünmüştür ancak bazı maddelerin ısıyı daha çok içinde tutma özelliği derken ısı kavramına dair “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramına sahip olduğu saptanmıştır. Özıyı tanımlaması istenildiğinde “bir maddenin birim kütledeki birim sıcaklık için alabildiği ısı miktarı”

olarak nitelendirmiştir. Özısıyla ilgili öğrencilerine ısı alış verişinde kullanılan formülü vereceğini ve buradan çeşitli şartlar altında (kütleleri eşit, sıcaklıkları aynı vb.) özısıyla ilgili çeşitli yorumlar yapabileceklerini anlatacağını ifade etmiştir. Aşağıda aynı öğretmen adayının metinleri okuduktan sonraki görüşmesine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Fikriye: Demir kısmın... demir kısmın daha [111] soğuk tahta kısmın daha sıcak olduğunu...

Araştırmacı: Peki gerçekte de bu böyle midir? Yoksa bizim hissettiğimiz mi budur?

Fikriye: Bizim hissettiğimiz ya ben öyle hissediyorum [111] sıcaklık bi ölçü karşılaştırma yapıyorum. Bence gerçekte de böyledir o zaman.

Araştırmacı: Hım. Peki. Peki onların sıcaklıklarını birbirinden farklı hissediyoruz ya demir ve tahtanın...

Fikriye: Hıhı...

Araştırmacı: Bunun sebebi ne olabilir?

Fikriye: Isıyı iletimiyle alakalı.

Araştırmacı: Hangisi daha iyi iletiyo sence?

Fikriye: Demir.

Araştırmacı: Hıhı... neye bağlı olarak demir dedin?

Fikriye: Çünkü ısıyı iletmiş ki [111] ona göre hani ortalamaların kinetik enerjilerin birbirine çarpması o hepsini topladığımız zaman sıcaklığı [111] daha az bulduk.

Araştırmacı: Hı... Peki, özısıyı daha önce duymuş muydun?

Fikriye: Evet.

Araştırmacı: Nedir özısı?

Fikriye: Özısı [111] maddenin cinsine göre değişen bişeydir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, maddenin cinsine göre değişebilen dedin ama bir tanım yapmanı istesem nasıl bir tanım yapardın? Özısıyı nasıl tanımlardın?

Fikriye: Buraya yazabilir miyim?

Araştırmacı: Tabii ki tabii ki.

Fikriye: Birim kütledeki...

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: [111] Bir santigrat derece artırmak için verilmesi gereken ısı.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, özısıyla ısı arasında nasıl bir bağlantı kurarsın?

Fikriye: Özısı ve ısı.

Araştırmacı: Nasıl bir bağ kurarsın ilişki?

Fikriye: [111] Doğru orantılı.

Araştırmacı: Hı, peki.

Fikriye: Artıkça artar.

Fikriye ÇM'yi okumasına rağmen hala aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olacağını savunmuştur. Sıcaklıklarını karşılaştırma yapıyoruz o halde gerçekte de böyledir dediği fark edilmiştir. Maddelerin aynı ortamda bulunmalarına rağmen sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasında ısı iletim hızlarının

farklı olmasından kaynaklandığını söylemiştir. Buna göre Fikriye'nin ön görüşmesinde olduğu gibi aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olacağını söylemiş ve bunun sebebini doğru olarak açıklamıştır. Özısıyı tanımlaması istendiğinde Fikriye yine ısı alışverişinde kullanılan formülü yazmış ve buradan özısıyı çekerek birim kütledeki maddelerin sıcaklıklarını bir derece artırmak için verilmesi gereken ısı olarak ifade etmiştir. Özısıyla ısı arasında ilişki kurması istendiğinde doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu açıklamış ve özısı arttıkça ısıнын artacağını belirtmiştir. Bu bakımdan Fikriye'nin özısı kavramıyla ilgili kavramsal anlamasının değişmediği tespit edilmiştir.

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının hepsinin metinleri okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olduğunu söylediği tespit edilmiştir. Bazı öğretmen adayları bu durumu açıklarken maddelerin birbirinden farklı olduğu için yapıları da farklıdır deseler de ön görüşmelerde ısı iletim hızlarının farklı olmasına değinen öğretmen adayı sayısı üç öğretmen adayından biridir. Hatta bazı öğretmen adayları maddelerin yapısındaki farklılığı ve sıcaklıklarını farklı olduğunu söylerlerken maddelerin kiminin ısıyı daha çok içinde tuttuğunu kiminin ise ısıyı hemen ilettiğini söyledikleri tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise öğretmen adaylarının tümü farklı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu ama bizim bu maddelerin sıcaklıklarını farklı algıladığımızı vurgulamışlardır. Son görüşmede sadece Fikriye'nin ilk görüşmesinde sunduğu fikri savunduğu tespit edilmiştir. Ön görüşmelerde özısıyı tanımlamaları istenildiğinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bu tanımlamayı net bir şekilde yapamadıkları fark edilmiş son görüşmelerde ise kimi öğretmen adaylarından net yanıtlar alınmıştır. Özısı ile ısı arasında ilişki kurmaları istenildiğinde ısı alış verişinde kullanılan matematiksel bağıntıdan yararlanarak öğretmen adaylarının bu iki kavram arasında doğru orantılı bir ilişki kurdukları gözlenmiştir. Bu bulgulara göre ÇM'nin var olan özısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde olumlu yönde etkilerinin olduğu söylenebilir.

4.7.3.3. Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimine dair fikirlerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular öğretmen adaylarına yönlendirilmiştir:

Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?



- ☒ Tellerdeki iletim hızlarını hakkında nasıl bir yorum yaparsın?
- ☒ Özdeş ısıtıcı ne demek?
- ☒ Aynı boyda fakat kalınlıkları birbirinden farklı üç iletken telin uçlarındaki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

4.7.3.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının madde miktarı farklı, aynı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamaları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Ebru: Şimdi bu (uzun olan teli göstererek) daha uzun erir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Neden?

Ebru: Mesela bu aynı maddeler aynı özdeş ısıtıcılar mı?

Araştırmacı: Hıhı, evet. Özdeş ısıtıcılar.

Ebru: Mesela bu buraya kadar gelecek, bu buraya bu da buraya. Daha çabuk erir diye düşünüyorum. Sonra bu sonra da bu diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki özdeş ısıtıcı demek ne demek?

Ebru: [111] Isıtma miktarları aynı.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Aynı... Aynı... Başka ısıtma miktarları aynı hani aynı ısıyı veriyor onu düşünüyorum yani.

Araştırmacı: Peki buna geçmeden önce şurada uzunlukları farklı olduğundan dedin ki en son uzun tel erir. Bu da en önce erir dedin değil mi? Orada peki farklı olan ne? Uzunluk neyi etkiliyor ki öyle biri daha uzun sürede eriyor.

Ebru: İletilmenin süresini etkiliyor.

Araştırmacı: Hıhı Nasıl etkiliyor?

Ebru: Mesela daha uzun birşey olunca buraya daha geç iletiyor.

ÜKDM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmen adayı Ebru'nun, madde miktarı

fazla olan uzun telin ucundaki mumun daha geç sürede eriyeceğini söylediği tespit edilmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayının özdeş ısıtıcıyı tanımlarken ısıtma miktarları aynı olan, aynı ısıyı veren nesneler olarak ifade ettiği gözlenmiştir. Bu görüşleri açısından öğretmen adayının madde miktarı farklı aynı cins tellerin erime sürelerini ifade ederken doğru şekilde telleri sıraladığı tespit edilmiştir. Sadece Ebru'nun uzun olan maddenin ucundaki mumun erime süresi hakkındaki fikrinin nedenini açıklama da yetersiz olduğu düşünülmüştür. Aşağıda aynı Fen Bilgisi öğretmen adayının metinleri okuduktan sonraki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.

Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Ebru: [111] O zaman kısa olanda daha çabuk mum eriyor, erir. Uzun olanda en son.

Araştırmacı: Hıhı. Neden böyle düşündün?

Ebru: Çünkü [111] hani mesela büyük maddeyle küçük maddeyi ısıttığımızda küçük maddenin daha sıcak olduğunu fark ediyorduk. Bu da [111] onunla aynı oluyor. Mesela aynı madde buradan buraya kadar [111] ısıyı iletiyorsa buradan şöyle bir yeri daha uzun sürede iletir. O yüzden küçük olanda daha çok...

Araştırmacı: Peki, bu soruyu birazcık değiştirsek. Üç tane iletken telimiz olsun yine; ama bunların boyları aynı.

Ebru: Aynı boy, aynı kalın...

Araştırmacı: Hı... Sadece kalınlıkları farklı olacak bu sefer.

Ebru: Hım. Aynı madde kalınlıkları farklı.

Araştırmacı: Hıhı. Yani aynı boydalar şu kalemim gibi düşün. Boyları aynı olan üç tane bu kalemimden var, aynı cins maddeden yapılmışlar. Sadece bu sefer kalınlıkları farklı. Evet biri diğerine göre daha kalın ya da daha ince. Bu durumda yine bir uçlarından özdeş ısıtıcıyla ısıtmaya başlasak diğer uçlarına da mum parçaları koysak hangisi daha önce erir?

Ebru: İnce olan, ince olan daha çabuk düşer.

Araştırmacı: Neden?

Ebru: Çünkü aynı mantık oluyor. Hani daha kalın o daha ince bunun daha şey... Isı daha kinetik sayısı daha az, kalında çok o yüzden ince olanda daha çabuk erir.

ÜKDM'yi okuyan Ebru, madde miktarı farklı aynı cins maddelerden, madde miktarı fazla olan teldeki mumun daha geç eriyeceğini söylemiştir. Ayrıca Ebru'ya aynı soru biraz değiştirilip kalınlıkları ile ilişki kurması istendiğinde kalın olan teldeki mumun daha geç eriyeceğini söylediği gözlenmiştir. Bu bulgular ışığında Fen Bilgisi öğretmen adayının bu konudaki kavramsal anlamasının bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüştüğü tespit edilmiştir. Dolayısıyla madde miktarı farklı aynı cins tellerin ısı iletim hızları konusunda Ebru'da herhangi bir alternatif kavrama rastlanılmamıştır.

2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.

Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Gamze: İlk başta çubuk, en kısa çubuktaki mum erimeye başlar. Çünkü hani orada [111] sonuçta kütle miktarı daha az ve ısı daha çabuk, sıcaklık daha çabuk iletilebilir.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Orada ama hani uzunluk arttıkça [111] uzunluk arttıkça sıcaklığı iletim süresi daha artacaktır o yüzden.

Araştırmacı: Neden?

Gamze: Çünkü kütlesi artar.

Araştırmacı: Hım. Kütlesinin artması neye sebep oluyor?

Gamze: Isı iletiminin sıcaklığın iletiminin daha yavaş olmasına.

Araştırmacı: Hım. Peki burada özdeş ısıtıcı demiştik. Özdeş ısıtıcılarla ısıtılıyor diye... Özdeş ısıtıcı sana neyi çağırıştırıyor, ya da ne demek?

Gamze: Özdeş her açıdan yani hani [111] aynı boyda sıcaklığı yayabilen ısıtıcılar.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Atıyorum hani hiç açılmamış 3 tane mum gibi.

Araştırmacı: hıhı. Peki

Gamze: Eşit

ÜKDM'yi okumadan önce Gamze en kısa teldeki mumun en erken erimeye başlayacağını söylemiştir. Bunun sebebi olarak kısa çubuğun kütlesinin az olduğundan dolayı ısıyı daha çabuk iletteceğini ifade etmiştir. Bu görüşleri açısından öğretmen adayının madde miktarı farklı aynı cins tellerin erime sürelerini ifade ederken doğru şekilde telleri sıraladığı tespit edilmiştir. Özdeş ısıtıcıyı tanımlaması istenildiğinde ise Gamze'nin özdeş ısıtıcıyı aynı boyda ve aynı sıcaklığı yayabilen ısıtıcı olarak ifade ettiği tespit edilmiştir. Bu görüşünde Gamze'nin zihnindeki özdeş ısıtıcı kavramının

bilimsel olarak doğru kabul göreniyle sıcaklık yayması noktasında farklılaştığı bulunmuştur.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Gamze: En uzundaki en son düşer. Daha sonra ortadaki, daha sonra sondaki düşer. Çünkü hani verilen ısı aynı ama karşıdaki alan madde büyüdükçe hani bir moleküle düşen ısı miktarı azalıyor. O yüzden hani onun daha uzun süre biraz daha ısıtılması gerekiyor ve o yüzden en uzun çubuktaki geç düşer.

Araştırmacı: Peki, özdeş ısıtıcı ne demek?

Gamze: Özdeş ısıtıcı yani ne kadar doğrudur bilemem de hani aynı sürede aynı miktarda ısı verebilen.

Araştırmacı: Peki, Gamze. Bu soruda aynı maddeden yapılmış tellerden bu sefer boylarını sabit tutalım. Yani hepsinin boyları aynı olsun; ama kalınlıkları birbirinden farklı olsun. Yani biri diğerine göre daha ince ve bir diğeri de en kalın olsun. Dolayısıyla bu tellerin uçlarında yine bir özdeş ısıtıcımız var diğer uçlarında da mum parçaları var. Mumların düşme süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Gamze: Yine aynı mantık yani kalın olan teldeki hani çubuktaki daha geç düşer. Çünkü hani ona verilmesi gereken hani bir uzun süre daha biraz daha uzun süre ısı alması gerekir. Hani o aynı şekilde mumu düşürmek için yeterli enerjiyi sıcaklığa ulaşabilmesi için.

ÜKDM'yi okuyan Gamze, madde miktarı farklı aynı cins maddelerden uzun olan teldeki mumun erime süresinin daha büyük olduğunu söylemiştir. Bunun sebebinin de ön görüşmesinden farklı olarak biraz daha bilimsel ifadeler kullanarak sunmuştur. Hatta Gamze'nin ilk görüşmesinden farklı olarak özdeş ısıtıcıyı tanımlarken aynı sürede aynı miktar ısı verebilen ısıtıcı olarak ifade ettiği gözlenmiştir. Bu bulgular ışığında Gamze'nin metinleri okumadan önceki düşünceleriyle son görüşmesindeki görüşleri benzerdir. Hatta Fen Bilgisi öğretmeni adayının son görüşmesinde özdeş ısıtıcının sıcaklık yayması fikrini değiştirdiği tespit edilmiştir.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Nisa: Aynı madde, şimdi uzunlukları değiştiğinde ısı iletimi de zamana göre değişiyor. Kısa olanın ısı iletimi daha hızlı bir şekilde olduğu için

buradaki mum daha çabuk erir. Aynı ısı veriliyor bunun uzunluğu daha uzun olduğu için diğerine göre biraz daha vakit alacak daha geç düşecek. En uzun olan en son düşer diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki bunların ısı iletim hızları arasında bir fark var mıdır sence?

Nisa: Isı iletim hızları aynı ama uzunlukları farklı olduğu için aynıdır yani.

Uzunluk farklı olduğu için farklı zamanlarda düşüyor.

Araştırmacı: Peki özdeş ısıtıcı ne demek?

Nisa: Özdeş ısıtıcı birim saniyede birim miktar yani belli bir miktar veren ısıtıcı.

Araştırmacı: Him. Peki şu son durumdaki uzun telimi ortadan ikiye kessem Nisa, sonra o iki parçayı üst üste perçinlesem ve tekrar özdeş ısıtıcıyla ısıtmaya başlasam...

Nisa: Kalınlığını artırırsınız.

Araştırmacı: Mumların erime süresi hakkında yine nasıl bir yorum yaparsın?

Nisa: Kalınlığı da onun [111] şeyini etkiler bence.

Araştırmacı: Nasıl etkileyecek?

Nisa: Isı iletimini etkiler. Nasıl? Şimdi ince bir toplu iğneyi ısıtıp hemen ucundakini şey yapmak var. Bir de kalın kalem gibi ama aynı uzunluktakini ısıtmak var. İnce olan daha çok elektriği aman [hehe☺] elektriğe de benzetebiliriz bak o da iletiliyor. Şey ısıyı daha çabuk ilettiği için hani daha çabuk düşürür derim. Yani kalın olan daha geç düşürür. Şunla mesela şu aynı olsun ama bu iki katı kadar kalın olsun. Bu daha geç düşürür diye.

Araştırmacı: Kalınlığı artınca ne değişiyor orada?

Nisa: Isıyı yani şu şekilde...

Araştırmacı: İletim hızında bir değişme mi oluyor?

Nisa: İletim hızı bir sonrakine aktarırken belki.

Araştırmacı: Yani.

Nisa: Evet öyle [ımm] kalınlığa göre değişebiliyor.

Araştırmacı: İletim hızı azalır diyorsun yani.

Nisa: Hıhı

ÜKDM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmen adayı, aynı cins madde miktarı farklı olan cisimlerden uzun olan teldeki mumun daha geç düşeceğini söylemiştir. Yöneltilen soru aynı doğrultuda değiştirildiğinde Nisa kalın olan teldeki mumun en son düşeceğini belirtmiştir. Bu fikirleri incelendiğinde Fen Bilgisi öğretmeni adayının uzunlukları ve kalınlıkları farklı olan tellerdeki mumların erime sürelerini doğru sıraladığı tespit edilmiştir. Ancak Nisa'nın aynı cins maddelerin ısı iletim hızları hakkında tereddüt ettiği tespit edilmiştir. Aşağıda Nisa'nın metinleri okuduktan sonraki kavramsal anlamasına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.

Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Nisa: Önce birincisi erir; çünkü [111] maddenin boyunun uzunluğu da ısıyı iletme süresini etkiliyor. Sonra ikincisi sonrası üçüncüsü derim; çünkü boyu en uzun olan üçüncüsü.

Araştırmacı: Boyunun uzun olması orda neyi etkiliyor. Yani ısı iletim hızları mı farklı burada?

Nisa: Evet. Titreşimi yanındakini etkiliyor yanındaki bu sefer hani bir metre gideceği yerde iki metre daha gitmesi gerekiyor. O gitme süresi de etkiliyor mumun erimesini.

Araştırmacı: Ya bunlar aynı telden yapıldıkları için...

Nisa: Halde...

Araştırmacı: Hıhı. Isı iletim hızlarının aynı olması gerekmez mi?

Nisa: Evet. Isı iletim hızları aynı ama sonuçta boylar farklı olduğu için buradan buraya gelmesi hepsi aynı anda şu kadar kısmı geçiyor.

Araştırmacı: Hım. Anladım.

Nisa: Ama gerisini tamamlamada...

Araştırmacı: Hım. Tamam o halde en uzun [111] süre üçtekinde en kısa süre birdekinde diyorsun.

Nisa: Evet.

Araştırmacı: Bu soruyu da birazcık değiştirelim. Bu sefer boyları aynı olsun yine aynı telden yapılmışlar olsun ama kalınlıkları birbirinden farklı olsun. Yani biri diğerine göre daha ince ya da daha kalın. Bu aşamada yine en... erime süreleri hakkında ne söyleyebilirsiniz?

Nisa: Kalınlığı fazla olanın yine ısıyı daha geç iletteceğini söylerim; Çünkü tanecikler fazla olduğu için daha geç tanecikler hızlanıp o sıcaklığa yükselme olur. O yüzden kalınlığı fazla olan daha geç erir derim.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa, ön görüşmesinde olduğu gibi en kalın teldeki ve en uzun teldeki mumların daha geç düşeceğini söyleyerek doğru bir sıralama yapmıştır. En uzun teldeki mumun düşme süresinin nedenini açıklarken cisimler aynı cins olmasına rağmen ısı iletim hızlarının farklı olduğunu söylemiştir. Bu bulgular ışığında Nisa'nın gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra aynı cins maddelerin ısı iletim hızları hakkında bilimsel olarak doğru kabul gören fikirlerden farklı düşündüğü tespit edilmiştir.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra, madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri hakkındaki çoğu görüşlerinin bilimsel olarak doğru kabul gören şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Ancak Nisa'nın ön görüşmesinde tereddütlü olduğu aynı cins maddelerin ısı iletim hızları konusunda alternatif kavramını son görüşmesinde devam ettirdiği, Gamze'nin ise özdeş ısıtıcıyı tanımlarken ön görüşmesinde kullandığı eşit sıcaklık yayması fikrini son görüşmesinde aynı miktar ısı veren şeklinde değiştirdiği saptanmıştır.

4.7.3.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamaları aşağıda her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.

Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Yılmaz: Aynı maddeden yapılmış.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Özısıları aynı bir kere

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Aynı madde olduğu için daha uzun olan madde şey, telden daha uzun sürede erir.

Araştırmacı: Daha uzun sürede erimesine sebep olan ne? Özısıları aynı madem...

Yılmaz: [eee] Telin uzunluğu burada asıl sebep bu.

Araştırmacı: Hım.

Yılmaz: Aynı tel oldukları için telin uzunluğu burada önemli zaten.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Uzun olan telde daha uzun sürede erir.

Araştırmacı: Peki özdeş ısıtıcılarla ısıtılıyor demiştin ya Yılmaz, özdeş ısıtıcı ne demek?

Yılmaz: Özdeş ısıtıcı [ııı] birim zamanda eşit miktarda, bütün ısıtıcılar birim miktarda eşit miktarda ısı veriyor.

Araştırmacı: Hıhı Peki en kısa sürede eriyen mum hangisi o zaman?

Yılmaz: En kısa zamanda... Buradan mı ısı veriliyor ya?

Araştırmacı: Okla gösterilen yerden özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanıyor diğer uçlarında da mumlar var. ÖSS'ye hazırlanırken bu sorular genelde çok gelmiştir.

Yılmaz: O zaman bu daha çabuk erir.

Araştırmacı: Hıhı Peki üçünü kıyasladığında tekrar soruyorum [ııı] o tellerin uzunluklarının nasıl bir etkisi var ki en kısa sürede 1. eriyor en uzun sürede ise 3. eriyor. Yani tellerin boyunun nasıl bir etkisi var?

Yılmaz: Matematik formülünden $x = V \cdot t$ 'den $t = \text{buradan } x/V$ olur.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: V buradan özdeş ısıtıcılar olduğu için V'ler aynı olur zaten burada asıl önemli olan yoldur. Yani yolun kısa olduğu zaman x kısa olursa t'de kısa olur. Doğru orantı var.

ÇM'yi okumadan önce Yılmaz, madde miktarı farklı aynı cins maddelerin özisılarının aynı olduğunu vurgulamıştır. Uzunlukları farklı aynı cins tellerden uzun olan teldeki mumun daha uzun sürede eriyeceğini ifade etmiştir. Bunun sebebini açıklarken Fen Bilgisi öğretmeni adayının hız formülünü kullandığı gözlenmiştir. Özdeş ısıtıcı kullanıldığı için maddelerin ısı iletim hızları olan v'nin aynı olduğunu ifade etmiş ve burada önemli olanın yol olduğunu belirtmiştir. Yol kısa olduğunda sürenin de kısa olduğunu vurgulamıştır. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayının madde miktarı farklı aynı cins cisimlerin ısıyı iletmeleri hakkında alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Aşağıda aynı Fen Bilgisi öğretmeni adayının son görüşmesindeki kavramsal anlamasına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.
Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Yılmaz: [111] Tel, tel aynı madde değil mi?

Araştırmacı: Tel aynı madde ama boyları farklı.

Yılmaz: O zaman boyu uzun olan daha geç düşer.

Araştırmacı: Neden?

Yılmaz: [111] Çünkü yol uzun.

Araştırmacı: Hıhı.

Yılmaz: O yüzden aynı madde zaten. Bir tek yola bağlı zaten bu durumda.
Maddeler aynı olduğu için ve dolayısıyla derim ki uzunluğu hangisinde daha uzunsa en geç orda düşer.

Araştırmacı: Hım. Peki, Yılmaz bu soruyu birazcık değiştirsem. Şimdi desem ki boyutları aynı yani şu kalem boyunda üç iletken telin var. Elindeki kalem boyunda; ama bunların kalınlıkları birbirinden farklı. Biri diğerine göre daha kalın. Yine özdeş ısıtıcılarla bir ucundan ısıtırken diğer uçlarında da aynı eşit büyüklükte mumlar var. Bunların erime süreleri hakkında ne söylersin? Teller aynı cins maddeden yapılmışlar yalnızca kalınlıkları farklı.

Yılmaz: Kalınlıkları farklı? O zaman kalınlığı büyük olan [111] daha geç düşer.

Araştırmacı: Niye?

Yılmaz: Çünkü ısı kalınlığa bağlı.

Araştırmacı: Nasıl bağlı?

Yılmaz: Eşit ısı veriyoruz değil mi?

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Eşit ısı veriyorsak bunun kütlesi daha fazlaysa bu daha geç ısınır dolayısıyla daha geç düşer ya tamam... Evet yarıçap, yarıçapı büyük olan daha geç düşer.

Araştırmacı: Neden?

Yılmaz: Çünkü kütlesi daha fazla [ııı] kütlesi fazla olduğu için [ııı] sıcaklık değişimi daha az olur. Dolayısıyla daha az daha geç iletilir. O yüzden daha geç düşer.

ÇM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmeni adayı Yılmaz, ön görüşmesinde verdiği cevaplara benzer olarak cevap vermiştir. Son görüşmede en uzun teldeki ve en kalın teldeki mumların düşme sürelerinin daha fazla olduğunu yinelemiştir. Dolayısıyla Fen Bilgisi öğretmeni adayı Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra madde miktarı farklı aynı cins tellerin ısı iletimi konusundaki kavramsal anlamasında herhangi bir değişikliğin olmadığı saptanmıştır.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Satı: Uzunlukları farklı üç iletken erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsınız? İlk başta ııı uzunluk yani daha az olandan erim erir daha sonra ikincisi en sonda üçüncüsü.

Araştırmacı: Neden?

Satı: Çünkü bi şekilde kat etmeleri gereken yol daha fazla.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Yani [ııı] bi şekil buradan başladığımızda izlememiz gereken büyük bi yol var.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, özdeş ısıtıcı dedik ısıtılıyo diye ne demek özdeş ısıtıcı?

Satı: İkiside birim zamanda aynı derecede ısıtıyo demek.

Araştırmacı: Hı...

Satı: Yani gene iki yani hepsi bi şekilde eriyecekler bunların ama sadece süreleri yani sonuca ulaşmaları biraz daha süre bakımından farklı olacak.

Araştırmacı: Peki senden şunu istesem son teli ortadan ikiye kestik birbirinin üzerine perçinledik kalan kısımları.

Satı: Yani birleştirdik.

Araştırmacı: Hıhı... Teli ortadan ikiye kestik şurdan sonra iki o ayırdığımız o iki kısmı perçinledik üst üste...

Satı: Anladım.

Araştırmacı: Sonra ısıtmaya başlıyoruz. Şu üç durum oldu bu sefer nasıl olur mumun erime süresi?

Satı: [aaa] Yani bi şekilde gene yani kat etmesi gereken yolda bi değişiklik olmuyo sanırım. Çünkü yani bunu birleştirdiğimizde bu bi madde gibi düşünecez ve sonuçta sadece maddenin biz alt tarafını yani ısıtamayız illaki üst tarafıda bi şekilde ısınacak bu bizim bu bizim gene zamandan kaybetmemize neden olacak.

Araştırmacı: Hıhı... Yani o zaman en çabuk kim erir en son kim erir diye bi soru sorarsam.

Satı: Her şekilde birinci en önce erir.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: [aaa] Sonra ikinci sonra üçüncü...

ÇM'yi okumadan önce Satı aynı cins maddelerden madde miktarı fazla olan uzun teldeki ve diğer tellere göre kalınlığı fazla olan teldeki mumun erime süresinin daha geç olduğunu söylemiştir. Özdeş ısıtıcı hakkında Satı'nın aynı derecede ısıtan ifadesini kullandığı gözlenmiştir. Bu bulgular ışığında Satı'nın madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri hakkında alternatif kavramının bulunmadığı tespit edilmiştir. Aşağıda aynı Fen Bilgisi öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Satı: [ııı] En önce tabi ki birinci mum sonra ikinci mum sonra üçüncü mum eriyecek.

Araştırmacı: Neden böyle düşündün?

Satı: Çünkü [ııı] dediğim gibi buradan ısıtmaya başladık ve buradaki titreşim [ııı] titreşim oluştu sonra gittikçe [ııı] burda başlayacak bi titreşim ve buraya gelinceye kadar diğerlerine göre daha az yol kat edecek ve bu yüzden her şekilde bunun erimesi daha hızlı olacak.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Yani daha kısa bi yol var çünkü ısı yani hareket etmesi için buradan verdiğim titreşim buraya gelmesi çok daha kolay.

Araştırmacı: ...Şunlar aynı bu sefer şu boyutta ilkinin boyunda kısa olanın boyutunda üç iletken teliminde boyları aynı yani. Aynı maddeden yapılmışlar ancak bunların kalınlıkları birbirinden farklı olsun. Biri daha ince biri daha kalın. O zaman ne söyledin?

Satı: Kalın olan daha [ııı] geç düşer.

Araştırmacı: Neden böyle düşündün?

Satı: Çünkü daha öncede ben gene bu şekilde söylemişim. Bununla ilgili bi değişme olmadı inşallah doğrudur. Kafamda... [ııı] yani o artık daha kalın derken daha mesela kütlesi fazla olan bi madde haline gelecek ve buradaki aynı şekilde iletimde yani onun iletimi de ay geç olacak yani o. Biz maddeye sadece altındakini düşünmeyiz. Yani hani bi sonuçta kısa devre falan gibi bişey söz konusu değil. Bütün o maddeye bu titreşimlerini yaymak zorunda ve vakit alır yayması yine aynı şekilde kalın olan daha geç düşer.

Araştırmacı: Peki özdeş ısıtıcı ne demek?

Satı: Özdeş ısıtıcı.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: [ııı] Yani aynı şekilde mesela nasıl anlatsam burda bütün ya aynı sıcaklığı verir ısıyı mı sıcaklığı mı biraz düşünüyümde aynı sıcaklığı veren sığağa...

Araştırmacı: Aynı sıcaklığım, ısıyı mı?

Satı: Aynı ısıyı...

Araştırmacı: Hım... Neden değiştirdin fikrini?

Satı: Ya [ııı] daha mantıklı geldi. Çünkü bi sonuçta alış veriş söz konusu aslında yani yani onu oraya aktarmak söz konusu ve mesela şey hani ısınmak.

ÇM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmen adayının ön görüşmesinde verdiği yanıtlara benzer düşündüğü gözlenmiştir. Yani son görüşmesinde de Satı en uzun teldeki ve en kalın teldeki mumların düşme sürelerinin daha uzun olduğunu ifade etmiştir. Sadece Fen Bilgisi öğretmeni adayının özdeş ısıtıcı kavramını açıklarken kısa süreliğine tereddüt yaşadığı gözlenmiş ama sonuçta yine bilimsel olarak doğru kabul gören şekilde yanıt verdiği tespit edilmiştir.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Madde Miktarı Farklı, Aynı Cins Maddelerin Isı İletimi İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki madde miktarı farklı, aynı cins maddelerin ısı iletimi ile ilgili fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var.

Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Fikriye: Tamam o zaman aynısı bu daha kısa yol gider.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: En kısa zamanda o erir.

Araştırmacı: Sonra?

Fikriye: Sonra bu, sonra bu.

Araştırmacı: Onları bana boyutlarına göre söyler misin? Mesela madde boyu kısa olanın ya da boyu kısa olanın erime süresi daha uzun ya da daha kısadır şeklinde.

Fikriye: Madde boyu daha kısa olanın mum daha çabuk erir. Çünkü aldığı yol kısa olduğu için.

Araştırmacı: Peki şu teli görüyorsun. Zaten başlangıç noktaları aynı verilmiş. En son üçüncü telim yani uzun olan telim ortadan ikiye kessem iki parçaya ayırdım. Bu iki parçayı da birbirine üst üste perçinlesem yani...

Fikriye: Şöyle mi?

Araştırmacı: Hıhı, evet. Şöyle bir telim var. Şöyle katlıyorum hemen perçinliyorum. Mumu tutmaya başlıyorum yine aynı şekilde üç tane gördüğün gibi. 1., 2., 3. sistem erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Fikriye: Hıı. Kalınlığa geçtik.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Kalın madde miktarı yine aynı olur.

Araştırmacı: Nasıl yani?

Fikriye: Ama aldığı yol farklı ama şöyle düşünürsek... Burda daha çok tanecikler şeyinden gidersek. Şimdi burdaki tanecikler çarpışa çarpışa bu tarafa doğru geldi.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Ama burda [111] çarpması gereken tanecik sayısı birim zamanda daha çok tanecik olduğu için çarpması ya daha çok engel var.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Engel olduğu için yine bu en son olacak yani fark eden bişey olmayacak.

ÇM'yi okumadan önce Fikriye'nin madde miktarı farklı olan aynı cins tellerden kısa olanda teldeki mumun daha çabuk eriyeceğini söylemiştir. Kalın olan teldeki madde miktarının uzun teldeki gibi olduğunu ifade etmiş ve bundan dolayı taneciklerin daha çok çarpışması gerektiğini belirtmiştir. Bu bulgulara göre ÇM'yi okumadan önce Fikriye'nin madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri hakkında alternatif kavrama sahip olmadığı tespit edilmiştir. Aşağıda aynı öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonraki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Fikriye: Aynı miktarda ısı geliyor bunlara.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: [111] Birinin uzun birinin kısa.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: ... Hani aynı miktarda ısı geldiğine göre [111] bu daha fazla öbürkü daha fazla yol alması gerekir.

Araştırmacı: Öbürkü derken ben...

Fikriye: Büyük olan tamam tamam büyük olan uzun olan daha fazla yol alması gerektiği için daha kısa sürede.

Araştırmacı: Daha kısa sürede?

Fikriye: Kısa olan daha kısa sürede.

Araştırmacı: Neden böyle düşündüm?

Fikriye: [eee] İşte daha fazla yol alması gerektiği için tanecikler çarpıyor ona o çarpıyor ona. Daha fazla önünde engel varmış gibi geliyor bana daha fazla taneciği geçmem gerekiyor ki [111] muma ulaşayım.

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Diye düşündüm.

Araştırmacı: Anladım peki. Bu soruyu birazcık değiştirelim. Şimdi diyorum ki boyutları aynı yani aynı boydan oluşan üç iletken telim var ama bunların kalınlıkları birbirinden farklı. Üçü de aynı cins madde. Örneğin üçü de demir, demir, demir ya da bakır, bakır, bakır. Bir uçlarında özdeş ısıtıcı var yine diğer uçlarında mum parçası var. Bana o mum parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Fikriye: İnce olan kısa sürede diye düşünürüm.

Araştırmacı: Hıhı, neden?

Fikriye: Yine aynı mantık hani kalın olanda daha fazla [111] engel olduğunu düşündüğüm için daha fazla tanecik geçmesi gerekiyor birim sürede mesela bu üç tane tanecikle baş edecekken o belki böyle yarıya kadar gelecek diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, özdeş ısıtıcı ne demek?

Fikriye: Ya birim zamanda [111] taneciklerin çarpma şeyleriyle alakalı herhalde süreleriyle mesela. [111] harlı bir ateş olsa farklı bir şeyden düşünelim. [111] daha fazla ısı geldiğinden dolayı daha fazla tanecikleri çarptıracaktır. Onun için hani o süreyi felan etkileyebilir. Onun için özdeş ısıtıcı diye bişey olabiliriz yani.

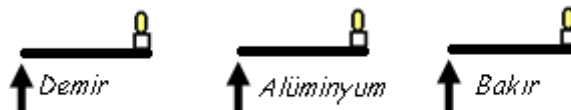
ÇM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmeni adayı Fikriye, ön görüşmesine benzer yanıtlar vermiştir. Fikriye, uzunlukları farklı olan tellerde kısa olanın kısa sürede mumu eriteceğini ifade etmiştir. Kalınlıkları farklı olan tellerde de ince olan teldeki mumun daha önce eriyeceğini söylemiştir. Sürelerin bu şekilde az olmasını taneciklerin çarpışma durumuyla açıklamıştır. Özdeş ısıtıcı hakkında ön görüşmesinden farklı olarak mumun erime süresini etkileyeceğine değinmiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayının son görüşmesinde fikirlerini değiştirmedeği tespit edilmiştir.

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra madde miktarı farklı olan aynı cins tellerdeki mumların erime süreleri hakkında bilimsel olarak doğru kabul edilen görüşlerle örtüşen cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının hepsinin uzun ve kalın olan teldeki mumların erime sürelerinin diğer tellerdeki mumların erime sürelerine göre daha geç olduğunu ifade ettikleri bulunmuştur. Özdeş ısıtıcı kavramı hakkında öğretmen adayları aynı süre içinde aynı miktarda ısıyı verebilen ısıtıcı olarak tanımlamaya çalışmışlardır. Bu bulgulara göre ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri ile ilgili herhangi bir alternatif kavramlarının olmadığı ve bu konudaki kavramsal anlamalarının ÇM'yi okuduktan sonra değişmediği saptanmıştır.

4.7.3.4. Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamalarını analiz etmek amacıyla öğretmen adaylarına aşağıdaki sorular sorulmuştur:

Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?



☞ Tellerdeki iletim hızlarının neden farklı olduğunu düşünüyorsun?

4.7.3.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimindeki kavramsal anlamaları her bir öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Ebru: Bunların hangisi daha çabuk iletirse o daha çabuk erir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Ama hangisinin daha çabuk iletceğini bilemiyorum.

Araştırmacı: Hıhı Peki, hangi bilgiyi vermemi istersin ki sana bunu kıyaslayasın?

Ebru: Öz ısı

Araştırmacı: Peki diyelim ki demirin öz ısısı en küçük bakırın öz ısısı da en büyük.

Ebru: Tamam.

Araştırmacı: Nasıl bir karşılaştırma yaparsın?

Ebru: Bakırın öz ısısı en büyükse...

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: O zaman demirin ki öz ısısı mı en küçüktü?...

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Demirinki daha çabuk düşer sonra alüminyum sonra bakır.

Araştırmacı: Niye böyle bir yorum yaptın?

Ebru: Şimdi onun enerjisi daha yüksek olduğu için bakırın.

Araştırmacı: Enerjiyle arasındaki bağ bir mi?

Ebru: Öz ısı enerjisiyle $mc\Delta t$ 'den gittim. İşte buradan bakınca hani boyları eşit olunca ben kütleleri de eşittir diye düşündüm. Sonra c'lerine göre şey yaptım.

Araştırmacı: Öz ısıyla nasıl bir ilişki var o zaman aralarında?

Ebru: Doğru orantı olması lazım. Enerjileriyle öz ısıları yani demirin enerjisi en küçük daha çabuk iletcek. O yüzden demir, alüminyum, bakır.

ÜKDM'yi okumadan önce Ebru, ısıyı daha hızlı ileten telin ucundaki buzun daha çabuk düşeceğini söylemiştir. Bunun için özısıları hakkında bilgi verilmesini tercih etmiştir. Özısısını küçük kabul ettiğimiz teldeki buzun daha çabuk eriyeceğini, özısısını büyük kabul ettiğimiz teldeki buzun daha geç eriyeceğini ifade etmiştir. Buraya kadar olan görüşlerinin bilimsel olarak doğru kabul gören ifadelerle örtüştüğü tespit edilmiştir. Ancak Ebru'nun maddelerin özısı değerleri ile enerjileri arasında bir bağ kurduğu tespit edilmiştir. Özısısı küçük olan maddelerin enerjilerinin küçük ve özısısı büyük olan maddelerin enerjilerinin büyük olacağını söylemiştir. Bu bulgulara göre Ebru'nun uzunlukları aynı farklı cins tellerin ısı iletimleri hakkında “özısısı ile maddelerin enerjileri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu düşünme” şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Ebru'nun metinleri okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Ebru: Bakır, alüminyum, demir. Şöyle yapalım biraz daha şey olsun. Şimdi [111] bunların c'leri ... c'leri nasıl olur?

Araştırmacı: En küçük demirin olduğunu en büyük bakırın olduğunu farz et.

Ebru: En küçük demirin c'si.

Araştırmacı: Hıhı. En büyük de bakırın olduğunu farz et.

Ebru: [111] Bunu c'si daha büyük, yani özısısı daha büyük olduğu için bu iletimi daha yavaş olacak. O yüzden bunun özısısı daha küçük olduğu için bunun iletimi daha hızlı olacak. O yüzden demir önce düşer sonra alüminyum sonra bakır.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Ebru ön görüşmesinde olduğu gibi özısısını küçük kabul ettiğimiz maddedeki buzun daha çabuk eriyeceğini, özısısını büyük kabul ettiğimiz maddedeki buzun ise daha geç eriyeceğini söylemiştir. Ayrıca ön görüşmesinden farklı olarak özısı ile maddelerin enerjileri arasında bir ilişki kurmadığı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra özısısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızlarının daha hızlı, özısısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızlarının daha yavaş olduğunu söylemiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayı Ebru'nun ön görüşmesinde var olduğu düşünülen “özısısı ile maddelerin enerjileri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu düşünme” alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği söylenebilir.

2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Gamze: Özdeş ısıtıcı yine.

Araştırmacı: Hıhı. Bu sefer farklı olan sadece tellerin cinsi.

Gamze: Ya aslında hani "c" özısılarını bilsem.

Araştırmacı: Hıhı.

Gamze: Daha kolay bir şekilde yapardım.

Araştırmacı: Peki demirin öz ısısının daha en küçük olduğunu, bakırın öz ısısının da en büyük olduğunu farz et.

Gamze: İlk önce alüminyumdaki erir. İlk önce demir sonra alüminyum sonra bakır galiba.

Araştırmacı: Neden?

Gamze: Yine aynı yani $Q = m.c.\Delta t$ den hani m ler aynı değil mi burada?

Araştırmacı: Tabii tabii.

Gamze: m'ler aynı burada Δt 'ler verilen aynı o yüzden c'sine göre hani öz ısısı en küçük olan en fazla ısınacağı için daha çabuk iletcek ve oradaki buz parçası daha çabuk eriyecek.

Araştırmacı: Hıhı. Peki burada bakır, demir, alüminyum hani tellerinde farklı olan cinsleri demiştik. Bu öz ısılar onlara neyi sağlıyor ki birininki daha çabuk eriyor, birininki daha geç eriyor?

Gamze: Isı sahası diyormuşum.

Araştırmacı: Isı sahası neydi?

Gamze: mc

Araştırmacı: Yani ne demek?

Gamze: Yani kütleyle ısısının çarpımı.

Araştırmacı: ... Burada demir, bakır ve alüminyum sadece cinsleri farklı demiştik ama erime süreleri hani etkiliyor bunu dedik. Nasıl etkiliyor? Yani ne yapıyor ki demirdeki daha kısa sürede eriyor da bakırdaki en geç eriyor?

Gamze: Yani demek ki oradaki moleküller yani hani moleküllerin titreşimiyle alakalıdır. Demek ki yani demirdeki moleküller daha [ııı] içi yani enerjiyi daha çabuk alabiliyor. Isı ve enerji dedi sonuçta. Isı ve enerji çeşidiydi. Yani demek ki [ııı] o enerjiyi daha çabuk alabiliyor. Ve daha çabuk hani daha çok titreştiği için daha çabuk ilettebiliyor.

ÜKDM'yi okumadan önce Gamze, maddelerin özısıları ile ısı iletim hızları arasında bir ilişki kurmuştur. Bu ilişkiyi $Q = m.c.\Delta t$ formülüne dayanarak kurduğu gözlenmiştir. Özısısını küçük olarak kabul ettiğimiz maddelerdeki buzun erime süresinin özısısını büyük kabul ettiğimiz maddelerdeki buzların erime sürelerine göre daha az olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgular ışığında Gamze'nin özısı ve ısı iletim

hızları arasındaki ilişkiyi bilimsel olarak doğru kabul edilen şekliyle açıkladığı tespit edilmiştir. Ancak Gamze'nin özısılarının farklı olması maddelerde neyi etkiliyor sorusuna yanıt olarak “molekülleriçi enerjiyi daha çabuk alabiliyor” gibi cevap vermesi, ısıyı maddesel bir olgu gibi algıladığını düşündürmüştür. Aşağıda aynı öğretmen adayının ÜKDM'yi okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Gamze: Burada hani diğerlerinde aynı madde olduğu için özısıyı hani göz ardı etmiştik. Ama burada hani maddeler farklı ve bir şekilde hani onların iç enerjileri farklı, özısıları farklı. Özısı farklı olduğu için hani alması gereken enerji hani belirli sıcaklık. Belirli sıcaklığa ulaşabilmesi için alması gereken enerji hepsinden farklı. O yüzden hani özısı en düşük olandaki [111] şey hani ısı verilen ısı aynı eşitliğe bakarsak hani $Q=mc\Delta t$ 'de verilen ısı aynı ama hani Δt 'yi [111] şey yapabilmek için c 'nin küçük olması lazım. Daha kısa sürede artabilmesi için...

Araştırmacı: Desem ki demirinki en küçük bakırinki en büyük olsun. Nasıl sıralardın?

Gamze: Demirdeki... Demirin en küçük.

Araştırmacı: Özısı en küçük olan demir, özısı en büyük olan bakır.

Gamze: Demirdeki ilk önce düşer. Daha sonra alüminyum daha sonra bakır.

ÜKDM'yi okuyan Gamze, özısı farklı olan cisimlerin belirli bir sıcaklığa ulaşabilmesi için alması gereken ısıнын farklı olacağını vurgulamıştır. Sıcaklık değişiminin kısa sürede değişebilmesi için maddelerin özısılarının küçük olması gerektiğini açıklamıştır. Özısını küçük kabul ettiğimiz teldeki buzun daha çabuk eriyeceğini ve özısını büyük kabul ettiğimiz teldeki buzun daha geç eriyeceğini ifade etmiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayının ön görüşmesindeki kavramsal anlamasında herhangi bir değişimin olmadığı ve son görüşmesinde daha bilimsel ifadeler kullandığı tespit edilmiştir. Gamze metinleri okuduktan sonra ısıyı maddesel bir olgu gibi algıladığına dair herhangi bir ifade kullanmamıştır.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Nisa: Şimdi ısı sığası büyük olanın ısı sığası küçük olanın diye yazarsak, böyle hangisinin... Ben şimdi şey ezber olarak hangisinin ısı sığasının büyük olduğunu...

Araştırmacı: Peki senin tabirinle ısı sığası dediğimiz şey özısı.

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: Bunun ben demirde en küçük bakırda da en büyük olduğunu söylesem, nasıl bir yorum yaparsın?

Nisa: Buna 1c, 3c buna 2c diyelim. Şimdi Q'ları hepsinin aynı veriliyor diyelim. Kütlelerde aynı, aynı uzunlukta Diyelim mi kütlelerine aynı?

Araştırmacı: Diyelim diyelim tamam.

Nisa: O zaman birincisi mesela Q_1 Q_2 Q_3 dersek $Q_1 = m \cdot 3c \cdot \Delta t_1$ buna bağlı olarak buz düşecek değil mi? Biraz aktarıma bağlı ama... Sonra $Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta t_2$ işte ne deriz m bu sefer c, en küçük o demiştiniz, $c \cdot \Delta t_2$. Bunları karşılaştırarak işte yapabilirim. Q_3 , aslında Q_1 , Q_2 , Q_3 dememize gerek yok. Özdeş ısıtıcı olduğu için hepsine aynı dersem yeterli. Alüminyumunda $2c \cdot \Delta t_3$ dersek buradan Q'ları aynı işte karşılıklı şey yaparsak. En küçük herhalde Δt_1 olur; çünkü c'si zaten büyük olduğu için Δt 'si küçük oluyor. Yani ne derim en küçük bakır yani en geç bakırdaki buz düşer. O yüzden bakır yazarım küçük, sonra Δt_3 yani şu alüminyum daha sonra en geç ikinci alüminyum; en erken de demirdeki düşer diye düş... söylerim. Çünkü c'si küçük Δt 'si daha çabuk büyüyor.

ÜKDM'yi okumadan önce Nisa'nın özısı ile ısı sığası kavramlarını birbirinin yerine kullandığı tespit edilmiştir. Bu bulguya göre Nisa'nın ısı sığası ve özısı kavramları hakkındaki bilgilerinin yetersiz olduğu söylenebilir. Uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin özısı ile ısı aktarımı konusunda $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ formülünü kullandığı gözlenmiştir. Nisa özısı verilen farklı cins maddelerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında yorum yaparken özısını küçük kabul ettiğimiz maddenin ısıyı daha çabuk iletmediğini, özısını büyük kabul ettiğimiz maddenin ısıyı daha yavaş iletmediğini açıklamıştır. Bu bulgulara göre farklı cins maddelerin ısı iletim hızları ile özısı arasında bilimsel olarak doğru kabul gören şekilde düşündüğü tespit edilmiştir. Aşağıda Fen Bilgisi öğretmeni adayının metinleri okuduktan sonraki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Nisa: Şimdi [111] demir, alüminyum ve bakır bunların ısıyı iletme hızlarını bilirim ona göre söylerim. Mesela ay [111] c'lerini burada etkili oluyor.

Araştırmacı: Demirinkini özısının...

Nisa: Özısının...

Araştırmacı: En küçük, bakırın en büyük olduğunu farz et.

Nisa: Bir demire bir dersek, bakıra da üç dersek, alüminyum da iki dersek demirin c'si daha küçük olduğu için ısınması yani sıcaklığı daha çabuk artacak. O yüzden buradaki buz daha çabuk eriyecek. O yüzden demir en çabuk erir. Sonra alüminyum erir, sonra en sona da bakır erir derim.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa ön görüşmesinden farklı olarak bu defa özısı kavramını bilirse daha kolay yorum yapabileceğini belirtmiştir. Özısısını büyük kabul ettiğimiz maddenin ucundaki buzun, özısısını küçük kabul ettiğimiz maddenin ucundaki buzdan daha geç eriyeceğini açıklamıştır. Bu bulgulara göre ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa'nın özısı ve ısı sığası kavramlarındaki bilgilerinin yetersizliğini giderdiği söylenebilir.

ÜKDM grubundaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ön görüşmelerinde var olan “özısı ile maddelerin enerjileri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu düşünme” gibi alternatif kavramlarını son görüşmelerinde giderdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ısı sığası ve özısı kavramları hakkındaki bilgilerini metinleri okuduktan sonra daha net biçimde kullandıkları görülmüştür. Bu bulgulara göre ÜKDM'nin özısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

4.7.3.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Bulgular

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimindeki kavramsal anlamaları her bir öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Yılmaz: Burada hangisi daha iyi iletiyor orası merak konusu

Araştırmacı: Peki ben desem demirin özısı en küçük bakırın özısı en büyük..

Yılmaz: En iyi demir iletirse demirde daha çabuk erir.

Araştırmacı: Hım.

Yılmaz: Isıyı daha hızlı iletmediği için

Araştırmacı: Daha hızlı iletmediği için?

Yılmaz: Daha iyi iletmediği için

ÇM'yi okumadan önce Yılmaz uzunlukları aynı, farklı cins tellerin uçlarındaki mumlardan özısıısını küçük kabul ettiğimiz teldekinin daha hızlı ısıyı iletteceğini söylemiştir. Bundan dolayı en iyi ileten demirse demirde daha çabuk erir demiştir. Bu bulgular ışığında ÇM'yi okumadan önce Yılmaz'ın uzunlukları aynı, farklı iletken tellerin ısı iletimi konusunda alternatif kavramlarının olmadığı söylenebilir. Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Yılmaz: Isı iletkenlik, ısı iletkenlikleri önemli burada. Hangisi [111] hangisi daha iyi iletiyorsa o daha çabuk düşer.

Araştırmacı: Peki. Hangi bilgiyi veriyim sana?

Yılmaz: Özısııları hakkında bilgi verebilir misiniz?

Araştırmacı: Peki özısıısı en küçük olan demir en büyük olanın bakır olduğunu söylüyorum.

Yılmaz: Özısıısı en küçük...

Araştırmacı: Demirin..., en büyük de bakırın olduğunu farz et.

Yılmaz: O zaman [111] en çabuk demirde düşer. Özısıısı daha küçük olduğu için, özısıısı [111] bir gram kütle için 1°C olarak verilmesi gereken ısı miktarıdır. Dolayısıyla özısıısı daha küçük olan daha çabuk ısınacağından dolayı [111] daha iyi iletir ve daha çabuk düşer.

ÇM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmen adayının uzunlukları aynı, farklı cins tellerden özısıısı küçük olanın ısıyı daha iyi iletteceğini söylemiştir. Bundan dolayı özısıısı küçük olandaki buz parçalarının daha çabuk eriyeceğini belirtmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının ön görüşmesinden farklı olarak özısıı kavramını tanımladığı ve yorumladığı gözlenmiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayının ön görüşmesindeki fikirlerinin değişmediği tespit edilmiş hatta öğretmen adayının son görüşmesinde kavramları biraz daha irdelediği gözlenmiştir.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Satı: Tamam, peki [111] yalnız bu bakır, demir, alüminyum hakkında yani hangisi daha geç iletir onu bilmiyorum.

Araştırmacı: Nasıl bi bilgi istersin bana?

Satı: [111] Mesela özısılarıyla ilgili...

Araştırmacı: Peki diyorum ki demirin özısıısının en küçük olduğunu bakırın özısıısının da en büyük olduğunu farzet.

Satı: Demir en küçük...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Bakır en büyük...

Araştırmacı: En büyük olduğunu farzet evet.

Satı: [111] Özısııları büyük demek daha dirençli demek.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Yani ısıyı daha zor iletir demek. Bakır en büyük olduğuna göre bakırda yani bakırın ucundaki mum en geç düşecek. Daha sonra alüminyum [111] bi dakika ters ters söyledim. En geç bakır düşecek çünkü özısıısı en büyük. Daha sonra yani en önce demir düşecek öyle deyim. Demir, önce demir sonra alüminyum sonra bakır

Araştırmacı: Peki neden böyle düşündün?

Satı: Özısıısı büyük demek ısıyı daha zor iletir demek.

Araştırmacı: Hım. Peki diyosun ki o şekilde düşünüyorum.

Satı: Evet.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmen adayı özısıısı büyük olan maddelerin daha dirençli olduğunu söylemiş ve bundan dolayı ısıyı daha zor ileteceklerini ifade etmiştir. Bu nedenle önce demirdeki sonra alüminyumdaki ve en son bakırdaki buz parçalarının eriyeceğini söylemiştir. Bu bulgulara göre Satı'nın ÇM'yi okumadan önce uzunlukları aynı, farklı cins tellerin ısı iletimleri konusunda alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Aşağıda aynı Fen Bilgisi öğretmeni adayının ÇM'yi okuduktan sonraki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Satı: [111] Özısııları ilgili bilgi alabilir miyim?

Araştırmacı: Hı... Peki demirin ki en küçük bakırın ki en büyük olduğunu farzet.

Satı: Demir en küçük...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Bakır en büyük...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: [111] En küçük demirimiz olduğuna göre demirin aldığı ısıyı buza iletmesi çok daha kolay olacağı için en önce demir erir.

Araştırmacı: Hı...

Satı: Daha sonra alüminyum en son ise bakır.

ÇM'yi okuyan Satı özısıısı küçük olan maddenin ısıyı iletmesinin kolay olduğunu söylemiştir. Uzunlukları aynı, cinsleri farklı olan tellerden özısıısı küçük kabul edilen demir teldeki buzun en önce eriyeceğini, sonra alüminyumdaki buzun eriyeceğini ve en son bakırdaki buzun eriyeceğini söylemiştir. Bu bulgulara göre Satı'nın ön görüşmesindeki fikirlerinin değişmediği gözlenmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmeni

adayının uzunlukları aynı farklı cins tellerin ısı iletimi hakkındaki fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüştüğü görülmektedir. Buna göre ÇM'yi okuduktan sonra Satı'nın bu konuyla ilgili herhangi bir alternatif kavram oluşturmadığı görülmüştür.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Uzunlukları Aynı, Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimine ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Fikriye: Bakır, demir, alüminyum. Bunların iletim şeylerini bilmiyorum ki ben hangisi önce?

Araştırmacı: Nasıl bilgi vereyim?

Fikriye: Öz ısıları...

Araştırmacı: Öz ısısı en küçük olan demir olsun. En büyük olan da bakır olsun.

Fikriye: Ha demir.

Araştırmacı: Hıhı. Demir en küçük öz ısıya sahip bakırda en büyük.

Fikriye: Demir en küçük değil mi?

Araştırmacı: Hıhı öyle farzet.

Fikriye: Tamam şimdi bunların kütleleri aynı ısıtıcıları da aynı [111] sıcaklık birim zamanda bunun daha fazla olduğuna göre birim zamanda [111] daha az ısı gidiyor bunda daha az ısı küçük olduğu için. Bunda daha az ısı gittiğine göre tam tersi oluyor öbürkü bu en az eriyecek. Öbürkü hangisi en yüksekti?

Araştırmacı: Bakır.

Fikriye: Bakır, alüminyum demir oluyor.

Araştırmacı: Yani en kısa sürede eriyen bakır, en uzun sürede eriyen demir mi?

Fikriye: Yok demir en kısa sürede, demir en kısa.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: En kısa sürede sonra alüminyum sonra da bakır.

Araştırmacı: Hıhı. Tamam, peki özdeş ısıtıcı dedik ya ben bir de onu merak ediyorum. Özdeş ısıtıcı demek ne demek?

Fikriye: [111] Ya birim zamandaki aynı miktarda şey ısısını nasıl deyim öz ısısına katkımız nasıl anlatabilirim ya harlı ateş değil de mesela harlıysa ikisi de harlı olacak aynı miktardaki bir enerji şeyi aynı olacak.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Enerji geçişi birim zamanda geçen enerji miktarı o tarafa aynı olacak.

Araştırmacı: Anladım.

Fikriye: Ama mesela onda daha fazla geçiş olursa o zaman o daha kısa sürede şey yapar erir ya da başka bişey yapar. Fark eder şeyleri.

ÇM'yi okumadan önce Fikriye, uzunlukları aynı, farklı tür maddelerin ısı iletimleri hakkında öz ısısı küçük olandaki buz parçalarının daha çabuk eriyeceğini,

özısıısı büyük olan maddedeki buz parçalarının daha geç eriyeceğini söylemiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi adayının fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüştüğü gözlenmiştir. Fikriye birim zamandaki sıcaklık değerlerinin birbirinden farklı olduğunu ifade etmiş ve ısı miktarının az gittiğini söylemiştir. Ayrıca Fikriye'nin özdeş ısıtıcı kavramını tanımlayamadığı fark edilmiştir. Bu bulguya göre Fen Bilgisi adayının fikirlerinin bu noktada bilimsel olarak doğru kabul göreninden farklılaştığı tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre Fikriye'nin "özdeş ısıtıcı kavramını tanımlayamama" alternatif kavramına sahip olduğu söylenebilir. Aşağıda aynı öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonraki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?

Fikriye: Demirinki mi özısıısı daha yüksekti?

Araştırmacı: Özısıısı küçük olan demir, özısıısı büyük olanda bakır olduğunu farzet.

Fikriye: Bakır c...

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Alüminyum, demir... Aynı boy değil mi?

Araştırmacı: Hıhı. Aynı boy.

Fikriye: Hım. Tam tersi o zaman. Şöyle değil mi? O zaman özdeş ısıtıcı bu [111] birim zamanda verilmesi gereken ısı buna daha fazla gerekiyor değil mi?

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: O zaman bunun daha kısa sürede mum erir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Yani hangisinde erir?

Fikriye: En düşük demir olacak hemen eriycek çabuk, en sonrada bakır eriycek.

ÇM'yi okuduktan sonra Fikriye, uzunlukları aynı ancak türleri farklı olan tellerden özısıısını en küçük kabul ettiğimiz teldeki buz parçalarının daha çabuk eriyeceğini, en geç ise özısıısını büyük kabul ettiğimiz teldeki buzun eriyeceğini söylemiştir. Özısıısı büyük olan maddeye daha fazla ısı verilmesi gerektiğini cevabının gerekçesi olarak gösterdiği gözlenmiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmen adayının metinleri okuduktan sonra da uzunlukları aynı ancak farklı cins tellerin ısı iletim hızları konusunda alternatif kavramlarının olmadığı söylenebilir.

ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Fikriye hariç uzunlukları aynı farklı cins tellerin ısı iletimleri hakkında gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra alternatif kavramlarının olmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla Fen Bilgisi öğretmen adayları ÇM'yi okumadan önce ve ÇM'yi okuduktan sonra tellerin uçlarındaki buzların erime sürelerini doğru sıralamışlardır. Hatta öğretmen adayı

Yılmaz, ÇM'yi okuduktan sonra özısı, özdeş ısıtıcı gibi kavramları biraz daha irdelemiştir. Ancak Fikriye'nin metinleri okumadan önce “özdeş ısıtıcı kavramını tanımlayamama” şeklinde alternatif kavramının olduğu tespit edilmiş ve öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonra bu alternatif kavramını giderdiği saptanmıştır.

4.7.4. Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Dair Bulgular

Görüşme yapılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına dair fikirlerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular sorulmuştur:

Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

- ☒ Neden bu maddeyi seçtin? Nasıl bir yapısı var ki?
- ☒ Bu madde yerine alüminyum folyo gibi bir madde kullansan neler olurdu?
- ☒ Sıcaklık transfer edilebilen bir özellik midir?

Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

- ☒ Neden bu maddeyi seçtin? Nasıl bir yapısı var ki?
- ☒ Soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?
- ☒ Toparlamak gerekirse; sıcak nesneleri sıcak tutmak için ya da soğuk nesneleri soğuk tutmak için ne tür maddeler kullanırsın? Neden?
- ☒ Bu maddeleri birbirinden ayıran özellikler nelerdir?

4.7.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait kavramsal anlamaları her bir öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiştir.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Ebru: Cam.

Araştırmacı: Cam?

Ebru: Evet.

Araştırmacı: Camla mı sarcaz?

Ebru: Isı yalıtımı şeklinde düşündüm hani ne sarsam... Soğumaması için... Bilemiyorum.

Araştırmacı: Peki sana biraz daha yardımcı oluyum o zaman. Elinde yün battaniye, pamuklu ceketin ve bir de alüminyum folyon var. Hangisini tercih edersin?

Ebru: Sanki yünlü battaniye gibime geliyor.

Araştırmacı: Neden?

Ebru: Hani yün sıcak tutar. Soğuğu dışarı verir.

Araştırmacı: Peki sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?

Ebru: Evet.

Araştırmacı: Peki ısı transfer edilebilen bir özellik midir?

Ebru: Evet.

Araştırmacı: Hım. Tamam. Peki, yünlü battaniye seçerim demiştin sıcak tutmak için neden bunu seçmiştin?

Ebru: Isı alış verişi daha zor olsun diye.

Araştırmacı: Hıhı. Nasıl bir yapısı var ki yünün bu ısı alış verişini zorlaştıracak?

Ebru: Kışın mesela biz hani yünlü şeyler giyiyoruz sıcak tutsun diye soğuğu fazla şey yapmasın diye.

Araştırmacı: Hıhı. İşte yünün nasıl bir yapısı var da öyle sıcaklığı, soğuğu koruyor?

Ebru: Yünün ısı alış verişinde daha şey ııı hani demire dokunduğumuzda ısıyı daha çabuk iletiyordu. Bu hemen iletmiyor yani böyle.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce sıcak maddelerin etrafını ilk başta cam ile sarmayı düşünmüş ancak ondan sonra araştırmacının yönelttiği üç seçenekten yünlü maddelerin nesneleri sıcak tutmak için daha iyi olduğunu söylemiştir. Neden yünü seçtiği sorulduğunda Ebru'nun günlük hayattaki deneyimlerine dayanarak bu maddeyi seçtiği fark edilmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının sorulara verdiği yanıtlardan sıcaklığın transfer edildiğini düşündüğü tespit edilmiştir. Buna göre Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önce "sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir" şeklinde alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Hatta Fen Bilgisi öğretmen adayı

yünün yapısından dolayı soğuğu dışarı verdiğini belirtmiştir. Bu bakımdan Ebru'nun “soğukluk ve sıcaklığın alınıp verilebilen bir olgu olduğunu düşünme” alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Yünün ısı alış veriş olayını zorlaştıracaklarını da verdiği cevaplara eklemiştir. Ayrıca yünlü maddelerin ısıyı hemen iletmediğini ifade etmiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının çeşitli alternatif kavramlarının olduğu söylenebilir. Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki maddelerin sıcaklığının düşük değerde sabit kalması için sunduğu fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki bu [111] sıcak tutmak içindi. Nesnelere ne yaptığını öğrenmek içindi. Şimdi de yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz.

Ebru: Evet.

Araştırmacı: O halde yazın soğuk tutmak istediğimiz nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

Ebru: Soğuk kalması için?

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Alüminyum folyo...

Araştırmacı: Alüminyum folyo diyorsun. Neden bu sefer alüminyum folyoyu tercih ettin?

Ebru: [111] Demire biraz daha yakın. Bir de şey daha sıcaklığını hani verir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: O halde toplamak gerekirse sıcak tutmak istediğin nesneleri sıcak; soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl maddeler seçersin?

Ebru: [111] Soğuk kalmasını istediklerimi metal olan maddeleri seçerim. Ama sıcak kalmasını istediklerime yün türü...

Araştırmacı: Bu iki maddeyi seçmendeki sebepler neler?

Ebru: Seçmemdeki sebepler: Birisinin daha sıcak, birisinin daha soğuk tutacağını düşünüyorum çünkü.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, bu iki maddeyi birbirinden ayıran özellikler neler?

Ebru: [111] Farklı yapıdalar.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Mesela ben yazın yünlü şeyler giymem. Daha çok hani demirlere filan şey olur. Çok terleyince üşümek için filan tutunuruz filan yani o yüzden.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce maddeleri soğuk tutmak için demirin yapısına

benzettiğini söylediği alüminyum folyoyu tercih etmiştir. Alüminyum folyoyu tercih etmesindeki sebebi ise alüminyum folyonun sıcaklığı vereceğini düşünmesidir. Ayrıca Ebru bu iki soruyu topladığında sıcak tutmak için yün benzeri maddeler seçeceğini soğuk tutmak için ise demire benzer maddeleri tercih edeceğini söylemiştir. Bu tercihini de yine günlük hayattaki deneyimleriyle örneklemiştir. Bu bulgulara dayanarak Ebru'nun “ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık için aynı cins maddeleri kullanabileceğinin farkında olmama” alternatif kavramına sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca Ebru'nun sıcaklığı düşük maddelerin sıcaklığının sabit kalması için kullandığı ifadelerden

“soğukluk ve sıcaklığın alınıp verilebilen bir olgu olduğunu düşünme” ve “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” şeklinde alternatif kavramlarının olduğu söylenebilir. Aşağıda Ebru’nun metinleri okuduktan sonra aynı sorulara verdiği yanıtlara yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Ebru: Şimdi [111] yalıtım için aynı çift cam falan kullanıyoruz. Yün de biraz böyle delikli yapıya falan sahip olduğu için yünü tercih ediyorum tabii ki.

Araştırmacı: [Hım]. Peki diyelim ki elinde [111] alüminyum folyon vardı. Orda ne olmasını beklerdin? Yün kullanmadan önce...

Ebru: Yün kullanamadım?

Araştırmacı: Diyelim ki yünün yok; ama alüminyum folyoyla sardın bu sefer ne olmasını beklerdin?

Ebru: Alüminyum folya... Çift kat, çift kat sarardım.

Araştırmacı: Neden çift kat sarıyorsun?

Ebru: Camdaki hani çift kat şey yapıyor. Yalıtım daha iyi olur. Hava olduğu için arada.

Araştırmacı: Hıhı

Ebru: Yalıtım daha iyi oluyor.

Araştırmacı: Peki [111] Peki sıcaklık ya da soğukluk tutulabilen yani muhafaza edilebilen bir özellik midir?

Ebru: Tutulabilen, muhafaza edilebilen bir özellik midir? Şey... Koyduğun yere göre değişir.

Araştırmacı: Peki nereye koysam, nasıl olur?

Ebru: Termosa mesela koyarsanız, termosta sıcak tutuyor, tutar. Ama mesela başka bir yere koysanız mesela... Mesela bir şişenin içine çantana koysan soğuk suyu yazın o şey su ılımış halde oluyor; ama termosu koyarsan soğuk olarak içebiliriz. Transfer edilemez evet; ama bir yerde muhafaza edilebiliyor. Ama şey konulduğu yere bağlı.

Ebru ÜKDM’yi okuduktan sonra sıcak tutmak istediği maddeleri tekrar yünlü kumaşlarla sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Bunun sebebinin yünün yapısının delikli olmasına bağlamıştır. Maddeleri sıcak tutmak için yün değil de alüminyum folyo kullanılırsa ne olur dendiğinde ise Fen Bilgisi öğretmeni adayımız alüminyum folyoyu iki kat sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Alüminyum folyoyu iki kat sarınca ısı yalıtımının daha iyi olacağını vurgulamıştır. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayımız sıcaklık ya da soğukluk gibi özelliklerin transfer edilemediğini ancak konulduğu yere bağlı olarak maddelerin içinde muhafaza edilebileceğini açıklamıştır. Buna göre Ebru’nun ön görüşmesinde tespit edilen “soğukluk ve sıcaklığın alınıp verilebilen bir olgu olduğunu düşünme” ve “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” şeklindeki

alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirdiği tespit edilmiştir. Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonraki maddelerin sıcaklığının düşük değerde sabit kalması için sunduğu fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Anladım. Peki, yaz aylarında maddelerin sıcak olmasında soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

Ebru: Yine yün.

Araştırmacı: Hım. Yine yün. Neden? Yün daha çok sıcak tutmak için değil midir?

Ebru: Ama şey yalıtım yapcaz ya o yüzden yine yünü kullanabiliriz.

Araştırmacı: Hıhı. Peki. [ııı] peki yine alüminyum folyon olduğunu düşünürsek bu sefer ne olmasını beklerdin?

Ebru: Yine çift kat sarardım.

Araştırmacı: Sence alüminyum folyoyla yün arasında nasıl bir fark var ki yün...

Ebru: Yün mü yünün böyle delikli yapısı var; ama alüminyum folyo düz.

Araştırmacı: Delikli olduğunda daha iyi iletim yapmaz mı sence?

Ebru: I-Ih ama yalıtım hani arada hava olması lazım. Yalıtım iyi olması için.

Araştırmacı: Toparlamak gerekirse sıcak tutmak istediğin nesneleri ne tür maddelerle, soğuk tutmak istediğin nesneleri ne tür maddelerle sararsın?

Ebru: İkisini de yünle.

Fen Bilgisi öğretmeni adayımız Ebru son görüşmesinde ön görüşmesinden farklı olarak soğuk tutmak istediği maddeleri de yine yünlü maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Bu cevabını ısı yalıtımına dayandırmıştır. Alüminyum folyoyla sarması gerektiğinde yine iki kat saracağını söylemiştir. Bu sayede arada hava kalacağını ve ısı yalıtımının daha iyi olacağını ifade etmiştir. Alüminyum folyoyla yünün yapısının farklı olduğuna değinmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayı son görüşmesinde ilk görüşmesinden farklı olarak hem maddeleri sıcak tutmak için hem de soğuk tutmak için yünlü maddeleri tercih edeceğini belirtmiştir. Buna göre Ebru'nun ön görüşmesinde tespit edilen "ısıl iletkenlik ve ısıl yalıtkanlık için aynı cins maddeleri kullanabileceğinin farkında olmama" alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul edilen şekliyle değiştirdiği söylenebilir.

2. Öğretmen Adayı Gamze'nin Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okumadan önceki ısıl iletkenlik ve ısıl yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini

söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Gamze: Ya önce alüminyum folyo daha sonra üzerine hani sofradır, havludur onlarla kapatırdım herhalde.

Araştırmacı: Neden önce alüminyum folyo.

Gamze: Çünkü o yan yani yansıtır.

Araştırmacı: Neyi yansıtır?

Gamze: Isı....Sıcaklığı.....

Araştırmacı: Isıyı mı, sıcaklığı mı?

Gamze: Sıcaklığı yansıtır.

Araştırmacı: Sıcaklığı yansıtır diyorsun, nasıl yansıtacak?

Gamze: Ya [111] şöyle yansıtma değil de hani o kabın içinde... İçinde durmasını sağlar. Hani kendisi de ısınır zaten hani dokunduğunuz zaman o alüminyum folya da ısınır ama o kabın içinde durmasını sağlar.

Araştırmacı: Peki

Gamze: Dışarı çıkmasını engeller.

Araştırmacı: Anladım. Alüminyum folyoya sardıktan sonra neden sofra beziyle ya da başka ne demiştin...

Gamze: Havlu

Araştırmacı: Havluyla sarıyorsun?

Gamze: Yine yalıtım için.

Araştırmacı: Peki alüminyum folyo yalıtıma yeterli değil mi?

Gamze: Demek ki yeterli değil.

Gamze ÜKDM’yi okumadan önce sıcak tutmak istediği maddeleri ilk önce alüminyum folyoyla saracağını daha sonra üstüne de sofra bezi ya da havlu saracağını belirtmiştir. Alüminyum folyonun üzerine sofra bezi ya da havlu sarmasını alüminyum folyonun tek başına ısı yalıtımı için yeterli olmadığını düşündüğü için yapacağını söylemiştir. Ayrıca alüminyumun sıcaklığı yansıtma özelliğinin olduğuna değinmiş ve bu sayede sıcaklığın maddenin içinde kalacağını belirtmiştir. Hatta Fen Bilgisi öğretmeni adayının sıcaklığı maddesel bir olgu gibi düşündüğünden bu sayede cisimlerin sıcaklığının dışarı çıkmayacağını söylediği gözlenmiştir. Buna göre Gamze’nin ÜKDM’yi okumadan önce “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilir” şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Gamze’nin ÜKDM’yi okumadan önce sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını yeğleriz. Dolayısıyla soğuk tutmak istediğimiz nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yöntem izlersin?

Gamze: Buzdolabına koyarım.

Araştırmacı: Buzdolabın yok. Elektrikler kesik.

Gamze: O halde yani en gölge yani güneş almayan bir yere koyarım ve orda hani sıcaklığını koruması için [111] soğukluğunu korumak için mesela hani termoslar... Termoslarda hani içi yapısı hani ayna var içerisinde ve o hani ışınları yansıtırdıktan o soğukluğun sabit kalmasını sağlıyor.

Araştırmacı: Peki başka termosunda yok diyelim ki. Herhangi bir maddeyle sarman gerekse nasıl bir maddeyle sararsın?

Gamze: Herhangi bir maddeyle sarmam gerekse yani zaten çok uzun süre kalmaz herhalde tenekeyle filan olurdu.

Araştırmacı: Hım... Tenekeyle mi saracaksın?

Gamze: Yani [111] tenekenin içine koyardım ya da alüminyum folyo yine.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Gamze ÜKDM'yi okumadan önce maddeleri soğuk tutmak için buzdolabına ya da güneş ışığı almayan yerlere koyacağını söylemiş, herhangi bir maddeyle sarmayı tercih edeceği zaman ise tenekenin içine koyacağını ya da alüminyum folyoyla sarmayı tercih edeceğini ifade etmiştir. Ayrıca verdiği cevaplarda yer alan ifadelerinde sıcaklığını korumak ya da soğukluğunu korumak gibi ifadelerle yer verdiği fark edilmiştir. Bu bakımdan Gamze'nin "sıcaklık ve soğukluk kavramlarını fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramına sahip olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda aynı öğretmen adayının son görüşmesindeki sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Gamze: [111] Yün yani yün bir maddeyle; çünkü hani onun ısı yalıtımı daha kolaydır. Neden? Çünkü hani yünde... Mesela atıyorum örneğin alüminyumla sarsak hani onun maddeleri birbirine daha sıkı olduğu için ısı iletimi daha kolay gerçekleşir ve özısı daha düşüktür. Ama hani şeyde yünde moleküller arasında hani atomlar arasında boşluklar daha fazla olduğu için hani aktarımı daha yavaş olur. Ve de daha zor olur. O yüzden yün tercih ederim.

Araştırmacı: Peki sence sıcaklık ya da soğukluk tutulabilen yani muhafaza edilebilen bir özellik midir?

Gamze: [111] Sıcaklık ya da soğukluk yani şu şekilde hani o maddenin ısı yalıtımını sağlayabilirsek hani atıyorum bir odanın ısı yalıtımını sağlayabilirsek duvarlar işte pencereler açıldığında sabit kalabilir yani.

Gamze ÜKDM'yi okuduktan sonra sıcak tutmak istediği maddeleri yine yünle sarmayı tercih ettiğini söylemiştir. Bu defa ön görüşmesinde verdiği yanıtı ek olarak yünün ısı yalıtımını daha kolay sağlayacağını belirtmiştir. Yünün yapısından dolayı molekülleri arasındaki aktarımın yavaş gerçekleşeceğini söylemiştir. Sıcaklık ya da soğukluk kavramlarında verdiği yanıt ise ön görüşmesinde verdiği yanıtın tamamen farklıdır. Ön görüşmesinde sıcaklık ya da soğukluğu maddesel bir olgu gibi düşünürken son görüşmesinde ısı yalıtımı sağlandıktan sonra maddelerin sıcaklıklarının sabit kalacağını vurgulamıştır. Buna göre Gamze'nin ön görüşmesinde tespit edilen "sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir" alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul

göreniyle değiştirdiği söylenebilir. Aşağıda Gamze'nin ÜKDM'yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: [Hım]. Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

Gamze: Ya sıcak ya da soğuk kalması önemli değil zaten hani burada önemli olan ısı yalıtımı diye düşünüyorum. Ya bunun içinde yine aynı hani atıyorum bir teneke kolayı bir yünle sardığımda yine daha uzun süre soğuk kalır.

Araştırmacı: Peki neden böyle düşündün?

Gamze: Ya çünkü orda hani o maddenin soğuk kalmasını sağlama maddenin o andaki ısısının yani titreşim sayısının az olması ama eğer ki biz hani normal şekilde odaya bırakırsak odanın ısısı, ısı iletimi gerçekleşecek ve hani o kutuya [ıııı] iletilecek ve o moleküller daha fazla titreşmeye başlayacak ve ısısı artacak onun sonucu olarak da hani burada önemli olan hani o ısı iletimini engellemek.

Araştırmacı: ısısı artacak dedin ya şimdi benim aklıma başka bir soru geldi. O zaman bu masa ve sandalyeler aynı maddeden yapılmış olsalar, biz onları aynı ortama bıraksak, birini yünle sarsak diğerini alüminyum folyoyla sarsak. Ne olmasını beklersin?

Gamze: İlk başta aynı sıcaklıktalar mı?

Araştırmacı: Hıhı. İlk başta aynı sıcaklıktalar.

Gamze: Yani aynı... Alüminyumdaki odanın sıcaklığına çok daha çabuk bir şekilde hani ısı dengesi olur. Yün olan çok daha geç...

Fen Bilgisi öğretmeni adayımız Gamze, ÜKDM'yi okuduktan sonra soğuk tutmak istediği maddelerin etrafını yünle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Maddelerin sıcak ya da soğuk kalması için ısı yalıtımının önemli olduğuna ve yünün ısı yalıtımını daha iyi sağlayacağına değinmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayının verdiği yanıtta ısıyı maddenin taneciklerinin titreşme sayısı olarak düşündüğü fark edilmiştir. Ayrıca aynı ortamda bulunan maddeleri yün ve alüminyum folyoyla sardığımızda alüminyum folyoyla sardığımız maddelerin oda sıcaklığına daha çabuk ulaşacağını söylemiştir. Buna göre Gamze'nin ön görüşmesinde tespit edilen "sıcaklık ve soğukluk kavramlarını fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca metinleri okumadan önce Gamze sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ayrı ayrı farklı cins maddeler kullanırken, metinleri okuduktan sonra sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için tek cins maddeyi (her ikisinde de yünü) tercih edeceğini belirtmiştir.

3. Öğretmen Adayı Nisa'nın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okumadan önceki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Nisa: Şimdi, yalıtkan maddelerle eğer sararsam [ııı] dışarıya ısı ya da içeri ısı kaybı olmaz. Mesela şeylerde, termoslarda da ayna sistemi kullanılıyor. İşte ısının dışarı ya da içeri girmesi... Hem dış kısmında ayna var hem iç kısmında ayna var. O gibi madde kullanabilirim. Hani ısıyı şey yapmayacak, dışarı kaçırmayacak bir yöntem.

Araştırmacı: [Hım]. Evde öyle bir maddemiz var mı sence?

Nisa: Termos maddesi pek yoktur [hehe☺]. Termosun içine çorbaları koyamayacağımıza göre ...

Araştırmacı: Yani elimizde olan maddelerden bir şey düşün o halde.

Nisa: Mesela sofra bezi felan oluyor bazen, onu sararım temizlik açısından. Yünlü, pamuklu giysileri etrafına sararım sıcak sıcak durur.

Araştırmacı: Peki o zaman üç tane seçeneğin var. Yünlü kumaşın, pamuklu ceketin ve bir de alüminyum folyon. Bunlardan hangisini seçerdin?

Nisa: Pamuklu ceketini seçerdim. Yünlü kumaşların arasında daha çok aralık oluyor diye biliyorum. Pamuklular daha sık dokunuyor. O yüzden havayı daha az geçirir, içindeki hava boşluğu da şey olduğu için. Alüminyumu pek kullanmazdım; çünkü metaller hani sıcaklığı hemen çekip verdiği için.

Araştırmacı: Peki dedin ki içindeki hava boşluğu dedin.

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: Hangisindeki hava boşluğu daha fazla?

Nisa: Yünlü diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hıhı, peki. Alüminyum folyo seçseydik pamuklu kumaş yerine, neyin olmasını beklerdik?

Nisa: Soğumasını beklerdim. Nasıl, niye soğuyor? Sıcaklığı hani direkt iletiyor. İçindeki hani elektronların hızlı aynı elektriği iletmesi gibi sıcaklığı da hemen iletebiliyor. Bir tahtayı ısıttığımızda hani sorularımızda da vardı ya ucundaki mum düşüyor. Metali ısıttığımızda daha çabuk düşüyor. Metalin hani ısıyı daha çabuk vermesinden dolayı.

Nisa ÜKDM'yi okumadan önce maddeleri sıcak tutmak için ilk olarak termos maddesini düşünmüş evde bu maddeyi temin edemeyeceği için yünlü pamuklu giysileri saracağını söylemiştir. Sunulan üç seçenek arasından ise pamuklu ceketini sarmayı tercih edeceğini ifade etmiştir. Bunu yapmasını pamuğun yapısının yüne göre daha sık dokunduğuna dayandırmıştır. Ayrıca metinleri okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı Nisa'nın "sıcaklığı çekip verdiği için", "ısıнын dışarı ya da içeri girmesi" gibi ifadeleri kullandığı tespit edilmiştir. Buna göre Nisa'nın metinleri okumadan önce

“sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” ve “ısı fiziksel bir olgudur” şeklinde alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. Nisa sıcaklığı yüksek olan maddeleri alüminyum folyoyla sardığımızda alüminyum folyonun ısıyı daha çabuk vermesinden dolayı daha çabuk soğuyacağını belirtmiştir. Aşağıda Nisa’nın ÜKDM’yi okumadan önce sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Dördüncü sorumda şöyle: “ Şimdi yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?”

Nisa: Aslında sıcak tutmak için kullandığımız şeyi soğuk tutmak için de kullanabiliriz. Sonuçta sıcak tutmak için içindeki sıcaklığı barındırmaya çalışıyoruz. Soğukta aynı şekilde. Bir dondurmayı mesela etrafını kapatarak da hani dışarıdaysak eğer buzdolabı felan yoksa rahat belki birkaç saat daha dayanmasını sağlayabiliriz. Hani mesela eski zamanlarda şeyleri kullanıyorlarmış. Depoları daha derin yerlerde kullanıyorlardı. Etrafını yalıtkanla çeviriyorlardı. Güneşten temasını kesiyorlardı. Yani öyle ısı alış verişini engelleyecek şeyler kullanıyorlar.

Araştırmacı: Peki, senden şunu istesem; soğuk bir tenceren var, içerisinde işte ayran yaptın diyelim. Tarlaya gidiyorsunuz ya da bağa bahçeye gidiyorsunuz. Ve soğuk kalmasını istersin genellikle değil mi? Bu tencerenin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı tercih edersin ki soğuk kalsın?

Nisa: Aynı pamuklu derim ben yine.

Araştırmacı: Yine pamuklu dersin. Neden pamuğu seçtin yine?

Nisa: Pamuk dediğim gibi yalıtkan. Dışardan sıcaklığın ona girmesini engelliyor; içerdeki soğukluğun da dışarı çıkmasını engelliyor. İkisi arasında bir engel oluyor.

Araştırmacı: Peki sıcaklık ya da soğukluk fiziksel bir olgu mudur?

Nisa: Yani şey kişiye özel. Sıcaklık yani sıcak dersin mesela bazı insanlar ah işte felan der, bazıları da dondum der. O kişiye göre değişir; ama hani sıcaklık ya da soğukluk aradaki bir fark hani iki nesnenin birbirleriyle karşılaştırılması ancak diyebiliriz.

Araştırmacı: Him.

Nisa: Bu buna göre daha sıcak, daha soğuk.

Araştırmacı: Anladım. Peki, toplamak gerekirse sıcak tutmak istediğin maddeleri ne tür; soğuk tutmak istediğin maddeleri ne tür maddelerle sararsın?

Nisa: İkisini de yalıtkan maddelerle...

Araştırmacı: Yani

Nisa: Temas... Yani.

Araştırmacı: Evde hangi maddeyle?

Nisa: Pamuklu.

Nisa metinleri okumadan önce maddeleri sıcak tutmak için ve soğuk tutmak için aynı maddeleri kullanabileceğimizi belirtmiştir. Bu bakımdan sıcaklığı yüksek ve

sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ısı yalıtkanı bir maddeyi kullanma fikri bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle örtüşmektedir. Maddelerin soğuk ya da sıcak olması için maddelerin içinde sıcaklığın ve soğukluğun barınması gerektiğini ifade etmiştir. Sıcaklık ya da soğukluk kavramlarının kişiden kişiye göre değişeceğine değinmiş bunun yanı sıra yalıtkan maddelerin sıcaklığın içine girmesini, soğukluğun ise dışarı çıkmasını engellediğini vurgulamıştır. Bundan dolayı Fen Bilgisi öğretmeni adayının sıcaklığı ve soğukluğu maddesel bir olgu gibi düşündüğü tespit edilmiştir. Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Nisa: Yünle sararım.

Araştırmacı: Neden?

Nisa: Çünkü iyi bir yalıtkan olduğu için sıcaklığı dışarı vermeyeceği için. Onu sarar sıcak durmasını sağlarım.

Araştırmacı: Sıcaklık tutulabilen bir özellik midir?

Nisa: Sıcaklık, yani sahip olduğu kinetik enerjiyi saklamasını sağlıyoruz. Yani tutulabilen o yönden...

Araştırmacı: Peki niye yünü seçtin? Alüminyum folyo seçsek ne olurdu?

Nisa: Alüminyum yüne göre daha çabuk sıcaklığı iletmediği için sıcaklığını hemen kaybetmesine sebep olurdu. Ama yün yalıtım sağladığı için daha kullanışlı.

Nisa ÜKDM'yi okuduktan sonra ön görüşmesinden farklı olarak bu defa sıcaklığı yüksek olan maddeleri yünlü kumaşla sarmayı tercih edeceğini ifade etmiştir. Yünün iyi bir yalıtkan olduğu için sıcaklığı dışarı vermeyeceğini söylemiştir. Sıcaklığı yüksek olan maddelere alüminyum folyo sardığımızda sıcaklığını hemen kaybedeceğini ifade etmiş bundan dolayı yünün yalıtım için daha kullanışlı olduğunu söylemiştir. Buna göre Nisa'nın sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için metinleri okumadan önce pamuklu giysileri tercih ederken, metinleri okuduktan sonra yünlü kumaşları tercih edeceğini söylediği gözlenmiştir. Metinleri okumadan önce öğretmen adayında bulunan “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” alternatif kavramını ve “sıcaklık ve soğukluk fiziksel bir olgudur” alternatif kavramını ÜKDM'yi okuduktan sonra da devam ettirdiği tespit edilmiştir. Aşağıda Nisa'nın ÜKDM'yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki. “Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?”

Nisa: Yine yün sararım. Sonuçta yalıtkan olan ısıyı dışarı vermeyeceği gibi soğukluğunu da saklar. O yüzden yine yünle sarar soğuk kalmasını sağlarım.

Araştırmacı: Peki diyelim ki elinde yünün yok sadece alüminyum folyon var. Bu zaman, bu sefer nasıl bir yöntem seçersin?

Nisa: İki katlı alüminyum folyo yaparım, birbirine yapıştırmam arada hava boşluğu bırakırım. Böyle hani daha rahat, daha iyi bir yalıtım sağlanmış olur.

Araştırmacı: Peki neden öyle bir arada hava boşluğu yaratmayı seçtin?

Nisa: Kinetik yani sıcaklık... ısı kinetik enerjilerinin titreşimlerinin birbirlerine aktarılması olduğu için eğer arada birbirlerine yapışmazlarsa daha zor birbirlerine iletilirler. Yani hava orda o titreşimi iletmeyi daha az hale getirir.

Nisa ÜKDM’yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddeleri ön görüşmesinden farklı olarak yünle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Bu bakımdan ön görüşmesinde olduğu gibi tek bir ısı yalıtkanı maddeyle sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığını sabit tutabileceği fikrini değiştirmemiştir. Sadece Nisa ön görüşmesinde ısı yalıtkanı olarak pamuklu giysileri tercih ederken, metinleri okuduktan sonra ısı yalıtkanı olarak yünlü kumaşları seçmiştir. Ön görüşmesinde verdiği yanıtı ek olarak yalıtkan maddelerin ısıyı dışarı vermeyeceğini ve soğukluğu da içlerinde saklayacaklarını dile getirmiştir. Bu bakımdan Nisa’nın “ısı ve sıcaklık kavramlarını fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramlarını değiştirmedeği ve metinleri okuduktan sonra bile devam ettirdiği saptanmıştır. Yün yerine alüminyum folyo sarması gerektiğinde iki kat saracağını, çünkü katlar arasında kalan havanın kinetik enerjideki taneciklerin titreşimlerinin birbirine aktarılmasını engelleyeceğini açıklamıştır.

ÜKDM’yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının, yapılan ön görüşmelerde Nisa hariç maddelerin sıcak ya da soğuk kalması için farklı cins maddeleri seçeceklerini söylemelerine rağmen son görüşmelerde tüm öğretmen adaylarının hem sıcak tutmak hem de soğuk tutmak için aynı tür yalıtkanlarla sarmalamayı tercih ettiği gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının sıcaklık ve soğukluk ile ilgili gerek ön görüşmelerde gerekse son görüşmelerde yanlış ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonraki kavramsal anlamaları incelendiğinde “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir”, “sıcaklık ya da soğukluk fiziksel bir olgu gibi düşünülebilir”, “sıcaklık ya da soğukluk duruma göre maddelerin içinde tutulabilir”, “bazı maddeler

sıcaklığı verir, bazı maddeler soğukluğu içine geçirmez” gibi alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır.

4.7.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

ÇM’yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık konusundaki görüşleri her öğretmen adayı için aşağıda sunulmuştur.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz’ın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Yılmaz’ın ÇM’yi okumadan önceki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Yılmaz: Isı kaybının olmaması için ısıyı dışarıya geçirmeyecek bir maddeyle kapattırdım herhalde. Bu da metal gibi bir madde olurdu herhalde.

Araştırmacı: Peki spesifik bir metal söyleyebilir misin? Metallerden şununla sarardım diye.

Yılmaz: Çelikle olabilir.

Araştırmacı: Hım.

Yılmaz: Mesela termoslarda felan...

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Isıyı dışarı geçirmemesi için bir maddeyle kapatmışlardır. O tip tencerelerin içine koyabilirdim mesela.

Araştırmacı: Hım.

Yılmaz: Isı buradaki özel amaç ısıyı dışarıya geçirmemesi.

Araştırmacı: Peki neden başka bir madde seçmedin de çelik seçtin?

Yılmaz: Ya başka madde de olabilir. Yeter ki ısıyı dışarı çıkarmaması.

Araştırmacı: Hım. Peki, çeliğin nasıl bir yapısı var ki sen hani çelik seçmeyi tercih ettin?

Yılmaz: Ya ısıyı orda çarptığında geri gönderebilme özelliği var galiba.

Araştırmacı: Hıhı.

Yılmaz: O yüzden olabilir.

Yılmaz ÇM’yi okumadan önce sıcaklığı yüksek olan maddeleri çelikle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Hatta Yılmaz çelikten başka maddelerle de sarmayı tercih edebileceğini yeter ki sarmakta kullandığı maddelerin ısıyı dışarıya geçirmeme özelliğinin olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca Yılmaz ısının çeliğe çarptığında tekrar geri gönderileceğini söylemiştir. Aslında Yılmaz’la yapılan bu diyalogda bile Fen

Bilgisi öğretmen adayının ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündüğü tespit edilmiştir. Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önce sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hıı. Peki, şimdiki sorumuzda diyor ki yaz aylarında nesnelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz ve bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğimiz nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin? Genelde yazın sıcak maddeler çok fazla tercih edilmez biliyorsun.

Yılmaz: Dolaba koyarım.

Araştırmacı: Peki elektrikler kesildi. Ya da dolabın yok.

Yılmaz: Burada metal olabilir aslında burada da soğuk kalması için.

Araştırmacı: Neden metali seçtin yine?

Yılmaz: Ya bilemiyorum ya.

Araştırmacı: Peki dediğimiz gibi yani buzdolabının olmadığını düşün ya da hiç tarlaya gitmiş miydin? Yozgat'ta yaşadığını söyledin, hani. Tarlanız falan var mıydı?

Yılmaz: Köyde gittim.

Araştırmacı: Hı peki. Orda biliyorsun elektriği yok tarlada. Ama yine de soğuk tutmak için bazı yöntemler kullanıyorlar sularını özellikle ya da hazırladıkları ayranlarını. Siz neler yapıyordunuz mesela belki oradan hani çağrışım yapıp bir yol bulabilirsin.

Yılmaz: Ayranlarını ya da suyu testiye koyuyorlardı sanki ya.

Araştırmacı: Hım. Peki, testinin nasıl bir özelliği vardı? Onu hatırlıyor musun?

Yılmaz: Isıyı içeri almıyor galiba. Öyle olması gerekiyor.

Araştırmacı: Peki o zaman sana biraz daha yardımcı olayım ben. Tarlada elinde bir battaniye var. Bir alüminyum folyon var bir de ne olsun pamuklu bir şeyin olsun kumaşın veya işte ceketin olsun. Soğuk tutmak istiyorsun suyunu ne yaparsın? Hangisiyle sarmalamayı tercih edersin?

Yılmaz: Tabii ki alüminyum folyo olur.

Araştırmacı: “Alüminyum olur.” diyorsun. Neden alüminyum peki neden bir battaniye değil ya da pamuklu ceketin değil?

Yılmaz: Ya pamuk ve ceket sanki ısıyı hapseder sanki ya ısıyı çeker.

Araştırmacı: Isı... Çekilebilen bir özelliği var mı ısının?

Yılmaz: Walla çok...

Araştırmacı: O zaman ısı nesnel bir şey mi tekrar soruyorum. Yani ısıyı neye benzetiyorsun sen öyle de bir cevap verebilirsin.

Yılmaz: Isı bir yerden bir yere gidebilen bir enerjidir.

Araştırmacı: Hıhı. Nasıl bir enerjidir?

Yılmaz: Nesnel olabilir mi acaba? Nesnel... Ya bir bağlantı kuramıyorum ki.

Araştırmacı: Ya ısı bir maddeye benzer mi?

Yılmaz: Bilmiyorum.

Araştırmacı: Peki soğuk tutmak için alüminyumu seçtiğini söyledin orada da işte ısıyı ne yapar dedin alüminyumlar?

Yılmaz: Isıyı içine hapsedmez sanki.

Yılmaz ÇM'yi okumadan önce sıcaklığı düşük olan maddeleri soğuk kalmaları için yine metal nesnelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir; ancak metali seçme nedenini tam olarak açıklayamamıştır. Maddelerin soğuk kalması için sarmayı tercih

ettiği nesnelerin ısıyı içeri almayacağını ifade etmiştir. Yılmaz’a ÇM’yi okumadan önce üç seçenek sunulduğunda maddeleri sarmak için alüminyum folyoyu seçmiştir. Yılmaz’ın bu cevabı vermesinin açıklaması olarak yünlü ya da pamuklu giysilerin ısıyı içlerinde hapsedtiğini ya da içlerine çektiğini, alüminyum folyonun ise ısıyı içine hapsedmeyeceğini söylediği fark edilmiştir. Bu yanıtından dolayı Yılmaz’ın ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündüğü yani ısının maddelerin içinde tutulabilen, bazı maddelerin ısıyı çekebilme özelliğinin olduğu gibi ısıya özellikler atfettiği fark edilmiştir. Aşağıda ÇM’yi okuyan Yılmaz’ın sıcaklığı yüksek maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Yılmaz: Tencerenin etrafını çelik gibi parlak maddelerden kaplamayı, sarmayı tercih ederim; çünkü bunların yüzeyleri parlak olduğu için ısı çarpıp geri dönüyor. Çünkü kapalı ortamda dışarı atmamasını sağlıyor ısını. Dolayısıyla soğumaz yani böyle. Bu nedenden dolayı.

Araştırmacı: Yani neyi seçeriz?

Yılmaz: Metal, metal kaplamalı [ııı] metalle kaplı bir maddeyi tercih edebiliriz yani. Onunla sarmayı. Yüzeyi parlak olması tercih ediliyor yani termos gibi falan termosun içi gibi.

Araştırmacı: [Hım]. Anladım. Peki, evinde öyle yüzeyi parlak bişey yok. Neyi seçerdin?

Yılmaz: Parlak bişey yoksa ipeğe falan sarabilirim herhalde. Bir tane bez parçasına falan yün kumaşı falan sarabilirim yani. Yine soğur ama yavaşlatmış olur yine.

Araştırmacı: Peki elimde ipekli kumaş var, pamuklu kumaş var ve yünlü kumaş var. Hangisini seçersin?

Yılmaz: İpek, pamuk, yün ... Yünlüyü tercih ederdim herhalde.

Araştırmacı: Neden?

Yılmaz: Isı yalıtımını daha iyi sağlar. O yüzden olabilir yani.

Yılmaz ÇM’yi okuduktan sonra sıcaklığı yüksek olan maddeleri ön görüşmesinde olduğu gibi yine çelik benzeri maddelerle sarmayı tercih edeceğini dile getirmiştir. Isının çelik gibi maddeler kullandığında parlak yüzeylere çarpacağını ve tekrar geri döneceğini, bu sayede maddelerin ısılarının dışarı atılamayacağını belirtmiştir. Elinde parlak yüzeyli bir madde olmadığında ise ısı yalıtımını daha iyi sağlayacağını düşündüğü yünle sarmayı tercih edeceğini açıklamıştır. Yünlü kumaşla sarsak bile maddelerin sıcaklıklarının düşeceğini; ancak bu düşüşün yavaş gerçekleşeceğini söylemiştir. Buna göre Yılmaz’ın sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için yaptığı açıklamalarda “ısının dışarı atılması” gibi

ifadeleri kullandığı saptanmıştır. Bu bakımdan Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra bile ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünmeye devam ettiği tespit edilmiştir. Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması konusundaki fikirleri sunulmuştur.

- Araştırmacı: “Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?”
- Yılmaz: Yani bunda da [ııı] sıcak bir maddenin soğuk, sıcak kalmasını istiyorsan [ııı] parlak yüzeyli metalleri tercih ederiz. Burada da aynı mantık işte soğuk kalmasını istiyorsak yine parlak yüzeyli içi parlak maddeden yapılmış bişeyin içine koyabiliriz yani aynı mantık gibi düşünebiliriz yani.
- Araştırmacı: Hıhı. Peki, yine parlak yüzeyin, bişeyin olmadığını varsayalım. Yani yine yünlü kumaşım, ipekli kumaşım ve pamuklu kumaşım var. Hangisini seçersin soğuk tutmak için?
- Yılmaz: İpek, yün, pamuk... Yünlüyü bir kere tercih etmem.
- Araştırmacı: Neden yünlüyü hemen eledin?
- Yılmaz: Isı yalıtımını iyi sağlıyor o sıcak tutabilir yani o. Onu sıcak tutmak için tercih ederim. İpek, pamuk... İpek pek görmedim yani ipek kumaş da ... İpeği tercih ederdim herhalde ya. Isı yalıtımının az olması için yani dışarı ısı vermesi için, içine hapsedmemesi lazım. Bu yüzden olabilir. Bir de testi felan var işte eskiden testilerin içine koyarlarmış mesela suyu soğuk tutmak için testinin içine koyarlarmış. O da olabilir yani.
- Araştırmacı: Hım. Peki, o zaman toparlamak gerekirse soğuk tutmak istediğin nesneleri ne tür maddelerle, sıcak tutmak istediğin nesneleri ne tür maddelerle sararsın?
- Yılmaz: Metal olarak mı? Ben olsam parlak yüzeyli ikisini de parlak yüzeyli bir maddelerin içine koyardım. İkisi de soğuğu veya sıcaklığı dışarı vermez.
- Araştırmacı: Ama ikisinde de yine parlak yüzeyin olmadığını düşünüyoruz biz.
- Yılmaz: Sıcak, yün sıcak maddeyi korumak için [ııı] yünlü şeyleri tercih ederim. Soğuk maddeleri de [ııı] yünü tercih etmediğime göre pamuk ya da ipek olur herhalde.
- Araştırmacı: Hım. Peki, sence ne bunların arasındaki fark? Bu maddelerin arasındaki fark neden ...?
- Yılmaz: [ııı] Isı yalıtımından dolayı. Isıyı daha içine daha fazla hapsediyor. O yüzden sıcaklığı soğuk kalmasını sağlıyorlar. Daha fazla sıcak kalması için.
- Araştırmacı: Peki sıcaklık ya da soğukluk muhafaza edilir mi? Saklanabilir mi sıcaklık ya da soğukluk?
- Yılmaz: Sıcaklık ya da soğukluk saklanabilir mi? Saklanır. Saklanabilir.
- Yapılan son görüşmede Yılmaz ön görüşmede verdiği cevaplara benzer cevaplar

vermiştir. Hatta sıcaklığı yüksek olan maddeleri yine çelik benzeri maddelerle sarmayı tercih edeceğini dile getirmiştir. Parlak yüzeyli maddesinin olmadığı durumlarda ise yünlü kumaş içeren nesneleri hemen eleyeceğini söylemiş bunun sebebinin yünlü kumaşların ısı yalıtımını iyi sağladığına değinmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayının ön görüşmesinde olduğu gibi “ısıyı hapsedmesi lazım” ifadelerini kullandığı tespit

edilmiştir. Ayrıca sıcaklık ya da soğukluğun saklanabileceğini söylemiştir. Bundan dolayı Yılmaz'ın sıcaklık ve soğukluk kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul edilen anlamları dışında kullandığı tespit edilmiştir. Yani Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra bile "ısı fiziksel bir olgudur" ya da "sıcaklık ve soğukluk duruma göre maddelerin içinde tutulabilir ya da dışarı verilebilir" şeklinde alternatif kavramlarını devam ettirdiği saptanmıştır.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Satı: Yani mesela dışarıyla, dışarıyla etkileşmesine engelleyecek bişey sarmamız gerekiyo yani.

Araştırmacı: Mesela...

Satı: Mesela işte bi örtü gibi bi yani o şekilde bişeyle sarabiliriz. İçerideki sıcaklık dışarıyla çıkmasın diye ya da mesela gazete kâğıdıyla bile sarabiliriz.

Araştırmacı: Örtü dedin nasıl bi örtü seçersin?

Satı: Kalın.

Araştırmacı: Kalın, peki cinsi önemli mi örtünün?

Satı: Yani hangi cinsle sarmamız gerektiğini bilmiyorum.

Araştırmacı: Peki ben sana şöyle alternatif sunsam yünlü battaniye, pamuklu ceket bide alüminyum folyo desem sıcak tutmak için hangisini seçersin?

Satı: Yünlü.

Araştırmacı: Neden?

Satı: Daha iyi keser diye düşündüm. Yani alüminyum...

Araştırmacı: Neyi kesecek?

Satı: Daha çok bozulmasına korunmasına şey yapıyo yani dışarıyla içerideki sıcaklık arasındaki bağlantıyı.

Araştırmacı: Hım... Peki.

Satı ÇM'yi okumadan önce sıcaklığı yüksek olan maddeleri içerilerindeki sıcaklık dışarı çıkmasın diye örtü benzeri bişeyle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Üç seçenek sunulduğunda ise yünlü battaniyeyi kullanacağını dile getirmiştir. Yünlü battaniyenin içeri ve dışarı ile bağlantıyı daha iyi keseceğini belirtmiştir. Satı'nın ön görüşmelerde kullandığı ifadelerden sıcaklık kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören anlamından farklı kullandığı tespit edilmiştir. Buna göre Satı'nın metinleri

okumadan önce “sıcaklık bir enerji çeşididir ve transfer edilebilir” şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda metinleri okumadan önce Satı’nın sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması hakkındaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Şimdi yaz aylarındasın ve genellikle nesnelerimizin soğuk olmasını isteriz biz. Dolayısıyla bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin maddelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

Satı: Mesela soğuk bi yere koymak ya da soğuk suya tutmak...

Araştırmacı: Diyelim ki sular kesik. Soğuk bi yerinde yok yani buzdolabı gibi bi şansın yok. Bi maddeyle sarmalaman gerekiyo hangi maddeyi seçersin?

Satı: [aaa] Yani bi şekilde dışarıdaki sıcak havadan onu korumam gerekiyo başka bi seçeneğim yok. Bi soğuk yani soğuk bi yere koy...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Yani bu yüzden gene ısı iletimini engelleyecek bişey olması lazım

Araştırmacı: Hıhı... O halde tekrar üç seçeneğimi yönlendiriyorum.

Araştırmacı: Yünlü battaniye, pamuklu ceket, alüminyum folyo.

Satı: Alüminyum folyo.

Araştırmacı: Neden alüminyum folyo?

Satı: Yani sıcak bi yerde de sıcak tutar.

Araştırmacı: Diyosun. Yani yünlü nesneler hep sıcak tutmak için, alüminyum folyo gibi nesnelerde hep soğuk tutmak için midir?

Satı: Hayır aslında bi şekilde öyle bi madde seçmeliyim ki iki işede yaramalı. Çünkü amacım dışarıdaki sıcaklığın içeriye girmemesi engellemek bi şekilde iletim yani.

Araştırmacı: O halde toparlamak gerekirse sıcak nesneleri sıcak tutmak için, soğuk nesneleri soğuk tutmak için nasıl bir madde seçersin?

Satı: Yani bi şekilde öyle bi madde seçmeliyim ki maddenin kendi içinde boşlukları olması gerekiyo iletimi sağlamaması için.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ben alüminyum folyo diyorum.

Araştırmacı: Her ikisinde de mi? Hem sıcak hem soğuk için.

Satı: Yani mantıken öyle olması gerekiyo aslında düşününce hani belki işte daha sıcak tutan yünlü battaniye gibi geliyo hala. Yani amacımızı düşünürsek ikisini de sağlayan bişey olması lazım.

Satı’nın ÇM’yi okumadan önce soğuk olan nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için alüminyum folyoyu tercih ettiği gözlenmiştir. Ayrıca Satı sıcaklığı yüksek olan nesnelerin sıcaklığının sabit kalması için sarmayı düşündüğü yünlü battaniyeden vazgeçmiş ve sıcaklığı yüksek olan maddeleri de alüminyum folyoyla sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Bunu söylerken aslında biraz tereddüt yaşamış hatta yünlü battaniyenin maddeleri daha sıcak tutacağını dile getirmiştir. Ayrıca Satı’nın da diğer öğretmen adayları gibi açıklamalarında “sıcaklığın içeri girmesini engellemek için” gibi ifadeler kullandığı tespit edilmiştir. Buna göre Satı’nın metinleri okumadan önce “sıcaklığı fiziksel bir olgu gibi düşünme” şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda ÇM’yi okuduktan sonra Satı’nın sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Satı: [Hım]... Hava... Sıcaklığı dışarıya vermeme yani içerdeki sıcak yemeği dışarıya dışarıyla temasını kesmesi gerekiyo. Yalıtkan bi madde olması lazım yani. Aslında yemek sıcak ya da soğuk hani hiç fark etmez biz onu istediğimiz hani o sıcaksa sıcak şeklinde, soğuksa soğuk şeklinde kalmasını istiyoruz ve [ııı] yünlü kumaşlar sanırım bu konuda...

Araştırmacı: Hı...

Satı: En etkili olanlar.

Araştırmacı: Neden yün dedin?

Satı: Çünkü işte yalıtımı iyi sağladığı için.

Araştırmacı: Hım... Alüminyum folyoyla sarsaydık tencerenin etraf... Etrafını ne olmasını beklerdin?

Satı: Ya kokudan falan koruyabilir o zaman ama yani alüminyum [ııı] tamamen bu şekilde yani iki hava yalıtımını daha iyi kesmiyo ben öyle...

Araştırmacı: [Hım...] Peki.

Satı: Bir yani özısı... Özısı daha düşük demek ki ya birden hani o ortama yani alüminyum daha çabuk motive oluyo.

Araştırmacı: Hıhı... Peki diyelim ki elinde yünlü ya da başka bi kumaş yok da sadece alüminyum folyon var ve yemeğinin sıcak kalmasını istiyosun. Bu sefer nasıl bi yöntem seçersin? Sadece alüminyum folyon var.

Satı: [ııı] Yani bi şekilde alüminyum folyoyla sararım ama...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ne kadar etkili olur bilmiyorum.

Araştırmacı: Yani mesela tek kat mı sarmayı tercih edersin?

Satı: Yani [ııı] hep tek kat sarılır alüminyum folyo ama düşününce çok kat sarınca sanki daha... Etkili olurmuş gibi geldi ama.

Araştırmacı: Niye böyle düşündün yani çok kat sarınca...

Satı: Daha yani bi şekilde o sıcaklığın dışarıya çıkması için harcaması gereken yol gittikçe bi misli arttıkça daha büyüyecek. Yani kat artacak.

Araştırmacı: Hım...

Satı: Öyle çok mantıklı mı bilmiyorum. Çünkü genelde tek kat sarılır alüminyum.

Satı ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklığı yüksek olan nesnelerin etrafını yünlü kumaş benzeri maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Yünün ısı yalıtımını daha iyi sağlayacağını belirtmiştir. Yün yerine alüminyum folyo kullanması gerektiğinde ise tereddüt yaşamış ve alüminyum folyonun birden fazla kat sarılsa bile ısı yalıtımını sağlayıp sağlayamayacağı konusunda düşünmüştür. Alüminyumun birden fazla kat sarıldığında sıcaklığın dışarı çıkması için kat edeceği yolun artacağını ifade etmiştir. Buna göre "sıcaklığı fiziksel bir olgu gibi düşünme" şeklinde alternatif kavramına sahip olduğu söylenebilir. Aşağıda ÇM'yi okuduktan sonra Satı'nın sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması konusundaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki. Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bi yol izlersin?

Satı: Aynı şekilde yine yalıtkan bi madde olması gerekiyo.

Araştırmacı: Hıhı... Yani mesela bu sefer ne seçerdin?

Satı: Gene yünlü kumaş seçerim.

Araştırmacı: Neden yünlü seçerdin? Yün sıcak tutmak için daha iyi değil midir?

Satı: Ya sıcak ya da soğuk bu bence bi kavram yanılgısı. Önemli olan kesinlikle ısı yalıtımı. Isı yalıtımı olduğu içinde sıcak ya da soğuk bizim yani dışarıdaki havayla teması her şekilde geçmek kesmek istiyoruz. Soğuk soğuk tutmak için dışarıdaki sıcak havayla, sıcak tutmak için dışardaki soğuk havayla her şekilde bizim tek bi maddemiz yalıtkan bi maddemiz iki işlevi de görmeli.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: O yüzden aynı şekilde yine yünlü kumaş.

Araştırmacı: Sence yünlü kumaş ve alüminyum folyonun arasındaki fark ne olabilir?

Satı: Alüminyum folyoyla yünün? [111] alüminyum folyo dediğim gibi o zaman yalıtkan bi madde olmadığı için bizim sıcaklığımızı dışarıya verir yani [111] bi şekilde sıcak havaya sıcak havaya daha çok alır demek ki özısı çok büyük değil alüminyum folyonun.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ve alınan sıcaklık bi şekilde alüminyonun alüminyumdan sonra dışarıya verilir.

Satı ısı ve sıcaklıkla ilgili hazırlanan ÇM'yi okuduktan sonra maddelerin gerek sıcak kalması gerekse soğuk kalması için aynı tür maddelerle sarılması gerektiğini söylemiştir. Burada önemli olanın ısı yalıtımı olduğunu vurgulamıştır. Maddeleri sıcak tutmak ya da soğuk tutmak için ön görüşmesinden farklı olarak farklı maddeler seçmiştir. Buna göre öğretmen adayı Satı'nın metinleri okumadan önce "sıcaklığı yüksek olan maddelerle sıcaklığı düşük olan maddeleri farklı tür maddelerle sarmak gerekir" fikrini bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüşecek şekilde değiştirdiği söylenebilir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonra bile bazı terimleri yanlış ifadeler içinde kullandığı tespit edilmiştir. Örneğin Satı alüminyum folyonun sıcaklığı dışarı vereceğini düşünmektedir. Buna göre Satı'nın "sıcaklığı fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramının varlığını devam ettirdiği söylenebilir.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Fikriye: Tahta dermişim.

Araştırmacı: Tahta mı?

Fikriye: O da olmaz. [111] Pamuklu ya da yünlü olarak düşünürsek, yün daha çok sıcak olur.

Araştırmacı: Neden?

Fikriye: Kışın çünkü yünlü kazaklar giyiyoruz. Ordan geliyor da aklıma.

Araştırmacı: Peki yünün yapısı pamuğa göre nasıldır ki yün daha sıcak tutar?

Fikriye: Demek ki o ısı... Mesela bizim tenimizin bi kendi ısımız var ya mesela 36,5°C işte o ısı demek ki şu şey yaptığımız zaman ordan dışarı daha az veriyor. Ondan dolayı da kendi ısımızı içimizde tutuyoruz.

Araştırmacı: Peki tenimizin ısısı 36,5°C dedin bu ifade doğru muydu?

Fikriye: Tenimizin değil vücudumuzun mu?

Araştırmacı: Hım, öyle demeyi mi seçiyorsun? Peki [111] bu yemeği sıcak tutmak için yünlü şeyler seçeceğini söylemiştin. Bu yünün yapısından kaynaklandığını söyledin yanılmıyorsam değil mi?

Fikriye: Hıhı. Evet.

Araştırmacı: Peki alüminyum folyoyla sarsaydık bu tencereyi ne olurdu?

Fikriye: Alüminyum folyoyla?

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Alüminyumun özelliğini... Yani nasıl aklımda öyle bişey yok. Hani hiç anca şeyli olarak kullandık biz. Yaptın kekini yaptın üzerini kapattın. Böyle hani sıcak için hiç kullanmadık yani sıcaklığı onu eritir herhalde ya o...

Araştırmacı: Alüminyum erir mi?

Fikriye: Şey yapmaz mı, erimez mi? Çok sıcaklığın üzerine kapattığımız zaman?

Araştırmacı: Erimez.

Fikriye: Hiç denemedim bir deneyim bakıyım.

Araştırmacı: Ama alüminyum folyo fırınlara felan da atarlar böyle hani.

Fikriye: Doğru bişey olmuyor. Ordan aklıma geldi. Yemek yapmadığım için hocam.

Fikriye ÇM'yi okumadan önce sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için tahtayla sarmayı düşünmüş sonra kendi kendine bu fikrinden vazgeçmiş ve yünün bu iş için daha iyi olduğunu ifade etmiştir. Hatta yünü tercih etme sebebi olarak kışın genellikle yünlü kıyafetler giydiğini söylemiştir. Yün yerine alüminyum folyo kullanması gerektiği sorulduğunda Fikriye günlük hayatta alüminyum folyoyu bu iş için kullanmadığı için nelerin olması gerektiğini açıklayamamıştır. Sıcaklığı yüksek maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için yaptığı açıklamalarda “ısımızı içimizde tutmak”, “ısı daha az gider” şeklinde ifadeler kullandığı gözlenmiştir. Buna göre Fikriye'nin “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Ayrıca Fikriye metinleri okumadan önce “tenimizin ısısı 36,5°C” demiştir.

Bundan dolayı Fikriye'nin "ısı ve sıcaklık kavramlarını birbiri yerine kullanma" alternatif kavramına sahip olduğu da bulunmuştur. Aşağıda Fikriye'nin metinleri okumadan önce sıcaklığı düşük maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması konusundaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Yaz aylarında genellikle nesnelerin soğuk olmasını tercih ederiz.

Ve sen nesneleri soğuk tutmak için nasıl bir yol izlersin?

Fikriye: Nesneleri soğuk tutmak?

Araştırmacı: Hıhı. Soğuk tutmak istiyorsun. Mesela tenceren soğuk kalsın istiyorsun, ne yaparsın? Ya da çok güzel bir hoşaf yaptın ya da ayran yaptın, tarlaya gideceksiniz mesela buzdolabın yok dolayısıyla...

Fikriye: Buzdolabım yok...

Araştırmacı: Tarlaya gidiyorsun ne yaparsın soğuk tutmak için?

Fikriye: Gidiyoruz, o zaman yine bir kumaş bişey bence.

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Yün örtmeyeceğiz ama?

Araştırmacı: Neden?

Fikriye: Sıcak olmasın diye.

Araştırmacı: Hıhı. Peki başka.

Fikriye: Ama onun yerine mesela kışın biz penye giyeriz. Belki penyeden bişey örtebiliriz. Öyle...

Araştırmacı: Kışın penye giyersek?

Fikriye: Ay yazın. Söylediğimi de unuttum, yazın.

Araştırmacı: Peki yani [111] o halde toparlamak gerekirse sıcak tutmak istediğin nesneleri ne tür maddelerle, soğuk tutmak istediğin maddeleri ne tür maddelerle sarmalamayı tercih edersin?

Fikriye: Sıcak tutmak istediğim nesneleri [111] ısıyı vermemesi içinde tutmasının [111] öbürkü neydi?

Araştırmacı: Soğuk tutmak.

Fikriye: Soğuk tutmak istediğimi ise işte [111] ısıyı versin içinde bulundurmasını ki kendi soğuk...

Araştırmacı: Yani ne tür maddeler bunlar?

Fikriye: Yani yün olarak mı söyleyim ney?

Araştırmacı: Hıhı, ne tür maddeler?

Fikriye: Sıcak tutmak için yün, öbürküde daha çok penye türü.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı Fikriye'nin sıcaklığı düşük

olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için penye türü maddeler seçeceğini söylediği tespit edilmiştir. Fikriye yünlü maddelerin, maddeleri sıcak tutmak için kullanılacağını düşündüğü bulunmuştur. Dolayısıyla ısı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okumadan önce Fikriye'nin maddelerin sıcaklıklarını stabilize etmek için farklı tür maddeler kullandığı tespit edilmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmeni adayının bu maddeleri seçme nedenlerini açıklarken "ısımızı dışarı daha az veriyor" ya da "ısıyı vermemesi" gibi ifadeler kullandığı gözlenmiştir. Buna göre metinleri okumadan önce Fikriye'nin "ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Aşağıda ÇM'yi okuduktan sonra Fikriye'nin sıcaklığı yüksek olan

maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması konusundaki kavramsal anlamasına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Fikriye: Ya ben yün dedim. Orda da aynı soru vardı. Yalıtımı iyi olduğu için ısı yalıtımı.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, alüminyum folyo seçseydik ne olurdu? Yün yerine alüminyum folyo seçseydik...

Fikriye: Yün yerine alüminyum folyo seçseydik, acaba o ısıyı veriyor mu ki? Isı iletimi onun yüksek olduğu için herhalde. Yani ısıyı içinde bulundurmuyor veriyor. Onun için soğuyor içi.

Araştırmacı: Peki sence yün ve alüminyum folyo arasında nasıl bir fark var o zaman?

Fikriye: O zaman [ııı] özısıları farklı ya da ısının [ııı] ısıyı bünyesinde tutma ya göre ya biri dirençli biri dirençsiz.

Fikriye ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için yünlü maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Bunun sebebi olarak ön görüşmesinden farklı olarak ısı yalıtımının daha iyi olduğunu belirtmiştir. Yün yerine alüminyum folyo sarması gerektiğinde, alüminyum folyonun ısı iletimin yüksek olduğunu söylemiş ve ısıyı içinde bulundurmayacağını ifade etmiştir. Alüminyum folyo ve yünün özısıları farklı olduğu için bu maddelerin ısıyı bünyesinde tutmaya karşı farklı direnç göstereceklerini vurgulamıştır. Buna göre Fikriye'nin özısıya dayanarak maddelerin ısı iletim hızları ile ilişki kurması bilimsel olarak doğru kabul gören şeklindedir. Ancak Fikriye, metinleri okuduktan sonra da “ısıyı bünyesinde tutma”, “ısıyı içinde bulundurma” gibi ifadeler kullandığı için metinleri okumadan önceki “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramını devam ettirdiği saptanmıştır. Aşağıda ÇM'yi okuduktan sonra Fikriye'nin sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması konusundaki kavramsal anlamasına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin maddelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol seçersin? Ya da nasıl bir yöntem kullanırsın?

Fikriye: O zaman buna da alüminyum folyo kapatabilirim.

Araştırmacı: Him. Neden?

Fikriye: Aynı mantıkla ısı iletimi iyi olduğu için ısıyı vermesi için.

Araştırmacı: Him, peki bu sefer alüminyum folyo seçtin ve sebep olarak bana ısıyı iyi ilettiği için dedin. Bu sefer yünü kullansaydık ne olurdu peki?

Fikriye: Sıcak kalırdı.

Araştırmacı: Peki o zaman nesneleri sıcak tutmak için ya da soğuk tutmak için toplamak gerekirse nasıl maddeler kullanmayı tercih edersin?

Fikriye: [111] sıcak tutmak için ısı yalıtımı iyi olan maddeler, soğuk tutmak içinse ısı iletimi iyi olan.

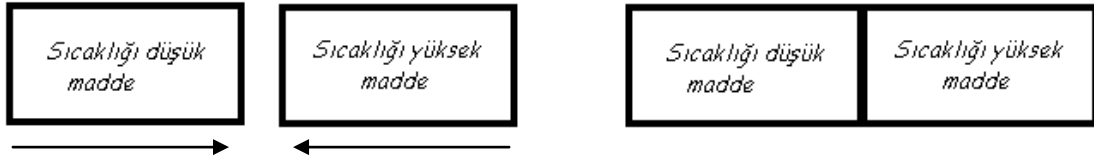
Fikriye ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için bu defa alüminyum folyo sarmayı tercih edeceğini belirtmiştir. Bunun sebebi olarak alüminyum folyonun ısı iletiminin iyi olduğunu söylemiş bundan dolayı ısıyı vereceğini düşündüğünü ifade etmiştir. Ayrıca Fikriye'nin sıcaklığı yüksek olan maddeleri ısı yalıtımı iyi olan maddelerle, sıcaklığı düşük olan maddeleri ise ısı iletimi iyi olan maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylediği gözlenmiştir. Buna göre Fikriye'nin sıcaklığı yüksek olan ve sıcaklığı düşük olan maddelerin ısı yalıtımı için farklı maddeler tercih ettiği saptanmıştır.

ÇM'yi okuyan grupta yer alan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin ön görüşmelerinde, sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ısıyı dışarı geçirmeme özelliği olan maddeleri seçeceklerini söyledikleri gözlenmiştir. Ayrıca ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısıl iletkenlik ve da ısı yalıtkanlık konularında bilgilerinin eksik olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra, “sıcaklık ve soğukluk kavramlarının alınıp verilen bir olgu olduğunu düşünme”, “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” şeklinde düşüncelerinin olduğu saptanmıştır. Bu gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hem ön görüşmelerinde hem de son görüşmelerinde sıcaklığı yüksek ya da sıcaklığı düşük olan maddeleri farklı tür maddelerle sarmayı tercih etmelerinin nedeninin ısı ve sıcaklık kavramlarını maddesel bir olgu gibi düşünmelerinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür.

4.7.5. Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamalarına Ait Bulgular

Metinleri okumadan önce ve metinleri okuduktan sonra toplam iki defa olmak üzere görüşme yapılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı alış verişiye yönelik görüşlerini tespit etmek amacıyla aşağıdaki sorular yönlendirilmiştir.

Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?



- ☒ Nasıl bir olay gerçekleşiyor?
- ☒ Peki, sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi, sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesine göre fazla olsaydı nelerin olmasını beklerdin? Neden?
- ☒ O halde bütün sıcaklığı yüksek olan sistemler ile sıcaklığı düşük olan sistemler arasında böyle bir açıklama kullanılabilir mi?
- ☒ Kalorifer peteğinin odayı ısıtmasını biraz önceki söylediklerinle açıklayabilir misin?

4.7.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Bulgular

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış verişi konusundaki görüşleri her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

1. Öğretmen Adayı Ebru'nun Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Ebru: Sıcaklıklarının dengelenmesini beklerim. Isı alış verişi de gerçekleşecek. O yüzden ısıları da dengelenir.

Araştırmacı: Nasıl dengelenecek? Nasıl gerçekleşecek bu olay?

Ebru: Şimdi sıcaklıkları değişeceği için ikisinin de eşit olacağı bir ısıya kadar dengelenir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki, arada ısıları eşitlenecek dedin değil mi?

Ebru: Hıhı

Araştırmacı: Isıları nasıl eşitlenecek?

Ebru: Şey sıcaklık aktarılacak.

Araştırmacı: Kim kime sıcaklık aktaracak?

Ebru: Sıcaklığı yüksek olandan sıcaklığı düşük olana aktarılacak.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce ısı alış verişi olayında maddelerin sıcaklıklarının dengelenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu durumun gerçekleşmesinde sıcaklığın aktarılacağını söylemiştir. Bu ifadesinden yola çıkılarak Ebru'nun sıcaklık kavramını bir enerji gibi düşündüğü ve ısıнын yerine kullandığı düşünülebilir. ÜKDM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı sıcaklıkları eşit bir değere ulaştığında maddelerin ısılarının da eşitleneceğini söylediği fark edilmiştir. Bundan dolayı Ebru'nun ısı alış verişi olayındaki bilgilerinin bilimsel olarak doğru kabul edileninden farklı olduğu bulunmuştur. Buna göre Ebru'nun "ısı alış verişi olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" şeklinde alternatif kavramının olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda ÜKDM'yi okumadan önce Ebru'nun madde miktarı farklı cisimler arasındaki ısı alış verişi olayına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, şey bu maddelerin kütleleri farklı olsaydı o zaman nasıl bir yorum yapardın?

Ebru: Kütleleri farklı olsaydı...

Araştırmacı: Hıhı. Birinin kütlesi diğerine göre daha fazla olsun mesela.

Ebru: Yine aynı yorumu yapardım.

Araştırmacı: Yani son sıcaklıkları aynı mı olur? Bunun 10°C olsun bunun 50°C olsun ama kütlesi birinin daha fazla.

Ebru: Hıhı. Yine aynı olur. Eşit olana kadar devam ettiği için eşit olur diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Son durumda bu kütleleri eşitken bir de farklı olduğunda ulaştıkları son sıcaklık aynı mıdır?

Ebru: Ulaştıkları son sıcaklık ikisinin de aynıdır.

Araştırmacı: Ayrı ayrı düşün. Yani şu iki maddeyi bir olarak düşün son sıcaklığı bir. Bir de bunların kütlelerinin farklı olduğunda son sıcaklıkları vardı ya ... İki tane son sıcaklığımız var yani bunları karşılaştırırsan ne dersin?

Ebru: Aynı olmayabilir; ama aynıdır diye düşünüyorum.

Ebru ÜKDM'yi okumadan önce ilk durumdaki maddelerin sıcaklıkları değiştirilmeden sadece kütlesi değiştirildiğinde aralarındaki ısı alış verişi sonrası yine sıcaklıklarının eşitleneceğini söylemiştir. Ayrıca maddelerin kütlelerinin eşit olduğundaki denge sıcaklığı ile maddelerin kütlelerinin farklı olduğu durumdaki denge sıcaklıklarını karşılaştırması istendiğinde Fen Bilgisi öğretmeni adayının ikisinin de aynı olmayabileceğini ancak kendisinin bu son sıcaklıkları aynı olarak düşündüğünü ifade etmiştir. Dolayısıyla Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış verişi konusundaki bilgilerinden emin olmadığı söylenebilir. Aşağıda ÜKDM'yi okuduktan sonra Ebru'nun kütleleri aynı maddeler arasındaki ısı alış verişi hakkındaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri

aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Ebru: Bunları dokundurduğumuzda soğuk olanın ısındığını fark ederiz. Yani burada sıcaklık farkı olduğu için bir ısıdan da bahsedebiliriz. [111] son anda kütleleri de eşit [111] maddelerde aynı sıcaklıkları eşit olacak yani. Yani maddelerde aynı sıcaklık da eşit olduğu için [111] ısıları da aynı olur. Son ısıları.

Araştırmacı: Hıhı.

Ebru: Isıları eşit olur. Sıcaklık değişimleri eşit. Bir de o var şimdi o geldi aklıma. Sıcaklık değişimleri eşit olması lazım aslında ama... Sıcaklık değişimleri eşit, c'leri eşit, m'ler eşit. O yüzden Q'larda eşit olur ama.

Araştırmacı: Peki orada Q derken hani cismin sahip olduğu ısıdan mı bahsediyorsun yoksa iletilen ya da soğurulan ısıdan mı bahsediyorsun?

Ebru: İletilen ya da soğurulan.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Ebru'nun ön görüşmesinden farklı olarak sıcaklık farkı olduğu için ısıdan da bahsedebileceğini söylediği fark edilmiştir. Ama Fen Bilgisi öğretmeni adayının "son ısıları eşit olur" ya da "ısıları da aynı olur" ifadelerinden ısıyı hala bilimsel anlamda doğru kabul göreninden farklı algıladığı düşünülmüştür. Aslında Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonra ısı ve sıcaklık kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul gören şekilde yorumladığı tespit edilmişti; ancak Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış verişi olayını tasvir ederken yine daha önce sahip olduğu alternatif kavramlarını kullandığı görülmektedir. Aşağıda Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonra kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki bu soruyu biraz daha değiştirirsek. Yani üç farklı formata sokalım. Bu sefer üç sistemimiz olsun. Birincisinde cisimlerin kütleleri eşitti bunu yorumladık biraz önce. İkincisinde sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olsun, üçüncüsünde de sıcaklığı düşük olan maddenin tanecikleri pardon kütlesi daha büyük olsun.

Ebru: İkincisinde sıcaklığı büyük olanın kütlesi büyük olacak [111] o zaman büyük olanın biraz daha ısısı fazla olur. Şimdi aynı miktarda olunca [111] mesela kütlesi aynı, aynı şeyden yapılmış maddeleri ısıttığımızda aynı sürede küçük olanın daha çok ısındığını fark ediyorduk. Ama şimdi bu transfer şey, ısı alış verişinde gözümün önüne şimdi... Isısı daha büyük bundan ısı geçişi olacak. Sıcaklık küçüğün mü büyük olur, büyüğün mü? Ama bu transfer sıcaklık geçişlerini ne kadar yapıyordu? O yüzden son sıcaklıkları eşit olur diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Peki ilk durumdaki son sıcaklık vardı ya kütleleri eşit olduğu durumdaki.

Ebru: Evet.

Araştırmacı: O son sıcaklıkla şu ikinci durumun son sıcaklığı birbirine eşit midir?

Ebru: I-ıh

Araştırmacı: Değildir. Peki, hangisinin daha büyük ya da daha küçüktür?

Ebru: Son sıcaklığı ... Sanki ikinci durum... İkinci durum daha büyük gibi geliyor.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, cismin, soğuk cismin kütlesi daha büyük olsaydı bu sefer ne diyecektik?

Ebru: Soğuk cismin kütlesi daha büyük olduğu zaman [ıııı] yine birbirine eşit olacaktı sıcaklıkları ama birinci durumdakinden daha küçük bir sıcaklıkta.

Fen Bilgisi öğretmen adayı Ebru, ısı alış verişi olayını tasvir ederken, sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesinin büyük olduğunu ve bundan dolayı ısısının fazla olacağını söylemiştir. ÜKDM’yi okuyan Fen Bilgisi öğretmeni adayının sıcaklığı fazla olan maddelerin ısısının da fazla olduğunu düşündüğü tespit edilmiştir. Metinleri okumadan önce “sıcaklığı fazla olan maddelerin ısıları da fazladır” şeklinde alternatif kavramının olmadığı tespit edilen Ebru’nun metinleri okuduktan sonra bu alternatif kavramı oluşturduğu düşünülmektedir. Ebru ısı alış verişi olayı sonucunda maddelerin sıcaklıklarının eşit olacağını belirtmiştir. Maddelerin kütlelerinin eşit olduğu durumdaki son sıcaklık değerinin ikinci durumdakinden (sıcaklığı fazla olan cismin kütlesinin büyük olduğu durum) daha düşük olduğunu ifade etmiştir. Buna göre madde miktarı ve ısı denge sıcaklığı arasındaki ilişkiyi metinleri okuduktan sonra bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle kurduğu saptanmıştır.

2. Öğretmen Adayı Gamze’nin Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Gamze’nin ÜKDM’yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Gamze: [Hım]... Sonuçta aynı maddeden yapıldığı için hani fiziğin $Q = m.c.\Delta t$ kuralına bakarsak hani birbirleri arasında sıcaklık alış verişi olur ve ikisi birbirlerine (hani sıcak olan soğuk olana sıcaklığını aktarır ve de ikisi sonuçta aynı sıcaklıkta olur.

Araştırmacı: Peki nasıl aktaracak sıcaklığını?

Gamze: Moleküller hani zaten sıcaklık aktarımı moleküller titreşiyor, yanındakiler titreşiyor. Daha fazla titreşen molekül daha fazla enerji yaydığı için daha fazla ısınıyor. Hani bu titreşimler birisi çok titreşirken birisi az titreşirken olmaz. Hani sonuçta biri biz kendimizi yavaş sallanırken biri bizi gelse arkadan itse hani daha fazla sallanırız. Hani bunlarda sonradan dengelenir.

Araştırmacı: Anladım. Peki, ısıları hakkında bir şey diyebilir misin?

Gamze: Isıları aynıdır.

Araştırmacı: Isıları aynıdır diyorsun. Peki [ııı]...

Gamze: Yani en son durumda aynıdır.

Araştırmacı: En son durumda aynıdır. İlk durumda aynı değil midir?

Gamze: İlk durumda aynı değildir çünkü sıcaklıkları farklı.

Araştırmacı: Hıhı. Sıcaklıkları farklıysa sıcaklığı büyük olanın ısısı hakkında ne diyebilirsin?

Gamze: Daha büyüktür.

Araştırmacı: Daha büyüktür, peki.

Gamze'nin metinleri okumadan önceki ısı alış verişindeki görüşleri incelendiğinde ilk olarak Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış verişinde cisimler arasında aktarılanın sıcaklık olduğunu söylediği fark edilmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış veriş olayını maddenin tanecikli yapısına dayandırarak anlatmaya çalıştığı gözlenmiş ama gerçekleşen olayları anlatırken son ısılarının aynı olması ya da maddeler arasında sıcaklık aktarıldığını söylemesi gibi ifadeler kullanarak bilimsel anlamda doğru kabul edilen fikirlerden farklı fikirlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna göre Gamze'nin metinleri okumadan önce "sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir" ve "ısı alış veriş olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" şeklinde alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır. Ayrıca öğretmen adayı sıcaklığı fazla olan maddelerin ısılarının da fazla olacağını düşünmektedir. Buna göre "sıcaklıkla maddelerin ısıları doğru orantılı olarak artar" alternatif kavramının da Gamze'nin metinleri okumadan önce sahip olduğu söylenebilir. Aşağıda Gamze'nin metinleri okumadan önceki, kütleleri farklı maddelerin ısı alış veriş konusundaki kavramsal anlamasına yer verilmiştir.

Araştırmacı: Bunların ikisinin kütlesi aynıydı. Şimdi senden şunu düşünmeni istiyorum: Bir tanesinin kütlesi daha büyük olsun ama bunu sen seç. İstersen sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha büyük de istersen sıcaklığı büyük olan maddenin kütlesi daha büyük de. Sonuçta ne olmasını beklersin?

Gamze: Yani fark etmez aslında. Hani sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olursa [111] yani onun sıcaklığı tabii ki de yine azalır. Ama diğer olandan daha az azalır. Çünkü hani her madde kendi kütlesine kadarını alabilir. Yani hani sıcak.... Isılarını eşitlesek... Isılar eşitlesek hani kütlesi düşük olan madde daha şey olur.

Araştırmacı: Hıhı. Bu üç durumu kıyaslasan bana. Bir kütleleri eşit, bir sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha büyük, bir de sıcaklığı büyük olan maddenin kütlesi daha büyük. Bu üç durumdaki son sıcaklıklar hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Gamze: Bir şey yapamam.

Araştırmacı: Boş kâğıdı kullan istersen.

Gamze: Ya şimdi hani oranla [111] kütlesi büyük olan eğer sıcaklığı da büyükse diğer tarafa [111] yani kütlesi küçük olana daha böyle fazla sıcaklık geçer. Çünkü hani durumun dengelenmesi açısından.

Araştırmacı: Hıhı

Gamze: İkisini birbirine eşitlediğimizde hani sonuçta burası büyükse bunlar ters orantılı olduğu için burası küçük olur. Yahut hani ikisi de büyükse karşı

tarafında dengelenmesi için burası çok küçük olduğu için Δt 'nin daha büyük olması gerekir.

Araştırmacı: Peki ben hala sonuçta net bir yanıt alamadım. Hangisinin son sıcaklığı daha yüksek, hangisinin son sıcaklığı daha düşüktür?

Gamze: Mesela eğer ki şimdi yüksek sıcaklıkta olanın kütlesi daha büyük olduğu durumda ilk başta zaten diğerinin sıcaklığı daha düşüktür. Ama sonuçta yine aynı eşit sıcaklığa gelir. Çünkü aralarında bir ısı dengesinin sağlanması gerekiyor.

Araştırmacı: Anladım. Peki, birinin sıcaklığının düşmesine birinin sıcaklığının yükselmesine sebep olan ne?

Gamze: Moleküllerin titreşimi.

Araştırmacı: Moleküllerin titreşimi diyorsun. O halde bir kalorifer peteğinin odayı nasıl ısıttığını bana açıklayabilir misin?

Gamze: [111] Şimdi kalorifer peteği hani alttan ısıtmaya başlıyor. Hani ısıyı hani odanın alt kısmında olduğu için ısı ilk önce aşağı taraftaki havaya [111] yani oraya yayılıyor. Ondan sonra ısınan hava genleşiyor ve yoğunluğu azaldığı için yukarı çıkıyor. Burada bir döngü. Böyle bir döngü oluyor ve sonuçta her... her yerdeki hava ısınıyor.

Araştırmacı: Isı yayılır mı?

Gamze: Yayılır.

Araştırmacı: Peki, ısı nesnesel bir şey mi? Yani mesela şu maddenin bir ısısı vardır diyebilir miyim?

Gamze: Vardır.

Araştırmacı: Peki en başta ısı iletilmez demiştin?

Gamze: Evet, şimdi hatırladım. Sıcaklık iletilir ya.

Araştırmacı: O halde tekrar bir açıklama yapmanı istesem kalorifer peteğinin odayı ısıtmasında fikrin değişti mi?

Gamze: Evet. Şu anda fark ettim.

Araştırmacı: Ne oldu?

Gamze: Kalorifer peteğinden sıcaklık çıktığı zaman alt aşağıda aşağı tabakadaki hava moleküllerinin sıcaklığı artar. Sıcaklığı arttığı için yoğunluğu azalıyor. Yoğunluğu azalan hava yukarı çıkıyor ve hani yukarıdaki sıcaklığı azalan havada aşağı iniyor. Böyle bir devir daim, döngü gerçekleşiyor. Ama sıcaklık...

ÜKDM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı Gamze'nin ısı alış verişinde üç durum oluşturulduğunda (sıcaklıkları farklı maddelerin kütleleri eşit ve kütleleri birbirinden farklı) sıcaklıkları farklı cisimlerden sıcaklığı yüksek olan maddenin sıcaklığının azalacağını sıcaklığı düşük olan maddenin sıcaklığının artacağını söylediği fark edilmiştir. Bu maddelerin sıcaklıklarının değişiminde taneciklerin hareketinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Ancak Fen Bilgisi öğretmeni adayının maddelerin kütleleri ile doğru orantılı olarak ısı kavramından bahsettiği görülmektedir. Buna göre ÜKDM'yi okumadan önce Gamze'nin "ısı fiziksel bir olgudur" şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Gamze'nin metinleri okuduktan sonra, kütleleri aynı olan maddeler arasındaki ısı alış verişi konusundaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Gamze: Yüksek sıcaklıktaki [111] maddeden onun ısısı daha fazla olduğu için bu arada ısı sıcaklığa da bağlı... Onun ısısı daha fazla olduğu için o ısı diğer hani soğuk olan maddeye transfer edilir ve sonuçta hani ikisinin dengelenince ısıl denge sağlanınca da ikisinin sıcaklığı aynı olur aynı kütlede ve aynı maddeden yapıldıysa.

Gamze ÜKDM’yi okuduktan sonra sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük olan aynı kütleli maddeler arasındaki ısı alış verişi olayında ısının sıcaklığa bağlı olduğuna değinmiş ve sıcaklığı fazla olan maddenin ısısının da fazla olduğunu belirtmiştir. Buna göre Gamze’nin metinleri okumadan önce sahip olduğu “sıcaklıkla maddelerin ısıları doğru orantılı olarak artar” şeklindeki alternatif kavramını metinleri okuduktan sonra da devam ettirdiği söylenir. Gamze, ısı alış verişinde maddelerin son sıcaklıklarının eşit olacağını da cevabına eklemiştir. Buna göre öğretmen adayının metinleri okuduktan sonra “ısı alış verişi olayında maddelerin ısıları da eşitlenir” ya da “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” alternatif kavramlarını bilimsel olarak kabul gören şekliyle değiştirdiği ve ısı alış verişinde maddelerin son sıcaklıkları eşitlenir ya da sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı aktarılır şeklinde düşündüğü saptanmıştır. Aşağıda Gamze’nin metinleri okuduktan sonraki, kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi konusundaki fikirleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Evet aynı maddeden yapıldı ve aynı kütle demiştik. Şimdi o zaman bu soruyu biraz daha değiştirelim. Birinin kütlesi diğerinden daha fazla olsun yani üç farklı durumumuz olsun. Bir kütleleri eşit olduğu durum, biraz önceki yorumladığın durum bir sıcak olan cismin kütlesi daha büyük olsun. Bu üç durumu kıyaslarsan neler söylersin?

Gamze: [111] Şöyle ki yani özısıları hani alınan verilen ısı birbirine eşittir mantığıyla hani özısılarını ihmal ederiz. Çünkü hani ikisinin de aynı. Burada hani $m.c.\Delta t$ ’den m ve Δt ’lerine bakarsak hani kütlesi ve sıcaklığı büyük olanın daha fazla ısı vermesini beklerim yani. Hani daha fazla ısı vermesi derken hani verdiği ısı [111] aldığı diğer tarafta alınan ısıya eşit olur; ama sonuçta ikisinin sıcaklıkları kütleyle oranla şey olur. Hani kütlesi [111] hani kütlesi fazla olanın sıcaklığı da fazla olur.

Araştırmacı: [Hım]. Anladım. Peki, [111] kütlesi fazla olan dedin ya bu şey olarak yani ikisinin aslında son durumda dengeye geldiklerinde sıcaklıkları aynı ama üç durum için mi farklı, yoksa yani normalde de farklı ve üç durum için de mi farklı?

Gamze: Hım... Anlamadım soruyu.

Araştırmacı: Şimdi hepsinde termal dengeye geldiklerinde son sıcaklıktan bahsediyorsun ya...

Gamze: Hıhı

Araştırmacı: Bu son sıcaklık dediğimde hani üç durum için ayrı ayrı mı farklı bu son sıcaklıklar. Yoksa ayrı ayrı mesela kütlesi büyük olan sıcak maddeyle kütlesi az olan soğuk maddeyi birbirine yaklaştırdığımızda kütlesi büyük olanın daha fazla olur demiştin ya orda şey mi farklı ayrı ayrı mı farklı mesela diyoruz?

Gamze: Hıhı. Ya hepsi için çünkü kütleye göre değişir. Hepsi için tabii ki de farklıdır. Yani ama orda yanlış söylemişim her şey hani o an eşitlenmesi için karşılıklı hani kütlesi büyük olanın sıcaklığı biraz daha düşük olur ki hani sonuçta çarpımından dolayı karşı tarafında eşit olması için; ama hepsi için hani $[111]$ formül aynıdır. Hani işlemler aynı ama kütleye ve hani özsisini burada hesaba katmadığımız için kütleye ve sıcaklığa göre hani birbirini orantılayacak şekilde olur.

ÜKDM’yi okuduktan sonra Gamze’nin, alınan ve verilen ısıların eşit olduğunu düşündüğü için ön görüşmesinden farklı cevap verdiği gözlenmiştir. Kütlesi ve sıcaklığı büyük olan maddenin ısı aktardığını söylemiş ve son denge sıcaklıklarının oluşturulan üç durum için (maddelerin kütleleri eşit ve maddelerin kütlelerinin birbirinden farklı olduğu durumlar) farklı olacağını belirtmiştir. Buna göre Gamze’nin metinleri okuduktan sonra “sıcaklıkla maddelerin ısıları doğru orantılı olarak artar” şeklindeki alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği ve açıklamalarını $Q = m.c.\Delta t$ formülü ile ilişkilendirdiği saptanmıştır.

3. Öğretmen Adayı Nisa’nın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Nisa’nın ÜKDM’yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Nisa: Bununla ilgili bizim bildiğimiz kural hani ikisinin sıcaklığını toplayıp ikiye böl diye bir formül vardı hani; kütleleri aynı, aynı cinsse direkt o işlemi yaparım diye düşünüyorum. Yani şey olarak formül olarak söyleyeceksek $Q_{\text{alınan}} = Q_{\text{verilen}}$ ’den işte orda mc zaten direkt ordan çıkarılır. Öyle yaparım. Yani sıcaktan soğuğa bir şey, ısı aktarımı olur.

Araştırmacı: [Hım]. Peki, burada sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı geçişi olur dedin.

Nisa: Hıhı, evet.

Araştırmacı: Nasıl geçecek?

Nisa: Taneciklerin birbirleriyle değme şeyiyle. Şöyle düşünersek şu şekilde. Şimdi buradaki taneciklerin ısısı buradaki taneciklere gelecek ve buradakiler ısınınca bu sefer bu taraftakilere gelir. Soğuklarla yer değiştirip sürekli böyle bir denge halinde ısı akışı olacak ve sonunda her iki tarafta aynı dereceye gelince artık denge sağlanmış olacak. Geçiş alış verişler bitmiş olacak.

Araştırmacı: Katılardaki tanecikler böyle yer değiştirebiliyor mu?

Nisa: Yok yok yer değiştirme değil, ısı akışı oluyor. Bunun enerjisi artıyor, bu buna veriyor enerjisini, o ona veriyor enerjisini o şekilde hani.

Araştırmacı: Hım. Anladım ama hani sen şey deyince. Buradaki buraya gelecek, buradaki buraya gelecek deyince.

Nisa: Yok yok. Enerjilerini veriyorlar. O ona veriyor, o artıyor. Aynı suyun kaynamasındaki gibi. Üst taraftaki enerjileri artıyor, uçuyor. Alt ... o şekilde.

Araştırmacı: Peki son durumdaki şu temas halindeki hali düşünersek. Isı ve sıcaklıkları hakkında ne söyleyebilirsin?

Nisa: Kütleleri de aynı, birbirlerine de yapışık oldukları için hani baya bir zaman geçtikten sonra tamamen alış verişi bittikten sonra sıcaklıkları da ısıları da aynıdır derim.

Araştırmacı: Hıhı ısıları da aynı sıcaklıkları da aynı diyorsun.

ÜKDM'yi okumadan önce Nisa'nın ısı alış verişi olayında verdiği yanıtlarında sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı aktarımı olur ve ısı alış verişi olayını taneciklerin hareketine dayandırması açısından bilimsel olarak doğru kabul gören ifadeler şeklinde açıklamalarının olduğu tespit edilmiştir. Nisa ısı alış verişi olayında taneciklerin titreşim hareketi yaparak ısılarını birbirlerine aktardıklarını belirtmiştir. Yalnız Fen Bilgisi öğretmeni adayının bu olayın sonucunda maddelerin sıcaklıkları eşitlenince ısılarının da aynı değere ulaşacağını söylemesi bilimsel olarak doğru kabul gören kavramdan farklıdır. Buna göre Nisa'nın metinleri okumadan önce "ısı alış verişi olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" şeklinde alternatif kavramının olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda Nisa'nın metinleri okumadan önce, kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki senden şimdi üç tane durum oluşturacağız. Birincisi şu kütleleri eşit olan durumdu. İkincisi soğuk olan maddenin kütlesi daha büyük olsun. Üçüncü durumda da sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olsun. Bu üç durumu kıyaslarsan ısıları ve sıcaklıkları hakkında ne söylersin?

Nisa: Soğuk olanın kütlesi büyük olduğunda $Q=mc\Delta t$ dersek. Kütlesi büyük; ama soğuk. Bunun kütlesi küçük ama Δt 'si büyük. Şimdi kütleyi kaç kaç oranda. Mesela bu $2m$ iken bu m ise ve bu $2\Delta t$ iken bu Δt ise o zaman eşittir deriz. Ama hani sıcaklıkla şey m orantılı olacak. Ona göre bir şey derim.

Araştırmacı: Peki bütün değerler sana ait. İstedğin değeri verebilirsin. Bu soruyla ilgili o üç durumu bana kıyasla desem, nelerin farklı olduğunu söylersin?

Nisa: Bir de yapışıkken.

Araştırmacı: Yakın tutulmuyorlar birbirlerine. Bu okla göstermek demek şey demek, şuradaki gibi temas haline getiriliyorlar demek. Yani şöyle yaklaşıyorlarsın bir şekilde.

Nisa: Kütlesi artık ikisi, bununki büyük bununki küçük. [Hım]. Sıcaklıkları aynı olacak öyle ya da böyle, kütleleri farklı da olsa birbirlerine... Aynı

maddeler. Sıcaklıkları aynı ama ısı olarak kütlesi fazla olanın ısısı büyük derim; ama kütlesi küçük olanın ısısı küçüktür derim.

Araştırmacı: [Hım].

Nisa: Sıcaklıklar aynı olacak; ama ısıları... Eskiden soğuk olanın ısısı daha büyük derim.

Araştırmacı: Peki şeyi sorsam ona ne dersin acaba? Şimdi burada sıcaklığı yüksek olan madden ve sıcaklığı düşük olan madden var ya...

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: Bunlarla ilgili, birinin sıcaklığının düşmesine diğerinin sıcaklığının yükselmesine sebep olan ne?

Nisa: Birinin sıcaklığının düşmesine yani ne? İşte yoğun ortamdan az yoğun ortama geçme kuralı diye biliyorum. Yani kural olarak kalmış.

Araştırmacı: Anladım, peki. İkisinin de aynı cins madde olduğunu söyledik. Yoğunlukları sence birbirinden farklı mıdır?

Nisa: Yoğunluk olarak... Şimdi bazı maddeler soğukta büzüşebiliyorlar. O zaman hacimleri değişiyor, o zaman özkütleleri de değişiyor. O zaman işler yine karışıyor.

Araştırmacı: Anladım biraz daha ayrıntılı düşündüm diyorsun.

Nisa: Yoksa aynı maddeler aynı kütleli, aynı özkütle olur.

Araştırmacı: Hıhı Peki burada bir temas olayı vardı. Isı iletimini o şekilde açıkladın. Kalorifer peteğinin odayı ısıtmasını nasıl açıklarsın?

Nisa: Kalorifer peteğinin etrafındaki hava ısınıyor. Isınan hava daha az ısıtma yani soğuk olan tarafa doğru hareket ediyor. İşte soğuk olan taraf o tarafa gelince o orda ısınıyor. Böyle devir daim oluyor. Hatta çoğunlukla denir ki sıcak hava şeydedir tavandadır daha fazla falan diye [hehe☺]. O öyle şey [ım] akış oluyor.

ÜKDM’yi okumadan önce Nisa’nın oluşturulan üç durum hakkında (maddelerin kütleleri eşit ve maddelerin kütleleri farklı olduğu durumlarda) ısı alış verişinde kullanılan $Q = m.c.\Delta t$ formülünü kullandığı gözlenmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının ısı alış veriş olayında maddelerin son sıcaklıklarının eşit olacağını söylediği gözlenmiştir. Yalnız Fen Bilgisi öğretmen adayının ısı alış verişinde ısıyı maddenin içinde var olan enerji gibi düşündüğü tespit edilmiş ve maddelerin büyüklüklerine göre ısısı büyüktür ya da küçüktür dediği bulunmuştur. Isı alış veriş olayını anlatırken öğretmen adayının ısıyı çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş yapabilen bir nesne gibi algıladığı tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında Nisa’nın metinleri okumadan önce “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramının olduğu söylenebilir. Aşağıda Nisa’nın ÜKDM’yi okuduktan sonra kütleleri aynı maddeler arasındaki ısı alış veriş olayı hakkındaki fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Peki beşinci sorumuz. “Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir madden olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?”

Nisa: Sıcaklıkları ikinci durumda eşit hale gelir. Çünkü birbirlerine yapıştırıldılar ve Q alınan Q verilene eşitlenir. Isıları hakkında da birbirlerinde alış veriş olduğu için de eşit de...

Araştırmacı: Isıları da eşit diyorsun yani?

Nisa: Yani aktarım oldu ondan ona.

Araştırmacı: Orda alınan ısı verilen ısı...

Nisa: Verilen ısıya eşittir.

Araştırmacı: Alınan ısı verilen ısıya eşittir mi demek istiyorsun yoksa ayrı ayrı maddelerin ısıları mı eşittir demek istiyorsun?

Nisa: Yok alınan verilene eşittir. Sıcaklıkları eşit.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış veriş olayını anlatırken maddelerin ilettikleri ve soğurdukları ısı miktarının birbirine eşit olduğunu söylediği gözlenmiştir. Fen Bilgisi öğretmeni adayı Nisa ısı alış veriş olayında son sıcaklıkların eşit olacağını belirtmiştir. Buna göre Nisa'nın metinleri okumadan önce sahip olduğu "ısı alış veriş olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirdiği tespit edilmiştir. Aşağıda Nisa'nın metinleri okuduktan sonra kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış veriş olayı hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Anladım peki bu soruyu biraz daha farklılaştırsak. Yani desek ki şurda kütleleri eşit ya...

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: İkinci durumda sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olsun. Üçüncü durumda sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha büyük olsun.

Nisa: Sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha fazla, sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha az...

Araştırmacı: Hıhı. Üçüncü durumda da bunun tam tersi. Yani sıcaklığı düşük olanınki daha yüksek, sıcaklığı yüksek olanınki daha düşük. Bu durumda nelerin olmasını beklersin?

Nisa: Isıları hakkında mı yani?

Araştırmacı: Sıcaklıkları hakkında.

Nisa: Yine birbirlerine değdiklerinde yine sıcaklıkları eşit olur. Çünkü burada zaten sıcaklıkları eşitleme şeyi var. Ama ısıları hakkında daha önceki benim yanlış bildiğime göre şey derdim fazla olanın, fazla derdim ama şimdi herhangi bir şey diyemiyorum.

Araştırmacı: Peki hani bunların son sıcaklıkları birbirine eşit olur demiştik ya.

Nisa: Hıhı

Araştırmacı: Birinci durumda orda kütleleri eşitti orda bir son sıcaklık vardı. İkinci durumda birinin kütlesi daha fazlaydı; ama yine bir son sıcaklık var. Bu son sıcaklıkları kıyaslasan son sıcaklıkları hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

Nisa: Son sıcaklıkları hakkında şey kütlesi fazla olanın sıcaklığına daha yakın derim. Çünkü fazla olan maddeyi hani daha fazla şey olduğu için daha yakın derim. Yani öyle.

Araştırmacı: Peki kalorifer peteğinin odayı nasıl ısıttığını açıklayabilir misin?

Nisa: Şimdi kaloriferin sahip olduğu titreşimler fazla ona yakın olan havalar, havada o titreşimlerle etkilenecek daha hızlı bir şekilde titreşmeye başlıyorlar. Yani sıcaklıkları artıyor. O yanındakine o yanındakine öyle sıcaklık aktarılmış oluyor.

ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa ön görüşmesinden farklı olarak sıcaklıkları farklı maddeler arasında ısıl denge sağlandığında maddelerin ısıları hakkında yorum yapamayacağını dile getirmiştir. Bu bulguya dayanarak Fen Bilgisi öğretmen adayının ön görüşmesinde sahip olduğu ısı alış verişi olayında denge sağlandığında maddelerin ısıları da eşitlenir fikrini değiştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmen adayının oluşturulan üç durum hakkında (maddelerin kütleleri eşit ve maddelerin kütleleri farklı olduğu durumlar) ön görüşmesinden daha net cevap verdiği tespit edilmiştir. Cisimlerin kütleleri birbirinden farklı olduğunda denge sıcaklığının madde miktarı çok olana yakın olacağını söylediği tespit edilen diğer bulgudur. Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde kalorifer peteğinin odayı ısıtması hakkındaki açıklamalarını kinetik teoriyi kullanarak yaptığı bulunmuştur. Bu bulgular ışığında ÜKDM'nin ısı alış verişi olayı hakkında var olan alternatif kavramlara olumlu yönde etki ettiği söylenebilir.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ön görüşmesinde ısı alış verişi için gerçekleşen olayları anlatırken ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündükleri tespit edilmiştir. Bundan dolayı çoğunun ısıl denge sağlandığında maddelerin hem sıcaklık değerlerinin hem de ısı değerlerinin birbirlerine eşit olacağını düşündüğü bulunmuştur. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adaylarının ısı fiziksel bir olgu gibi düşünmekten vazgeçtikleri saptanmıştır. Isı alış verişi olayında öğretmen adayları ön görüşmelerde sıcaklık kavramının maddeler arasında aktarıldığını söylemelerine rağmen son görüşmelerde bu alternatif kavramı giderdikleri tespit edilmiştir. Son görüşmelerde Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda biraz daha kullandıkları kavramlara dikkat ettikleri ve kinetik teoriye atıfta bulundukları fark edilmiştir. Gamze hariç diğer öğretmen adayları son görüşmelerinde sıcaklık kavramı ile ilgili alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirmişlerdir. Ancak Gamze metinleri okuduktan sonra “sıcaklıkla maddelerin ısıları doğru orantılı olarak artar” alternatif kavramını devam ettirmiştir. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının, ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramsal anlamalarının sunulduğu bulgular genel anlamda incelendiğinde, öğretmen adaylarının metinleri okumadan önceki ve metinleri okuduktan sonraki ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili kavramsal anlamalarının birbirinden farklı olduğu söylenebilir.

4.7.5.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Bulgular

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış verişi konusundaki görüşleri her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

1. Öğretmen Adayı Yılmaz'ın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Yılmaz: Isı alış verişinin olmasını beklerim bir kere. Sıcaklık alış verişi olmaz burada.

Araştırmacı: Hıhı.

Yılmaz: Isıdan sıcak olan maddeden soğuk maddeye doğru olur. Isı alış verişi olur burada.

Araştırmacı: Isı alış verişi olur. Bu ısı alış verişini biraz açar mısın bana nasıl gerçekleşecek o ısı alış verişi?

Yılmaz: Sıcak maddeden soğuk maddeye doğru olur yani. Sıcaklıkları eşit olduğu anda durur. Kütleleri ve aynı cins madde oldukları için.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Sıcaklıkları aynı olduğu halde durur.

Araştırmacı: Anladım. Peki, hani biraz önce birisi ısıyı çeker felan demiştin ya şu alüminyum folyolu sorumuzda. Burada nasıl oluyor ki sıcaklıkları aynı seviyeye geliyor?

Yılmaz: Isıyı alıyor soğuk olan madde sıcak olan maddeden ısıyı alıyor.

Araştırmacı: Nasıl alıyor işte?

Yılmaz: Hım. Isı alma kapasitesi artık.

Araştırmacı: Peki bana bunu birazcık açar mısın Yılmaz? Kâğıdı da kullanabilirsin istediğin şekilde. Şekilde çizebilirsin ama bir şekilde bana bu olayı anlat. Birisi nasıl alıyor, birisi nasıl veriyor?

Yılmaz: Ya birisinin ısısına eksi diyelim soğuk olan madde olsun bu. Bu da sıcak olan madde olsun. Bunun sıcaklığı eksi olsun burası artı olsun.

Araştırmacı: Tamam.

Yılmaz: Sonra ya bunun ki daha fazla artı olsun yani sıcaklıklarda artı bir yerde olsun. Isı formülünden dolayı $Q=mc\Delta t$ 'den Δt son sıcaklık eksi ilk sıcaklıktır.

Araştırmacı: Evet

Yılmaz: İki ikisinin arasına sıcaklıklarının ikisinin ortası olması gerekiyor normali.

Araştırmacı: Neden ortası olması gerekiyor diye düşündün?

Yılmaz: Çünkü kütleleri ve c'leri aynı

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış verişi olayında sıcaklığın değil ısıнын aktarılacağını vurguladığı gözlenmiştir. Isı iletim yönünü sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye doğru olduğunu söylemiştir. Kütleleri aynı olduğundan ısı alış verişinden sonra denge sıcaklığının ilk baştaki sıcaklık değerlerinin tam orta noktası olduğunu söylediği gözlenmiştir. Hatta Yılmaz ısı alış verişi olayında ÇM'yi okumadan önce $Q = m.c.\Delta t$ formülünün kullanıldığını ifade etmiştir. Buraya kadar Fen Bilgisi öğretmeni adayının ısı alış verişindeki düşüncelerinin bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle aynı olduğu tespit edilmiştir. Ancak Yılmaz'ın ısı aktarımı konusunda sıcaklığı düşük olan maddenin sıcaklığı yüksek olan maddeden ısıyı aldığını söylediği fark edilmiş ve bu bağlamda enerji transferi konusunda bilimsel olarak doğru kabul göreninden farklı düşündüğü tespit edilmiştir. Yani metinleri okumadan önce Yılmaz'ın "ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme" alternatif kavramına sahip olduğu söylenebilir. Aşağıda metinleri okumadan önce kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Hım. Peki, kütleleri aynı olmasaydı. Örneğin diyelim ki birisinin kütlesi daha fazla sen seç mesela de ki sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha yüksek olsun ya da sıcaklığı yüksek olan maddeninki daha yüksek olsun. O zaman ne değişecekti?

Yılmaz: O zaman birisi daha fazla sıcaklık alırdı herhalde. Normalde burası 40 olsa yani birisi daha fazla ısı verirdi yani, yani öyle olurdu. İki katı daha ısı alırdı.

Araştırmacı: Hangisi 2 katı daha ısı alırdı. O cümleyi net kurarsan belki hani benimde düşünmem kolay olur. Hangisinin kütlesi daha fazla ve dolayısıyla hani oradaki sıcaklık değişiminde ne oluyor? Hangisini fazla seçtin mesela sıcaklığı düşük olan maddeninki mi kütle olarak daha fazla sıcaklığı yüksek olanın mı?

Yılmaz: Sıcaklığı düşük olanı daha fazla seçtim şimdi. Soğuk maddenin kütlesi daha fazla olduğu için...

Araştırmacı: Hım.

Yılmaz: Yani ısı alış verişleri aynı olacak bir kere. c'ler aynı olduğu için sıcaklık değişimlerini [111] soğuk cismin kütlesi daha az olduğu için ısı alış verişi ısıları aynı olacak bir kere. Alınan ısı verilen ısı olduğu için soğuk cismin sıcaklık değişimi daha az olması lazım yani burada ne gibi birşey çıkıyor? ...

Araştırmacı: Kütle ile ısı arasında sanırım bir bağ kurdun.

Yılmaz: Ya burada zaten c'ler aynı olduğu için ihmal zaten onu burası... Kütle... Kütleleriyle orantılı olarak zaten [111] birisi daha fazla ısı verecek yani...

Araştırmacı: Peki son andaki sıcaklık hakkında ne söyleyebilirsin? Hani bir kütle miktarları eşit olanlar vardı, ikincisinde de sen sanırım sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesini daha fazla tuttu. Son durumlar için ikisinin sıcaklığını kıyaslarsan neler söyleyebilirsin?

Yılmaz: Kütleleri aynı olduğu için bir kere...

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: İlk başta ikisinin o sıcaklıklarının ortası alınır.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Bu da 25 olur birisinin -50 birisini 100 seçtiğim için ikisinin ortası olan 25 olur.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Hım... İkinci seferde bunun kütlesini 40 seçersem t o zaman kaç çıkar? Bu teknik doğru mu acaba bilmiyorum ki? ... buradan yanlış çıktı ama ...[111] Bu soruyu geçsek olmuyor mu ya?

Araştırmacı: Bana o kısmı açıkla ikisi arasındaki illa bir değer bulmak zorunda değilsin. İkisinin de kıyaslamasını yapabilirsin yani mesela 25'ten yüksek mi olacak düşük mü olacak onu da söyleyebilirsin.

Yılmaz: 25'ten bir kere düşük olur.

Araştırmacı: Neden ki yani neden böyle düşünüyorsun?

Yılmaz: Çünkü ilk başta eksi olarak soğuk cismin ısısı daha düşük sıcak cisme göre dolayısıyla değeri daha aşağı düşürecektir diye düşünüyorum.

Araştırmacı: Hım

Yılmaz: 25'ten aşağı olur.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayının sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi fazla tutulduğunda, bu maddenin sıcaklık değişiminin daha az olduğunu söylediği tespit edilmiş ve ilk durumdaki denge sıcaklığından son denge sıcaklığının daha düşük olduğunu ifade ettiği gözlenmiştir. Yılmaz'ın madde miktarı ile termal denge sıcaklığı arasındaki ilişki hakkındaki görüşleri bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüşmektedir. Aşağıda Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonraki aynı kütleli maddeler arasındaki ısı alış verişi hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Yılmaz: [111] Sıcak madde, sıcaklığı yüksek olan maddeden soğuk olan maddeye doğru bir ... Isı [111] ısı veriş olur yani. Kütleleri aynıysa sıcaklıkları ikisinin de aynı olur. Aynı maddelerse.

Araştırmacı: Aynı maddeler ve kütleleri aynı, denk.

Yılmaz: Evet o zaman denge sağlandığında son sıcaklıkları da ikisinin de aynı olur.

ÇM'yi okuduktan sonra da Yılmaz'ın ısı alış verişinde ısı aktarımının gerçekleşeceğini söylediği gözlenmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmeni adayı ısı alış verişinden sonra maddelerin son sıcaklıklarının eşitleneceğini ifade etmiştir. Bu açıdan bakıldığında Yılmaz'ın ÇM'yi okuduktan sonra ısı alış verişindeki düşüncelerinin ön görüşmesiyle aynı olduğu söylenebilir. Aşağıda metinleri okuduktan sonra kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, şimdi bu sorudan üç farklı durum olsa: Birinci durum kütlelerinin eşit olduğu durumdu. İkinci durum sıcak olanın kütlesi daha büyük olsun ama yine de aynı maddeden yapılmış bunlar.

Yılmaz: Sıcak olanın kütlesi daha büyük.

Araştırmacı: Daha büyük hıhı. Üçüncü durumda da soğuk olanın kütlesi daha büyük ama yine aynı maddeden yapılmış olsunlar. Ne olmasını beklersin?

Yılmaz: Yani soğuk olan madde, sıcak olan madde ikisinin ortasını alırsak eğer sıcak olan maddenin kütlesi daha fazla ise denge ısı dengesi işte sıcak olan maddeye daha yakın olur.

Araştırmacı: Hıhı

Yılmaz: Çünkü ısısı daha fazla onun o yüzden sıcaklığı yüksek olanın daha yakın olur. Tam tersini düşünürsek soğuk olan maddenin kütlesi daha fazla olursa iki sıcaklığın ortasını alırsak eğer soğuk olan maddeye [ıııı] denge sıcaklığı işte ona doğru yaklaşır. Soğuk olan maddeye doğru yaklaşır.

Araştırmacı: Hım. Peki, ama son o üç son sıcaklık birbirine eşit değildir değil mi? Birinci durumdaki son sıcaklık, ikinci durumdaki ve üçüncü durumdaki?

Yılmaz: Hepsi mi?

Araştırmacı: Yok hani son sıcaklıkları eşit olur diyoruz ya, onların son sıcaklıkları üç durum için farklı mıdır? Diyorum.

Yılmaz: Evet.

Araştırmacı: Hım. Tamam. Peki, o ısı iletilir ya da işte geçer dedin o ısıнын nasıl bir etkisi var ki bir cismin sıcaklığı yükseliyor diğer cismin sıcaklığını düşürüyor?

Yılmaz: Isı akışkan gibi sanki ya akıyor sanki. Transfer ediliyor bir yerden bir yere geçiyor. Akışkan gibi düşünebiliriz yani.

Araştırmacı: Hım. Peki, geçince ne oluyor o maddede ne yaratıyor ki sıcaklığı birinin yükseliyor birinin düşüyor?

Yılmaz: Tanecikleri hareket kazanıyor. O yüzden olabilir sıcaklığı yükselebilir.

Araştırmacı: Peki bunlar katı maddeler içindi ben sana şunu sorsam. Kalorifer peteği odayı nasıl ısıtıyor desem nasıl bir yanıt verirsin?

Yılmaz: Çevresine ısı yayıyor. O yüzden olabilir. Çevresinde bir miktar ısı oluşuyor zaten dolayısıyla bu ısı tüm odaya yayılıyor. O yüzden oda ısınır. Sıcaklık olmaz yani sıcaklık akışı olmaz ısı akışı olur.

ÇM’yi okuduktan sonra Yılmaz’ın ısı alış verişi olayında maddelerin miktarıyla son denge sıcaklığı hakkında bilimsel olarak doğru kabul gören fikirler sunduğu tespit edilmiştir. Sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı aktarıldığı zaman sıcaklığı düşük olan maddenin taneciklerinin daha hareketlendiğini söylemiştir. Ayrıca Yılmaz’ın sıcaklığı yüksek olan maddelerin ısılarının da fazla olduğunu ifade ettiği gözlenmiştir. Isı alış verişinde ısıнын bir akışkan gibi davrandığına vurgu yapmıştır. Bu bulgular ışığında Yılmaz’ın ÇM’yi okuduktan sonra var olan alternatif kavramlarında çok fazla bir değişim olmadığı saptanmıştır. ÇM’yi okumadan önce var olan “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramının metinleri okuduktan sonra da devam ettiği saptanmıştır.

2. Öğretmen Adayı Satı'nın Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Satı'nın ÇM'yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Satı: [111] Bi şekilde ısı alış verişi yapacaklar.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ve [111] ikisi de aynı sıcaklığa geldiğinde ısı alış verişi duracak ve dengeye de sağlan yani ortada buluşmuş olacak.

Araştırmacı: Peki son andaki ısı veya sıcaklıkları hakkında ne söyleyebilirsin?

Satı: İkisinin de sıcaklığı aynı olmuş olur.

Araştırmacı: Peki birinin sıcaklığının yükselmesine birinin sıcaklığının, diğerinin de sıcaklığının düşmesine sebep ne olabilir?

Satı: Aradaki ısı alış verişi yani bi şekilde temas ediyorlar.

Araştırmacı: Hı...

Satı: Ve buradaki yani [111] mesela sıcakta daha fazla maddeler arası çarpışma var ve artık bunları biz birleştirdiğimizde bi şekilde tek madde gibi düşünebiliriz ve [111] birbirlerinden illa etkilenmeleri gerekiyo.

Satı ÇM'yi okumadan önce sıcaklıkları birbirinden farklı maddeler arasında illaki bir ısı alış verişinin olacağını söylemiştir. Isı alış verişi tamamlandığında maddelerin sıcaklıklarının eşit değere sahip olacağını ifade etmiştir. Maddelerden birinin sıcaklığının düşmesinin diğer maddenin sıcaklığının artmasının maddeler arası ısı aktarımından dolayı çarpışmalardan etkilendiklerini vurgulamıştır. Bu bulgular ışığında Fen Bilgisi öğretmeni adayının sunduğu fikirlerin bilimsel olarak doğru kabul görenler şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda metinleri okumadan önce kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Anladım. Peki, burda kütleleri eşitti. Şimdi senden şunu düşünmeni istiyorum.

Satı: Farklı.

Araştırmacı: Hıhı... Kütleleri farklı olacak o yüzden üç durum olacak.

Satı: O zaman ısı... Isı değişimleri farklı olacak ama gene aynı sıcaklıkta birleşecek yani dokundurduğumuzda gene aynı sıcaklık ikiside son yani işlemin sonunda aynı sıcaklığa ulaşmış olacaklar ama [111] ısı değişiklikleri farklı olacak.

Araştırmacı: Hıhı... Peki, üç durum için konuşacak olursak bi sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi büyük olsun, bi diğerinin kütlesi büyük olsun yani sıcaklığı yüksek olan maddenin bide ikisinin kütlelerinin eşit olduğunda hani son sıcaklıkları eşit olacak diyosun ya bu son üç sıcaklıklarımız birbirine eşit midir?

Satı: Hıhı... Eşit midir?

Araştırmacı: Ya da ne gibi farklılık vardır varsa da?

Satı: Eğer kütle bizim için etkili yani burda...

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Mesela kütlesi büyük olan madde daha yüksek sıcaklığa sahipse diğeri daha küçük sıcaklığa sahipse normalde yani eşit olduğundaki birleştikleri sıcaklıkta biraz daha yüksek bi sıcakta birleşecekler çünkü sıcaklığı yüksek olan madde daha etkili gibi düşünebiliriz yani daha çok sıcaklık var elimizde gibi düşünebiliriz yani düşükte...

Araştırmacı: Anladım.

Satı: Yani düşükte [111] soğuk olanın daha büyük olursa kütlesi daha normal gibi yani dengede eşit, eşit olduğu sıcaklıktan daha düşük bir sıcaklıkta birleşecekler.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmen adayının ısı alış verişi olayında maddelerin kütleleri değiştiğinde denge sıcaklıklarının da değişeceğini söylediği gözlenmiştir. Hatta oluşturulan üç durum için (maddelerin kütlelerinin eşit olduğu ve maddelerin kütlelerinin birbirinden farklı olduğu durumlar) denge sıcaklıklarının karşılaştırmasını bilimsel olarak doğru kabul gören şekilde yaptığı fark edilmiştir. Kütleleri farklı maddelerin ısı alış verişi olayında öğretmen adayının alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Aynı öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonra kütleleri aynı olan maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Satı: Hım... [111] sıcaklığı düşük bi maddeyle sıcaklığı yüksek bi madde ortak bi sıcaklıkta buluşacaklar. Çünkü artık bunlara tek madde gözüyle bakabiliriz. Sıcaklığı düşük [ay] yüksek maddedeki atomların çarpışması titreşimleri daha fazla ve biz bunları birleştirdiğimizde o şekilde buradaki maddeler buradakileri titreşeceği için daha yüksek bi sıcaklığa yani bi şekilde bunların arasında bi ısı aktarımı sonucu ortak bi sıcaklıkta buluşacaklar.

Araştırmacı: Hıhı... Yani peki son sıcaklıkları eşit mi olur o zaman?

Satı: Eşit.

ÇM'yi okuduktan sonra Satı'nın ön görüşmesinde sunduğu gibi bilimsel olarak doğru kabul gören fikirler sunduğu tespit edilmiştir. Yalnız Fen Bilgisi öğretmeni adayının son görüşmesinde diğer Fen Bilgisi öğretmenleri gibi kinetik teoriyi kullanarak açıklama yaptığı da görülmektedir. Aşağıda metinleri okuduktan sonra Satı'nın kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşleri sunulmuştur.

Araştırmacı: Peki. Bu soruyu biraz daha farklı formata getirsek yani burda kütleleri eşit ya bi tanesinde sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olsun. Diğerinde de sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha büyük olsun.

Satı: Anladım.

Araştırmacı: Bu durumda ne olur?

Satı: Şimdi sıcaklığı yüksek madde daha büyük olduğunda bizim [111] baskın tarafımız yani daha ısısı, sıcak daha çok sıcaklık var gibi düşünebiliriz. Çünkü [111] ya ortada buluşmaları ikisinin de aynı kütleleri aynıken ki buluşmadan biraz daha fazla sıcaklıkta olacak.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: [111] Çünkü burda daha çok titreşim söz konusu olacak.

Araştırmacı: Hıhı...

Satı: Ama diğer türlü de tam tersi bi şekilde sıcaklıklarının buluşması ilk sıcaklığımızın buluşmasından daha düşük olacak.

Araştırmacı: Hıhı... Peki. Diğerinde soğuk olan madde de...

Satı: Daha düşük olacak...

Fen Bilgisi öğretmeni adayının ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklıkları farklı maddelerin kütleleri farklı olduğu durumdaki denge sıcaklıklarını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle açıkladığı gözlenmiştir. Bu durumda Satı'nın gerek ÇM'yi okumadan önce gerekse ÇM'yi okuduktan sonra ısı alış verişi konusu hakkında alternatif kavramlarının olmadığı tespit edilmiştir.

3. Öğretmen Adayı Fikriye'nin Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Bulgular

Aşağıda Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önceki ısı alış verişi olayı ile ilgili kavramsal anlamasına ait fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Fikriye: Yüksekten düşüğe doğru ısı geçişi olur.

Araştırmacı: Nasıl olacak?

Fikriye: Çok yani şey [111] sıcaklığı yüksekte...

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye:[111] Maddeler birbirlerine daha fazla çarptığı için enerjisi daha fazladır.

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Fazla olduğundan dolayı [111] öbür ikisi bir araya geldi ya öbür taraf daha böyle yavaş yavaş hareket ediyordu. O ona çarptığı için direkt böyle [111] aza doğru eğilim vardır. Böyle ondan dolayı yüksek enerjiden düşük enerjiye doğru bir geçiş var.

Araştırmacı: Peki... Son anda ne olacak bunların sıcaklıkları ya da ısıları?

Fikriye: Son anda?

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Aynı olacak.

Araştırmacı: Hem ısıları hem sıcaklıkları mı?

Fikriye: Yok. Son sıcaklıkları hep aynı olur.

Araştırmacı: Hıhı. Isıları hakkında ne dersin?

Fikriye: Isıları da aynı olur bence.

ÇM'yi okumadan önce Fikriye'nin sıcaklıkları farklı maddeler arasında ısı alış verişi olduğunu söylediği gözlenmiştir. Isı alış verişi tamamlandıktan sonra maddelerin son sıcaklıklarının ve ısı miktarının eşit olacağını ifade etmiştir. Bu bakımdan Fikriye'nin ısı alış verişi olayına dair sunduğu fikirlerin bilimsel olarak doğru kabul görenlerinden farklı olduğu tespit edilmiş ve Fikriye'nin metinleri okumadan önce "ısı alış verişi olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" şeklinde alternatif kavramının olduğu saptanmıştır. Aşağıda metinleri okumadan önce Fikriye'nin kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayıyla ilgili görüşleri yer almaktadır.

Araştırmacı: Peki aynı örnekte maddelerimiz aynıydı bu sefer farklı olduğunu düşün. Örneğin bir sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesi daha fazla olsun bir de sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi daha büyük olsun. Üç durum var yani elimde bir ikisi eşit, bi biri daha fazla soğuk olan, bir de sıcak olan...

Fikriye: Yavaş yavaş girelim o zaman.

Araştırmacı: Hıhı. Şimdi maddelerden birinin kütlesi daha büyük olsun.

Fikriye: Ha kütlesini de artırıyoruz bu sefer. Sıcaklığı yüksek olanın mı?

Araştırmacı: Fark etmez ikisini de sırasıyla yaptırcaz. Sırasını sen belirle.

Fikriye: Tamam sırasıyla. Tamam, sıcaklığı yüksek olanın kütlesi yüksek...

Araştırmacı: Olsun ne olur?

Fikriye: Olsun yine aynı şey.

Araştırmacı: Yani?

Fikriye: Fark etmez ya yine enerji sıcaklığın fazlaysa yine enerjin fazladır. Yine enerjim yüksekte düşüğe doğru gider.

Araştırmacı: Peki bi şurda son sıcaklığımız vardı bir de şu durumda son sıcaklığımız olacak ya kütleleri farklı olduğundan bu son sıcaklıklar hakkında ne söylersin? İki durum hakkındaki son sıcaklıklar?

Fikriye: İki durum hakkında son sıcaklıklar.

Araştırmacı: Birbirine eşit midir?

Fikriye: Alınan verilen son durumda eşittir bence.

Araştırmacı: Yani hem buradaki son denge sıcaklığı mesela 30 çıkıyorsa buradaki de 30 çıkar eşittir birbirine diyorsun.

Fikriye: Hıhı

ÇM'yi okumadan önce Fikriye, sıcaklığı fazla olan maddelerin enerjilerinin de fazla olduğunu söylemiştir. Bu görüşü bilimsel olarak doğru kabul göreniyle aynı olmasına rağmen Fen Bilgisi öğretmen adayının oluşturulan durumlar (maddelerin kütleleri aynı ve kütleleri farklı olduğu durumlar) için ileri sunduğu fikrin bilimsel olarak doğru kabul edilenden farklı olduğu bulunmuştur. Buna göre öğretmen adayı Fikriye'nin madde miktarı ile ısı denge sağlandığındaki son sıcaklıklar arasındaki ilişkiyi net kuramadığı söylenebilir. Aşağıda aynı öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonra kütleleri aynı olan maddeler arasındaki ısı alış verişine yönelik fikirlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?

Fikriye: [111] Sıcaklığı yüksek olanın sıcaklığının düşmesini [111] sıcaklığı düşük olanın da sıcaklığının yükselmesini beklerim.

Araştırmacı: Peki bu nasıl olacak nasıl gerçekleşecek?

Fikriye: [111] Tanecikleri yani hızlı çarpanların tanecikler birbirlerine çarpıyor ya burası çarpıyor burası çarpıyor bunlar. Bunlar da birbirine çarparak bu tarafa doğru yani durağan tarafa doğru gittiğinden dolayı bunları da hareketlendirecek. Bunun hareketi de düşüyor. Bununki yükseldiğinden dolayı öyle düşündüm ben. Yani bir nevi hani ısı oradakini yanlış mı hatırlıyorum diye bir söyleyemiyorum. Bu mantığa göre ısı geçişi oluyor sanki.

Araştırmacı: Sen ne beklerdin neyin geçişinin olmasını beklerdin?

Fikriye: Ya zaten ben öyle düşünüyorum ama hani...

Araştırmacı: Yani...

Fikriye: Bir an yanlış olduğunu düşündüm şimdi.

Araştırmacı: Yok canım kendi fikirlerini olduğu gibi benle paylaş yani.

Fikriye: O zaman ısı hani ısı geçişi olduğu için.

ÇM'yi okuduktan sonra Fikriye'nin ısı alış verişi olayını bilimsel olarak doğru kabul edilen ifadelerle (kinetik teoriyi kullanarak) açıkladığı tespit edilmiştir. Isı aktarımının sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye doğru olduğunu söylediği gözlenmiştir. Fikriye'nin metinleri okumadan önce sahip olduğu "ısı alış verişi olayında maddelerin ısıları da eşitlenir" şeklindeki alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirdiği söylenebilir. Aşağıda Fikriye'nin metinleri okuduktan sonra kütleleri farklı maddeler arasındaki ısı alış verişi olayı hakkındaki görüşlerine yer verilmiştir.

Araştırmacı: Hıhı. Peki, şimdi bu sorudan üç farklı şey yapsak. Sistem oluştursak. İkisinin kütlesi birinci durumda eşitti.

Fikriye: Eşit.

Araştırmacı: İkinci durumda birinin kütlesi daha fazla olsun. Örneğin sıcak maddenin kütlesi daha fazla olsun. Üçüncü durumda da soğuk olanın kütlesi daha büyük olsun. Nelerin olmasını beklersin?

Fikriye: Sıcak ilk önce birincisinde kütlesi fazla olanla kütlesi az olana doğru [111]...

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Kütlesi fazla olan demek ki yani ısıyla orantılı olduğu için ısı da fazla.

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: Bundan dolayı kütle... Sıcaklığı mı fazlaydı bunun?

Araştırmacı: Hıhı.

Fikriye: O zaman yine bundan [111] öbür tarafa doğru ısı bu verecek ısıyı büyük olan küçük olana alacak.

Araştırmacı: Peki diğer durumda ne olacak? Soğuk olanın kütlesi büyük olduğunda?

Fikriye: Soğuk olanın kütlesi büyük.

Araştırmacı: Hıhı. Sıcak olanın kütlesi küçük.

Fikriye: Aynı cins maddeden mi yapılmışlar?

Araştırmacı: Aynı cins maddeler.

Fikriye: Aynı cins, kütle büyük [111] sıcaklık burda tam olarak hani ısısı hakkında bişey diyebileceğimi düşünmüyorum.

Araştırmacı: Peki ne olmasını beklersin bu durumda?

Fikriye: Çünkü hani [111] kütle özısı çarpı Δt dersek kütlesi [111] soğuşun kütlesi büyük yani bununki küçük oluyor değil mi?

Araştırmacı: Hıhı

Fikriye: Belki birbirini dengel... dengeleyip hani eşitlenmiş olabilirler diye düşündüm.

Araştırmacı: Hım peki. Bu üç durumun son hallerini ne dersin? Son sıcaklık konusunda.

Fikriye: Ya son sıcaklık... Son sıcaklıkları eşit olur.

Araştırmacı: Hım. Hepsinin aynı?

Fikriye: Hıhı.

Araştırmacı: Mesela hepsinin on, on, on olur son sıcaklığı ya da yirmi, yirmi, yirmi mi?

Fikriye: Evet.

ÇM'yi okuduktan sonra Fikriye her üç durumda da sıcaklıkların maddeler için aynı değeri alacağını söylemiştir. Maddeler arası ısı alış verişi olayında madde miktarı fazla olanın ısısı fazladır diye söylemiş ve ısının madde miktarı büyük olandan madde miktarı az olana doğru olacağını ifade etmiştir. Ayrıca Fen Bilgisi öğretmeni adayının oluşturulan üç durum için denge sıcaklıklarının birbirine eşit olacağını dile getirdiği gözlenmiştir. Bu fikirler açısından düşünüldüğünde Fikriye'nin ÇM'yi okuduktan sonra ısı alış verişi konusunda alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. Yani Fikriye metinleri okuduktan sonra denge sıcaklığı ve madde miktarı arasındaki ilişkiyi hala net kuramamaktadır ve ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünmektedir.

ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının metinleri okumadan önce ısı alış verişi tamamlandığında maddelerin sıcaklıklarının eşitlenmesinin yanı sıra ısı miktarlarının da eşitleneceklerini söyledikleri tespit edilmiştir. Yılmaz'ın ve Fikriye'nin bazı ifadelerinde ısıyı alınıp verilebilen bir nesne gibi düşündükleri gözlenmiştir. ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış verişi konusunda tespit edilen alternatif kavramlarını, ÇM'yi okuduktan sonra yapılan görüşmede de devam ettirdikleri tespit edilmiştir.

ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili bulguları genel olarak incelendiğinde, ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre var olan alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimlerinin daha düşük olduğu söylenebilir. Ancak ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının metinleri

okuduktan sonra var olan alternatif kavramlarının bazılarını devam ettirdikleri bazılarını ise bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirdikleri bulunmuştur

4.8. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Getirilen Üstkavramsal Faaliyetlere Yönelik Bulgular

Bu bölümde ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının bu metinleri okurken aktif hale gelen üstkavramsal faaliyetleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bakımdan 3 öğretmen adayının ÜKDM'yi okurken alınan ses ve video kaydından faydalanarak aktif hale gelen üstkavramsal faaliyetler tanımlanmıştır. Üstkavramsal faaliyetler aşağıda sunulurken her bir üstkavramsal faaliyet için ayrı bir başlık altında örneklerle açıklanmıştır.

4.8.1. Üstkavramsal Farkındalık Faaliyetine Dair Bulgular

Üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireylerin zihinlerinde var olan modellerin, kavramların, ontolojik varsayımların, ne bilmediklerinin, bağlamsal farklılıklarının ve tecrübelerinin ya da deneyimlerinin farkında olmalarını içermektedir. Üstkavramsal farkındalık faaliyeti 1. dereceden üstkavramsal farkındalık ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti olmak üzere ikiye ayrılır.

4.8.1.1. Birinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık

1. dereceden üstkavramsal farkındalık bireyin zihnindeki var olan ya da dinamik bir şekilde oluşturdukları fiziksel dünya ile ilgili fikirler, zihinsel modeller ve gösterimler ile bireyin kavram ekolojisindeki öğelerin o an için haberdar olmasını gerektirir. 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyet ise bireyin geçmişte sahip olduğu fikirler, zihinsel modeller ve kavram ekolojisinin diğer öğeleri (Kavramla ilgili ön bilgi\mevcut kavramlar, çeşitli kavramlar arasındaki ilişkiler, epistemolojik inançlar, ontolojik inançlar) hakkındaki farkındalığı ile ilgilidir. Kısaca 1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin şu anda sahip olduğu fikirleri ve kavram ekolojisindeki öğelerinin farkında olmasını içerirken; 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin geçmişte sahip olduğu fikirleri ve kavram ekolojisinin ilgili öğeleri hakkındaki farkındalığını içerir. 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinin aktif hale gelebilmesi bireyin daha önce aynı kavramlar ya da fikirler hakkında ne düşündüğünün farkında olmasını gerektirir. Bu bakımdan bir kavramla ilgili 1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti aktif hale gelmezse o kavramla

ilgili 2. dereceden üstkavramsal farkındalığın aktif hale gelmesi düşünülemez (Yürük, 2005).

1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti Yürük (2005) tarafından aşağıdaki gibi alt faaliyetlere sınıflandırılmıştır:

1. Zihinsel modellerin\fikirlerin\kavramların 1.dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
2. Ontolojik varsayımlardan 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
3. Ne bilmediğinin 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
4. Bağlamsal farklılıkların 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
5. Tecrübelerden\deneyimlerden 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak

Aşağıda bu çalışmada öğretmen adaylarında ÜKDM'yi okurken aktif hale gelen birinci dereceden üstkavramsal farkındalığın her kategorisi açıklanarak örnekler sunulmuştur.

4.8.1.1.1. Zihinsel Modellerin\Fikirlerin\Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğretmen adayları fikirlerini ve fiziksel dünya ile ilgili zihinsel temsillerini basitçe açığa vurduklarında birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetini kullanmış olurlar. Öğretmen adaylarında ÜKDM'yi okurken ısı ve sıcaklık kavramlarına dair aktif hale gelen birinci dereceden sayısız üstkavramsal farkındalık faaliyeti tespit edilmiştir. Tablo 4.8.1.1.1.1.'de öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin\fikirlerinin\kavramlarının 1. dereceden üstkavramsal olarak farkındalık faaliyetine dair örnek alıntılar yer almaktadır.

Birinci örnekte öğretmen adaylarından Gamze'nin özısı kavramına yönelik bir örnek olayda demir bankta oturmak yerine tahta banka geçmek fikriyle ilgili açıklaması yer almaktadır. Örnek olayla ilgili fikirlerini sunarken öğretmen adayının zihinsel modellerinin\fikirlerinin\kavramlarının 1. dereceden üstkavramsal olarak farkındalık faaliyetini aktif hale getirdiği saptanmıştır. İkinci örnekte başka bir öğretmen adayının ısı, sıcaklık ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi açıklarken açığa çıkan 1. dereceden zihinsel modellerin\fikirlerin\kavramların üstkavramsal farkında olma faaliyeti sunulmuştur. Üçüncü örnekte ise Ebru'nun farklı iki kapta bulunan hacimleri ve kütleleri aynı, aynı cins sıvıların boş bir kapta birleştirildiğinde gerçekleşen olayla ilgili

açıklama yaparken birinci dereceden zihinsel modellerin\fikirlerin\kavramların üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.8.1.1.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Zihinsel Modellerin\Fikirlerin\Kavramların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	<u>Gamze:</u> [uu] Çünkü Yiğit demir banktan daha sıcak olduğu için artı ısısı fazla olduğu için Yiğit'ten demir banka bir ısı geçişi oluyor ve Yiğit üşürken demir bank onun ısınısını alıyor ama tahta bankın şeyi daha düşük olduğu için yani özısısı daha düşük olduğu için ve Yiğit'ten ısıyı daha az alacağı için herhalde tahta bank daha sıcak olur Yiğit'in ısınısını daha az azaltır o yüzden.
2. Örnek	<u>Nisa:</u> Isı bir enerji çeşididir. Isı potansiyel enerji toplamıdır deyim. Sıcaklıkta hem potansiyel hem kinetik enerji toplamıdır diye biliyorum. Enerji de bir iş yapabilme yeteneği yani çeşit çeşit enerji tanımı var. Yani ısı Joule cinsinden [uu] enerjiyi bir işi yapabilmek için gerekli olan...
3. Örnek	<u>Ebru:</u> 40 derece olur diye düşünüyorum. Esra. Sıcaklık farkından dolayı şu titreşimler şey olacak. Artacak. Tanecik daha fazla burda. Burda daha yavaş. Burda taneciklerin şeyi aktarılıyor. O yüzden sıcaklık değişir. 50 dereceyle tanecikleri daha hızlı 30 derece onu yavaş. Bu buna enerji aktarıyor. Titreştirmeye başlıcak. Hız kazandıracak. Eşitliyor birbirlerini. 40 olur işte.

4.8.1.1.2. Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğretmen adaylarının ısı kavramını maddesel bir varlık gibi cisimlerin içinde olduğunu düşündüğü yapılan görüşmelerde tespit edilmiştir. Ontolojik varsayımlardan 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyeti ÜKDM'nin içinde aktif hale getirilerek öğretmen adaylarının bu ontolojik varsayımlarından haberdar olmaları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının ÜKDM'yi okurken ontolojik varsayımlardan 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale geldiği tespit edilmiştir. Tablo 4.8.1.1.2.1.'de ontolojik varsayımlardan 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetine dair öğretmen adaylarının metinleri okuması sırasındaki örnek alıntılar yer almaktadır.

1. örnekte öğretmen adayının sıcaklık kavramını enerji olarak düşündüğü ancak sıcaklığın değil ısıнын bir enerji çeşidi olduğunu ifade ettiği tespit edilmiştir. 2. örnekte öğretmen adaylarından aynı ortamda bulunan büyüklükleri birbirinden farklı iki masa

hakkında kavram karikatürünün hangi fikrine katıldığı konusunda açıklama yapması istenmiş ve öğretmen adaylarının bu fikirlerden hangisine katıldığını açıklamasına dair alıntılar yer almaktadır. Nisa'nın ısı hakkındaki iki teorisin anlatıldığı kısımda “Sizde bu yanılgıya düşenlerden misiniz?” sorusuna verdiği yanıt 4. Örnekte sunulmuştur. 5. örnekte ise öğretmen adayının ısı sıcaklık ve enerji kavramlarına ait ilişkiyi açıklarken kullandığı ifadeler yer almaktadır. Alıntılar incelendiğinde öğretmen adaylarının ontolojik varsayımlarından 1.dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini açığa çıkardıkları tespit edilmiştir. Birinci örnekte öğretmen adayının sıcaklığı bir enerji çeşidi olarak düşündüğü ancak ısıнын bir enerji olduğunu söylediği görülmektedir. İkinci örnekte öğretmen adayının sıcaklıkları aynı olan masaların ısılarının birbirine eşit ve sıfırdan farklı bir değer olduklarını söyledikleri ve yazdıkları tespit edilmiştir.

Tablo 4.8.1.1.2.1. Üstkavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ontolojik Varsayımlardan 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	Ebru: Ben sıcaklığı enerji olarak düşünüyordum. Hâlbuki sıcaklık bir enerji çeşidi değildir. Evet ısı enerji.
2. Örnek	Gamze: Ben ilk seferinde küçük olanın daha fazla sıcak olacağını ileri sürmüştüm. Ama şu an öyle değil gibime geliyor. Şu an mantıklı gelen sondaki. [uu] Isıları, şimdi ısı neydi [umm] birbirlerine iletim. Isıları birbirine eşittir. [um] ama şöyle birşey var. O zaman şimdi tam ikilemde kalıyorum hani [uu] eğer ki masa küçükse yani sonuçta ama aynı maddeden yapılmış, eğer ki masa küçükse ortamdan bir enerji alıyorsa ordaki maddeler hani daha böyle şey olduğu için birbirlerine daha çabuk enerji aktarımı yapabilirler diye düşünüyorum. Ama tam ikilemde kaldım... Yani bence ikisinin sıcaklıkları birbirine eşittir...Şimdi sıcaklık ortalama kinetik enerjidi. Isı da bu kinetik enerjilerin birbirine aktarımı. Aynı madde olduğu için yani kinetik enerjileri aynıdır, birbirlerine eşittir.
3. Örnek	Gamze: [uu] aynı ortamdakilerin sıcaklıkları aynı oluyor. Ama hani sonuçta [uuu] ısıları bir şekilde ölçülemiyor. Bunu şimdiye kadar bilmiyordum. Yani ısıları hakkında bir yorum yapamayız orda biz. Fikrim değişti.
4. Örnek	Nisa: Ben ısıнын direkt aktarıldığını düşündüm ama bir noktada enerjinin aktarıldığını söylemiştim. Yani bir öyle bir böyle arada kalmış. Hem enerji hem de ısı olarak aktarıldığını...
5. Örnek	Gamze: Isı bir enerji çeşididir. Ben iletilmez demiştim ama ısı bir enerji çeşididir. Isı bir enerji çeşididir ve kalorimetreyle ölçülür. [eee] Enerji olduğu için de iletilebilir aktarılabilir. Başka bir enerjiye dönüşebilir. Sıcaklık ise sadece bir ölçüm sonucudur. Yani birimi °C, Kelvin veya Fahrenheit olabilir. Ama hani sıcaklık ısıнын sadece [um] belirli bir özelliğini ölçer.

4. örnekte öğretmen adayının ısı ve enerji şeklinde kavramları ayrı ayrı oluşturduğu tespit edilmiştir. 5. örnekteki öğretmen adayının ısı ile iletmez olduğunu düşündüğü tespit edilmiş ancak metinde ısı, sıcaklık ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi açıklarken ısı ile enerji olduğunu ifade ettiği gözlenmiştir.

4.8.1.1.3. Ne Bilmediğinin 1. Dereceden Üst kavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğretmen adayları ÜKDM'yi okurken, metin içinde yönlendirilen kimi sorularda zihinsel temsillerini anlatırken ya da var olan kavramlarını yeniden yapılandırırken ne bilmediklerinin farkında oldular. Ayrıca ÜKDM'de verilen ilginç olaylar hakkında da öğretmen adaylarının ne bilmediklerinin 1. dereceden üst kavramsal olarak farkında olma faaliyetini kullandıkları tespit edilmiştir. Tablo 4.8.1.1.3.1'de ÜKDM okunurken öğretmen adaylarında aktif hale gelen ne bilmediğinin 1. dereceden üst kavramsal olarak farkında olma faaliyeti için örnek veri kesitleri verilmiştir.

Tablo 4.8.1.1.3.1. Üst kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Ne Bilmediğinin 1. Dereceden Üst kavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	<u>Ebru:</u> [eee] <i>Ben bunların özysılarını bilmiyorum.</i>
2. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Isı bir enerji çeşididir. Isı potansiyel enerji toplamıdır deyim. Sıcaklıkta hem potansiyel hem kinetik enerji toplamıdır diye biliyorum. Enerji de bir iş yapabilme yeteneği yani çeşit çeşit enerji tanımı var. Yani ısı Joule cinsinden [uu] enerjiyi bir işi yapabilmek için gerekli olan... aman enerji kalsın. Enerjiyi tanımlayamıyorum</i>

Tablo 4.8.1.1.3.1. incelendiğinde, öğretmen adaylarının ne bilmediğinin 1. dereceden üst kavramsal olarak farkında olmak faaliyetinde kavramların anlamları hakkında yorum yaptıkları ve bunu bilmiyordum, doğru düşünüyordum gibi o andaki kavramsal anlamalarını sergiledikleri tespit edilmiştir. 1. örnekte Ebru'nun ÜKDM'de biberon şişesinin sıcaklığını sabit tutmak konusunda kavram karikatürlerinden hangisinin dediğini seçersin sorusuna verdiği yanıt sunulmuştur. Öğretmen adaylarından Nisa, ÜKDM'de bilimsel olarak doğru kabul gören bilgilerin aktarıldığı metin kısmından sonra ısı ve sıcaklık kavramları için şu an hangi özelliklerin farkına vardınız sorusuna 2. örnekte gösterildiği gibi cevap vermiştir. Öğretmen adaylarının

cevaplarında ne bilmediğinin 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

4.8.1.1.4. Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Bu çalışmada öğretmen adaylarının şekilleri farklı ayrı üç kaptaki aynı sıcaklıktaki sıvıların üstlerine eklenen sıcaklığı daha yüksek sıvının, bu kaptaki sıvıların sıcaklıklarına etkisi hakkında yaptıkları yorumlar bağlamsal farklılıkların 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyeti altında incelenmiştir. Öğretmen adayları ÜKDM'nin bu kesitinde bağlamsal faktör olarak kapların şekilleri ve bunun madde miktarına etkisi ile madde miktarının sıcaklık üzerine etkilerini ele almışlardır. Tablo 4.8.1.1.4.1.'de öğretmen adaylarının ÜKDM'yi okurken aktif hale gelen bağlamsal farklılıkların 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetine dair örnek kesitleri verilmiştir.

Tablo 4.8.1.1.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinleri Okunurken Aktif Hale Gelen Bağlamsal Farklılıkların 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	Ebru: <i>Şimdi buraya 60 koyuyorlar. Şimdi bu şey olacak. Aynı olduğu için 80, 40 olacak. Ama bu 60 dan daha fazla koyduğumuz için 60 a daha yakın olacak. Bu da 20 ye daha olacak. Yani bu 40 dan büyük, bu 40dan düşük olacak.</i>
2. Örnek	Gamze: <i>[um] Kapların şekilleri farklı olduğu için [uu] mesela [uu] şu kabı şöyle yapmaya çalışsak şurda bir miktar sıvı açığı olur, şu kaba göre. Şu da yine aynı şekilde. Bunların üstünü doldurduğumuzda şuraya daha az 60°C olan sıvıdan gelir. Buraya daha fazla 60°C olan sıvıdan gelir. Buraya ikisinin ortasında gelir. [uu] bu yüzden üç kabın yüzeyle temas eden taban alanları birbirine eşittir. Ha şuralar birbirine eşit. O zaman şurdan çiziyoruz.</i>
3. Örnek	Nisa: <i>Diyelim ki şimdi bu düzgün hacimli olduğu için buna V hacim dersek bu da V hacimli olur. Bu yukarı doğru koni şeklinde açıldığı için bu V hacim hani V demeyelim de A hacim dersek bu 2A gibi daha fazla hacim oluyor. Buna B hacim dersek ondan daha az kapandığı için B bölü 2 hacim dersek işte fazla olan sıcaklığa daha yakın olduğu dersek 60 ile 20, 20 ye daha yakın olacak. Atalım mesela atıyorum ama bunlar eşit olduğu için atmayım da 60+20, 80 diyelim. O da 40 diyelim. Birincinin ortalama sıcaklığı 40. İkincisi ise 60 ile 20 kırk değil de bu sefer 35 pardon yukarısı daha fazla olduğu için 45 diyelim. Buna da 35 diyelim.</i>

Tablo 4.8.1.1.4.1. incelendiğinde öğretmen adaylarının bağlamsal farklılıkların 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini aktif hale getirirken, kapların şekilleri değiştiğinde üst kısımlarında kalan sıcaklığı yüksek sıvının hacminin değişmesini değerlendirdikleri tespit edildi. Hatta 2. ve 3. örnekte yer alan Gamze ve Nisa'nın ÜKDM'lerindeki alıntılarda kapların şekilleri ve hacimleri arasındaki ilişki ile hacim ve sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi zihinsel temsilleri ile anlatmaları bağlamsal farklılıkların 1. dereceden üstkavramsal olarak aktif hale geldiğini açıkça ortaya koymaktadır.

4.8.1.1.5. Tecrübelerden\Deneyimlerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğrencilerin fiziksel dünyadaki kavramları ve bunların kavram ekolojisindeki diğer öğelerini günlük hayatta başlarından geçen olaylar ve bu olaylara dayanarak edindikleri tecrübeler\deneyimler yakından etkiler. Bu nedenle ÜKDM'de yer alan örneklerin günlük hayattaki olaylarla yakından ilgili olmasına özen gösterilmiştir. Öğretmen adayları bu sayede bu metinler içinde yer alan örnek olaylar hakkındaki görüşlerini açıklarlarken günlük hayatta başlarından geçmiş ya da geçmesi olası olaylar hakkında zihinsel temsillerini ortaya çıkarmışlardır. Öğretmen adaylarının ÜKDM'yi okurken tecrübelerden\deneyimlerden 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetine yönelik sergiledikleri örnek alıntılar Tablo 4.8.1.1.5.1.'de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının cevaplarında deneyimlerden\tecrübelerden 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

Tablo 4.8.1.1.5.1. incelendiğinde metinlerden alınan kesitlerde aktif hale gelen tecrübelerden\deneyimlerden 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetinin tespit edilmesini sağlayan ifadelerin koyu karakterlerle yazıldığı görülür. Tablo 4.8.1.1.5.1'deki alıntılar incelendiğinde özellikle öğretmen adaylarının metinleri okurken tecrübelerden\deneyimlerden 1. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini aktif hale getirirken yaşadıkları olaylara dayanarak cevap verdikleri tespit edilmiştir. Özellikle öğretmen adaylarından Nisa'nın ÜKDM alıntılarında bu faaliyetin metin içinde sıklıkla açığa çıktığı görülmektedir.

Tablo 4.8.1.1.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Deneyimlerden\Tecrübelerden 1. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Yünlü diye düşünüyorum ben. Yani Neşe. Yünlü kışın yünlü kazaklar giyiyoruz.</i>
2. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[uu] bence babasını dinlemeli çünkü buradaki ısı yalıtımı önemli. Yani hani hep biz zaten öyle diyoruz ya kalın bir hırka giyene kadar iki tane ince giymemiz o aradaki havanın ısı yalıtımını sağlaması ve hani Selimin sıcaklığı dışarı iletildiği için zaten selim üşüyor orda. Isısı iletildiği için selim üşüyor orda. Eğer ki hani ısı yalıtımını sağlarsak orda Selim üşümeyecektir.</i>
3. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Yani demir daha soğuktur. Bir de demir sıcaklığı daha çabuk iletir. Nasıl ki bir tahta kaşıkla demir kaşığı elimize aldığımızda hani yemekleri pişirirken çoğunlukla tahta kaşık kullanıyoruz, çünkü ısıyı daha geç iletir. Elimizi yakmasını engeller. Demir daha çabuk iletir o yüzden demire oturunca sıcaklığı tamamen gider. Sıcaklığı daha çabuk alındığı için üşümesi daha fazla olur o yüzden demirden tahtaya geçmiştir derim. Hem tahtadan daha soğuk hem de daha çabuk iletmediği için derim.</i>
4. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Berkayın fikrini seçtim. Çünkü şimdiye kadar bildiğimiz bilgiler ve yaptığımız deneylerle zaten ısıyı iletmeyen bir şey olmadı. Hatta böyle uzaya çıkarken filan hani daha az ısıyı iletecek şeyler filan kullanılıyor. Yani bildiğimiz tüm maddeler ısıyı iletmiyor.</i>
5. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Hem deneyimlerden hem de örneklerden Erzurum’da hani mesela soğuk bir memleket olduğu için camlar kesinlikle hep iki katlıdır. Böyle tek katlı şeyler göremezsiniz. Bunu söylerim. Eğer hava arada yalıtım olarak olduğu için Selim’in işte iki ince battaniye kullanmasını isterim. Cam ve teknoloji örneklerini göstererek aradaki yalıtıcı hava olursa daha çabuk ısınacağını söylerim.</i>

4.8.1.2. İkinci Dereceden Üstkavramsal Farkındalık

Birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin var olan bilgi ya da kavramsal anlamasına dair o anki zihinsel gösterimlerini açığa vurarak fark etmesini içerir. Bilişsel süreçlerinde meydana gelen değişimleri izleyebilmesi için bireyin tek başına o anki kavramsal anlamasının farkında olması yetmez. Aynı zamanda bireyin geçmişte de aynı kavramlara yüklediği anlamların, geçmişteki kavramsal anlamasının da farkında olması gerekir. Bu bakımdan ikinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti bireyin geçmişte var olan zihinsel gösterimlerinin ve kavram ekolojisindeki diğer öğelerle ilgilenir. İkinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinin aktif hale getirilebilmesi için bireyin ilgili kavramla hakkında birinci dereceden üstkavramsal farkındalığı aktif hale getirmiş olmalıdır. Bu bakımdan birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti, ikinci dereceden farkındalık faaliyeti için bir ön koşuldur. İkinci

dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti de, birinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetinde olduğu gibi Yürük (2005) tarafından beş alt kategoriye sınıflandırılmıştır. Bu alt kategoriler şöyledir:

1. Ön bilgilerinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
2. Ontolojik varsayımlardan 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
3. Ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
4. Bağlamsal farklılıkların 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak
5. Tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak

İkinci dereceden üstkavramsal farkındalığın her kategorisi ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

4.8.1.2.1. Ön Bilgilerinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğretmen adaylarının birinci dereceden üstkavramsal olarak farkında oldukları kavramları çıkış noktası olarak ve bu kavramlara geçmişte yükledikleri anlamları düşünerek yaptıkları yorumlar ön bilgilerinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini aktif hale getirdiklerini kanıtlar. Öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okurken açığa çıkardıkları ön bilgilerinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetine yönelik tespit edilen örnek alıntılar Tablo 4.8.1.2.1.1.’de gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının cevaplarında ön bilgilerinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

Tablo 4.8.1.2.1.1.’de yer alan ÜKDM’deki 1. ve 2. örnek alıntılar incelendiğinde öğretmen adaylarının metinlerin son kısmına doğru ilk başta sorulan ısı, sıcaklık ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi yeniden kurmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının metinde geçen bu soruyu sesli düşünürlerken kavramlara metnin başında hangi anlamları yüklediklerini sorguladıkları tespit edilmiştir. 3. örnekte ise öğretmen adayının aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları hakkındaki yorumuna yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının ön bilgilerinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini aktif hale getirdiklerinin kanıtı olarak ifadelerinde yer alan “akmıyomuş”, “demiştim”, “ilk başta... düşünüyordum” gibi alıntılar kanıt olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.8.1.2.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ön Bilgilerinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Değişti mesela ısı akmıyomuş, bir enerji şekli. Sıcaklık kinetik enerjilerin toplam ölçüsüdür. Isı da sıcaklık farkından ortaya çıkan bir enerjidir. Enerji hakkındaki fikrim değişmedi. Yani enerji aktarılır. Evet enerji aktarılır diye düşünüyorum.</i>
2. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>(Düşünür) Ben ısı iletilmez demiştim. Evet ısı enerji olduğu için iletiliyor. Elimizden kolonyaya ısı iletimi olur.</i>
3. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[eee] Yaklaşık aynı şeyler ama farklı şekilde açıklıyormuşum yani. Hani mesela ilk başta o [um] demir bank olana oturduğunda daha soğuk oranın daha soğuk olduğunu düşünüyordum yani hani çünkü bir şekilde onun daha az ısıyı çektiğini yani iletiminin daha şey olduğunu düşünüyordum ama aslında aynı sadece ısı iletimi farklı olduğu için. Şu an onu açıklayabiliyorum yani hani ısı iletimi bizden demire fazla olduğu için bizden demire geçişi daha fazla olduğu için hani biz daha soğukmuş gibi algılıyoruz ama aslında aynı. Aynı sıcaklıktalar sadece ısı iletiminden kaynaklanan bir şeyler...</i>

4.8.1.2.2. Ontolojik Varsayımlardan 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Ontolojik varsayımlar alternatif kavramlara dayanak teşkil eden ve alternatif kavramların değiştirilmesinde açığa çıkan büyük bir engeldir.

Ontolojik varsayımlardan ikinci dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelmesi için öncelikli olarak bireyin ontolojik varsayımlarından birinci dereceden farkında olması gerekir. ÜKDM’de ontolojik varsayımların 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini doğrudan açığa çıkarabilecek soru konulmadığı tespit edilmiştir. Ancak öğretmen adaylarının metinlerin çeşitli kısımlarında ontolojik varsayımlarının 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktifleştirdikleri tespit edilmiştir. Tablo 4.8.1.2.2.1.’de öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okurken aktif hale getirdikleri ontolojik varsayımlardan 2. dereceden farkında olma faaliyetine ait bulgular gösterilmektedir. Öğretmen adaylarının cevaplarında ontolojik varsayımlardan 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

Tablo 4.8.1.2.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ontolojik Varsayımlardan 2. Dereceden Farkında Olma Faaliyetine Ait Bulgular

1. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>(Düşünür) Ben ısı iletilmez demiştim. Evet ısı enerji olduğu için iletiliyor.</i>
2. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Ben sıcaklığı enerji olarak düşünüyordum. Hâlbuki sıcaklık bir enerji çeşidi değildir. Evet ısı enerji.</i>

Gamze'nin ÜKDM'yi okurken ısı kavramı ile ilgili verdiği yanıtta ısının yapı olarak iletilemeyen, depolanan bir olgu diye düşündüğü tespit edilmiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının metinde geçen örneği ilk okuduğunda ısıyı maddesel bir varlık gibi düşündüğünü ortaya koyuyor. 2. örnekte ise Ebru'nun sıcaklık kavramını bir enerji olarak düşündüğünü hâlbuki sıcaklığın enerji çeşidi olmadığının farkına vardığı saptanmıştır. Bu bulgulara göre öğretmen adaylarının metinleri okurken ontolojik varsayımlardan 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini aktif hale getirdikleri tespit edilmiştir.

4.8.1.2.3. Ne Bilmediğinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

Öğretmen adayları ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirirlerken, metinlerin başında o kavramlara yönelik ne demişlerdi ya da geçmişteki bilişsel süreçleri nasıldı bunları yansıtmalıdır. Bu bakımdan öğretmen adaylarından ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirirlerken geçmişte aynı kavrama dair neyi bilmiyorlardı, ne demişlerdi ve kavram ekolojisindeki diğer unsurlarla ilişkisi nasıldı gibi fikirlerini açıkça ortaya koymaları beklenmiştir. Ayrıca 2. dereceden üstkavramsal olarak ne bilmediğinin farkında olma faaliyetini aktif hale getirirlerken tanımlayamadığı durumu açıklamak için daha önceki bilgisinin yeterli olmadığını ifade etmeleri de yeterlidir. Tablo 4.8.1.2.3.1.'de ÜKDM'nin okunması sırasında aktif hale gelen ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetine dair tespit edilen alıntı örnekleri mevcuttur. Öğretmen adaylarının cevaplarında ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

Öğretmen adaylarının ÜKDM'nin son kısımlarına doğru başta verilen örnek olaylardaki fikirleri sorulduğunda, ben böyle demiştim, daha önce tanımını yapamadım,

bunu bilmiyordum gibi ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Bu ifadeler öğretmen adaylarının ÜKDM'yi okurlarken ne bilmediğinin 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirdiklerinin kanıtı olarak düşünülmüştür. 1. örnekte öğretmen adayı ısı kavramını daha önceki bildiğinden farklı düşündüğünü ifade etmiş ve ısının sadece iletim sırasında ölçülebilir olduğuna değinmiştir. 2. örnekte öğretmen adayı metinlerin içinde yer alan örneği okurken bu olayı daha önce bilmediğini söylemiştir. 3. örnekte öğretmen adayı daha önce kullandığı kavramı aslında günlük hayatta hep kullandığı kavramlar arasında olduğunu ifade etmiş; ancak bu kavramı yanlış yerde kullandığının farkına varmıştır.

Tablo 4.8.1.2.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okurken Aktif Hale Gelen Ne Bilmediğinin 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olma Faaliyetine Dair Örnek Alıntılar

1. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Ben ıstıy daha iyi kafamda oturturdum diye düşünüyorum. Isı iki madde arasındaki sadece iletilen şey. Sadece iletim sırasında ölçülebilir...</i>
2. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Zaman zaman yıldız kayması olarak bilinen meteorlar kinetik enerjinin ısı enerjiye dönüşümüne en çarpıcı örneklerdir. Bunu bilmiyordum.</i>
3. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Yani aslında daha önce biliyormuşum ama böyle daha farklı geldi yani ben hani özısı farklı olduğu için daha farklı iletir yani daha farklı kapasitesi farklıdır diye düşünmüştüm öyle değilmiş ama metni anladığımı düşünüyorum yani zaten hani bildiğimiz kavramlar hep kullandığımız kavramlar sadece yanlış yerde kullanmışız.</i>
4. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Yani ısı sıcaklık ve enerji yine sıcaklık kinetik enerjilerin ortalaması, ısı enerji, enerji bildiğimiz enerji. Daha önce de tanımını yapmadım.</i>
5. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Ben böyle bilmiyordum. Şimdi ben tahtayla demir bir arada bulunduğunda demirin daha soğuk olduğunu düşünürdüm. Bunun aynı olduğunu gördüm. Demirle tahtanın sıcaklıkları farklı olur diye düşünürken aynı olduğunu gördüm. Üşümenin de sadece ısıyla yani sıcaklığı iletmelerinden dolayı... elimizin üşümesinin de özısı ya da sıcaklığı iletim hızlarından dolayı farklı hissediyoruz diye. Özısı kısmı benimde düşündüğüm gibi çıktı. Sadece sıcaklıklarını farklı olarak düşünüyordum ama aynıymış.</i>

4. örnekte öğretmen adayından ısı, sıcaklık ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi yeniden kurması istendiğinde enerji kavramının tanımını daha öncede yapamadığının farkına varmıştır. 5. örnekte ise öğretmen adayı demir bank ile tahta banka oturmanın arasındaki farklılıkları açıklarken öğretmen adayının ne bilmediğinin

2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirdiği söylenebilir. Çünkü ben böyle bilmiyordum şeklinde daha önce ne bilmediğine ait ipucu vermiştir.

4.8.1.2.4. Bağlamsal Farklılıkların 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

ÜKDM’de bağlamsal farklılıkların 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin doğrudan sorulduğu soru örnekleri mevcut değildir. Yani ısı ve sıcaklık konusunda hazırlanan ÜKDM’de bağlamsal farklılıkların 2. dereceden üstkavramsal farkında olmak faaliyetinin aktif hale getirilemediği tespit edilmiştir. ÜKDM’de daha önce sunulan bağlamsal farklılıklar için öğretmen adayları “daha önce bunu ... şeklinde düşünmüştüm” gibi ifadeler kullanmamışlardır.

4.8.1.2.5. Tecrübelerden\Deneyimlerden 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak

ÜKDM’de öğretmen adaylarının tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetini aktif hale getirebilmeleri için bilimsel olarak doğru kabul gören bilimsel bilgi kısımlarından sonra, önce verilen örnek durum hakkındaki fikirleri yeniden sorgulamalarına yönelik sorular yönlendirilmiştir. Tablo 4.8.1.2.5.1.’de ÜKDM’nin okunması sırasında aktif hale gelen tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetine dair tespit edilen alıntı örnekleri mevcuttur. Öğretmen adaylarının cevaplarında deneyimlerden\tecrübelerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale gelen kesitleri koyu karakterle gösterilmiştir.

Öğretmen adayları tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinde yöneltilen soruları sesli düşünürlerken “ilk başta... düşünürdüm” ya da “ilk şeyde görüşmede ... söylemişim” gibi ifadeler kullanmışlardır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının metin içindeki sorulara sesli yanıt vermeleri esnasında tecrübelerine\deneyimlerine geçmişteki düşüncelerini kullandıkları açıklamalarındaki ifadelerde tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma faaliyetini ele vermiştir. Örneğin 1. örnekte öğretmen adayının metinleri okumaya başlarken demirin sıcaklığını daha düşük algıladığını söylemiştir. 2. Örnekte ise öğretmen adayının metinlerin başında verdiği yanıtı paralel olarak ön görüşmesinde bile tecrübesinden yararlandığını ortaya çıkarmıştır. 3. örnekte ise öğretmen adayının 1.

örnekte olduğu gibi demirin sıcaklığını daha düşük algıladığına yönelik ifadesi bulunmaktadır. Bu bulgular ışığında ÜKDM’de tecrübelerden\deneyimlerden 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyetinin aktif hale getirildiği söylenebilir.

Tablo 4.8.1.2.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Tecrübelerden\Deneyimlerden 2. Dereceden Üstkavramsal Olarak Farkında Olmak Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri

1. Örnek	<u>Gamze:</u> [eee] Yaklaşık aynı şeyler ama farklı şekilde açıklıyormuşum yani. Hani mesela ilk başta o [um] demir banka olana oturduğunda daha soğuk oranın daha soğuk olduğunu düşünüyordum yani hani çünkü bir şekilde onun daha az ısıyı çektiğini yani iletiminin daha şey olduğunu düşünüyordum ama aslında aynı sadece ısı iletimi farklı olduğu için. Şu an onu açıklayabiliyorum yani hani ısı iletimi bizden demire fazla olduğu için bizden demire geçişi daha fazla olduğu için hani biz daha soğukmuş gibi algılıyoruz ama aslında aynı. Aynı sıcaklıktalar sadece ısı iletiminden kaynaklanan bir şeyler. Şu anki fikrim tabii ki daha farklı.
2. Örnek	<u>Gamze:</u> [uu] Yine aynı şekilde demiştim hani kalın olan bir tane kazak giymek yerine daha ince olan iki tane kazak giymek ısı yalıtımını sağlayacağı için daha güzel olacaktır. [uu] yine aynı şekilde mesela yemeği pişirdikten sonra ben hani sofraya sararız filan demiştim ilk şeyde görüşmede, hani onun yerine yünlüler bir kumaşa iki kat sararsak çok daha iyi olacaktır yani çok daha iyi bir şekilde ısı yalıtımı gerçekleşecektir.
3. Örnek	<u>Nisa:</u> Ben böyle bilmiyordum. Şimdi ben tahtayla demir bir arada bulunduğunda demirin daha soğuk olduğunu düşünürdüm. Bunun aynı olduğunu gördüm. Demirle tahtanın sıcaklıkları farklı olur diye düşünürken aynı olduğunu gördüm. Üşümenin de sadece ısıyla yani sıcaklığı iletmelerinden dolayı... elimizin üşümesinin de özısı ya da sıcaklığı iletim hızlarından dolayı farklı hissediyoruz diye. Özısı kısmı benimde düşündüğüm gibi çıktı. Sadece sıcaklıklarını farklı olarak düşünüyordum ama aynıymış.

4.8.2. Üstkavramsal İzleme Faaliyetlerine Dair Bulgular

Üstkavramsal izleme faaliyeti, bireyin devam eden bilişsel süreci veya bilişsel durumu hakkında bilgi üretmek için aktif olan süreçleri içerir. Üstkavramsal izleme faaliyetleri:

1. Bir fikri anladığını izleme

2. Başka birey ya da kaynaklardan gelen fikirleri\bilgileri izleme
3. Yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme
4. Daha önce sahip olunan fikirle daha önceki tecrübe\deneyim ile tutarlılığı izleme
5. Fikirlerdeki değişimi izleme olarak alt sınıflara ayrılmıştır (Yürük, 2005).

Aşağıda her bir üstkavramsal izleme faaliyetine ait alt kategorinin ÜKDM okunurken aktif hale gelip gelmediği örneklerle açıklanmıştır.

4.8.2.1. Bir Fikri Anladığını İzleme

Posner ve arkadaşlarının (1982) geliştirdiği kavramsal değişim yaklaşımında kavramsal değişim için gerekli dört koşuldan biri de yeni kavramın anlaşılabilir olmasıdır. Öğretmen adaylarının alternatif kavramlarını değiştirmeleri için ÜKDM’de öğretmen adayları için yeni sayılabilecek kavramların anlaşılabilir olmasına özen gösterilmiştir. ÜKDM’de bir fikri anladığını izleme faaliyetinin aktif hale getirilebilmesi için metin içerisinde öğretmen adaylarına “Yukarıda geçen fikri anladığınızı düşünüyor musunuz?”, “Yukarıda geçen örnek için kinetik teoriyi kullanarak yorum yapabilir misiniz? Kendi cümlelerinizle kısaca açıklayınız” gibi sorular yönlendirilmiştir. Tablo 4.8.2.1.1.’de öğretmen adaylarının metin içinde bir fikri anladığını izleme faaliyetinin aktif hale geçebilmesi için yöneltilen sorulara verdikleri cevaplar yer almaktadır. Öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okurken aktif hale gelen bir fikri anladığını izleme faaliyetine yönelik ifadeleri koyu karakterler olarak gösterilmiştir.

1. örnekte öğretmen adaylarına ÜKDM’deki ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlıkla ilgili bilimsel bilgilerin aktarıldığı metin kısmından sonra metni anlayıp anlamadıkları, anladılarsa kendi cümleleri ile anlatmaları istenmiştir. 2., 3. ve 4. örnekte ise ısı hakkındaki iki teoriyi okuduktan sonra öğretmen adaylarına bu teorileri anlayıp anlamadıkları anladılarsa kendi cümleleriyle ifade etmeleri istenmiş ancak Ebru ve Nisa’nın ısı hakkındaki teorileri kendi cümleleri ile anlatmadıkları tespit edilmiştir. 5. örnekte öğretmen adayı Gamze aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları hakkında metinde geçen fikri anlayamadığını ifade etmektedir. Dolayısıyla öğretmen adayı metinleri okurken bir fikri anladığını izleme faaliyetinin aktif hale geldiği söylenebilir. Öğretmen adaylarının yönlendirilen sorulara cevapları Tablo 4.8.2.1.1.’de gösterilmiştir. Öğretmen adaylarından Ebru yönlendirilen sorulara kısa yanıtlar

vermiştir. Ancak Gamze ve Nisa verdiği cevaplarda ÜKDM’de bir fikri anladığını izleme faaliyetinin aktif hale getirildiğinin kanıtıdır.

Tablo 4.8.2.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Bir Fikri Anladığını İzleme Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri

1. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[uu] Anladığımı düşünüyorum. [uu] burda önemli olan ısı iletimini engellemek ve bunun için ısı yalıtımı daha yüksek olan maddeleri kullanmalıyız. Bu sıcak tutmak için veya soğuk tutmak için değişmiyor. Aynı maddeyi... Önemli olan ısının iletilmesini engellemek.</i>
2. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Birincisinde hani ısının iletilen bir şey olduğunu söylemişti. Hani bu durumda kalorik teriminden bahsetmişti hani [uu] şeyi daha fazla olan madde miktarı daha fazlaysa kalorik daha fazladır mı diyordu. [uum] geriye bakabilir miyim? Ha şey diyordu burda sıcak cismin [uu] içinde daha çok kalorik bulunuyor. Soğuk cismin içinde daha az kalorik bulunuyor. Sonra işte sıcak cisimden soğuk cisme bu kalorik geçişi oluyor falan demişti. [uu] diğerinde ise hani kinetik enerjilerden bahsetti kinetik teori diyorduk zaten. Orada hani [uu] cismin sıcaklığına bağlı olarak sıcaklığı daha fazla olan cisim daha fazla titreşiyor. Yani kinetik enerjisi daha fazlaydı ve hani soğuk olan cismin kinetik enerjisi daha az olduğu için bu ikisi arasında bir titreşimden kaynaklı titreşim aktarılıyordu yani bi şekilde kinetik enerji aktarılıyordu ve enerji aktarımı vardı. Hani burda diğerindeki gibi bir kalorik aktarımı veya böyle bir ısı aktarımı olmuyordu. Evet anladım.</i>
3. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Yani hepsi doğru, anladığımı düşünüyorum.</i>
4. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Anladım. Evet.</i>
5. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Ya aslında ben orda takıldım biraz. Çünkü hani şu an hani bu tahtaya dokunduğumda şuraya dokunduğumda demirin daha soğuk olduğunu hissediyorum. Ama burda onu tam oturtamadım yani. Benden daha çabuk ısı geçtiği için olabilir mi demire? Demek ki o yüzden diye düşünüyorum. Yani aslında gerçi şöyle aynı hani banka oturup onu soğuk hissetmesiyle aynı yani. Evet açıklayabiliyor. Yine aynı durum, aynı durum aynı ortamda bulunan.</i>

4.8.2.2. Başka Birey ya da Kaynaklardan Gelen Fikirleri\Bilgileri İzleme

ÜKDM görüşme yapılan öğretmen adaylarına her türlü etkileşimden uzak olarak yüksek sesle okutulmuştur. Bu bakımdan öğretmen adayları gerek araştırmacı ile

gerekse diğer öğretmen arkadaşları ile etkileşime girmemiştir. Sınıf içi tartışmalarda yapılmamıştır. Dolayısıyla üstkavramsal faaliyetlerden biri olan başka birey ya da kaynaklardan gelen fikirleri\bilgileri izleme üstkavramsal faaliyeti metinler içinde verilen bilimsel bilgilerin aktarılmasından sonra metin içinde gelen fikirleri\bilgileri izleme faaliyeti olarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla öğretmen adaylarına metinde geçen fikirleri okurken neler düşündükleri, anlayıp anlamadıklarını sorgulayan türden sorular sorulmuştur. Yukarıda geçen fikri anladıysan aşağıdaki soruyu yukarıdaki fikirler ışığında kendi cümleleriyle açıkla gibi gelen fikri anladığına dair kanıt oluşturabilecek sorular ile çeşitlendirilmiştir.

Tablo 4.8.2.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinin Okunması Sırasında Aktif Hale Gelen Başka Birey ya da Kaynaklardan Gelen Fikirleri\Bilgileri İzleme Faaliyetine Dair Tespit Edilen Alıntı Örnekleri

1. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Maddenin iç enerjisinin, bulunduğu ortamda uzun süre korunabilmesi için hava, plastik köpük, cam yünü, asbest, katran, ahşap, taş yünü gibi ısıyı daha yavaş ileten yani ısı yalıtkanı malzemelerden yararlanılır. Maddenin iç enerjisinin, bulunduğu ortamda uzun süre [haa], sıcak durmasını sağlamak için.</i>
2. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Halbuki uzun süre aynı ortamda bulunan cisimlerin boyutları ve yapıldığı maddeler birbirinden farklı olsalar bile aynı sıcaklıktadır. Ama böyle olmaması gerekiyor bence yani.</i>
3. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Açıklıyor. Özısılarına bağlı hız, ısı iletim hızlarına bağlı olduğunu söylüyor. İnsan vücudundaki ısıyı daha çabuk aldığı için üşüme hissi olduğunu söylüyor. Evet desem yeterli.</i>

Tablo 4.8.2.2.1.'de öğretmen adaylarına bilimsel bilgi kısmını okuduktan sonra metin içinde geçen örnekle ilgili metinden öğrendiği bilgileri kullanarak birey ya da kaynaklardan gelen fikirleri\bilgileri izleme faaliyetini aktif hale getirdikleri özetlenmiştir. 1. örnekte Ebru ÜKDM'deki bilimsel bilgi kısımlarından 2. metni okurken ısı yalıtkanı maddeler hakkında okuduğu fikri\bilgiyi izlemiştir. Hatta öğretmen adayı fikri\bilgiyi izlerken [haa] şeklinde bir ünlem sesi bile çıkarmıştır. 2. örnekte Gamze ÜKDM'deki bilimsel bilgi kısımlarından 2. metni okurken aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklığı konusunda sunulan fikri\bilgiyi izlemiştir. Buna göre öğretmen adayının kullandığı ifadeler incelendiğinde aynı ortamdaki farklı cins maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunun farkına vardığı söylenebilir. 3. örnekte Nisa ÜKDM'nin aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklıymış gibi hissedilmesini açıklama yönünden fikirlerini sunmuştur.

Burada öğretmen adayının yöneltilen soruya yanıt verirken metinde geçen yeni fikri izlemiş ve dolayısıyla metinde okuduğunu tekrar etmiştir.

4.8.2.3. Yeni Fikir ve Var Olan Fikir Arasındaki Tutarlılığı İzleme

Yürük (2005)'ün yaptığı çalışmada izleme aşamasında öğretmen adayları başka birey ya da kaynaklardan gelen fikirleri izlemekle kalmadılar bunun yanı sıra yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı da izleme faaliyetini aktif hale getirdiler. Bunu yaparlarken, öğrenciler var olan fikirlerini referans alarak başka kaynaklardan gelen fikirlerle karşılaştırma yoluna gittiler. ÜKDM'de yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme faaliyetini öğretmen adayları gerek bilimsel bilginin aktarıldığı metin kesitinde gerekse metinlerde geçen fikirlerin mantıklılığına yönelik sorulara yanıtlarında aktif hale getirmişlerdir. Tablo 4.8.2.3.1.'de üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerinden biri olan yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme ögesine yer verilmiştir. Öğretmen adaylarının ifadelerinde eski fikir ile yeni fikrin tutarlılığını izleme faaliyetinin aktif hale geldiği cümleler koyu karakterlerle gösterilmiştir.

Tablo 4.8.2.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Yeni Fikir ve Var Olan Fikir Arasındaki Tutarlılığı İzleme Faaliyetine Yönelik Örnek Veri Kesitleri

1. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Çoğu öğrenci cisimlerin termal dengeye gelebilmek için sıcaklıklarını ya da soğukluklarını birbirlerine transfer ettiklerini düşünür; Ancak sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen ya da iletilen bir özellik <u>değildir</u>. Hım bak ben öyle düşünüyordum.</i>
2. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Mantıklı geliyor. Zaten daha önceki söylediğim şeylerle aynı şeyleri söylediler.</i>
3. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Halbuki uzun süre aynı ortamda bulunan cisimlerin boyutları ve yapıldığı maddeler birbirinden farklı olsalar bile aynı sıcaklıktadır. Ama böyle olmaması gerekiyor bence yani.</i>
4. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızı daha düşüktür. Evet, bunu bende böyle düşünüyordum.</i>

Tablo 4.8.2.3.1.'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının eski fikirleri ve yeni fikirleri arasındaki tutarlılığı izleme faaliyetine ait çeşitli metin kısımlarını okurken kullandıkları ifadeler yer almaktadır. Öğretmen adaylarının var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapabilmeleri için yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izlemelerinin gerekli olduğu düşünülmüştür. 1. örnekte öğretmen adayı sıcaklık ve soğukluk kavramlarıyla ilgili yeni gelen fikrin var olan

fikriyle tutarlı olduğunu ifade etmiştir. 2. örnekte olduğu gibi yeni gelen fikir var olan fikre göre daha tutarlı ise verilen durumu açıklamada yeterli ise bireyler üstkavramsal değerlendirme yaparlarken yeni fikrin daha mantıklı geldiğini söylerler. 3. örnekte ise öğretmen adayı ÜKDM'nin içinde yer alan bilimsel bilgi kısımlarından birincisini okurken eski fikri ile yeni fikri arasında tutarsızlık olduğunu düşünmüştür. 4. örnekte ise öğretmen adayının özısı ve ısı iletim hızı arasındaki var olan fikrinin metinleri okurken ifade edilen yeni fikirle tutarlı olduğunu ispatlar niteliktedir.

4.8.2.4. Daha Önce Sahip Olunan Fikirle Yeni Tecrübe\Deneyim İle Tutarlılığı İzleme

Öğretmen adayları kendi var olan fikirleri ve yeni gelen fikirlerindeki tutarlılığı izledikleri gibi var olan fikirleri ile daha önceki tecrübe ve deneyimleri ile tutarlılığını da izleyebilirler. Tablo 4.8.2.4.1'de öğretmen adaylarının ÜKDM'de daha önce sahip olunan fikirle, daha önceki tecrübe\deneyim ile tutarlılığı izleme faaliyetinin aktif hale getirildiği örnek veri kesitleri sunulmuştur. Öğretmen adaylarının bu faaliyeti aktif hale geldiğini ispatlar nitelikteki ifadeleri koyu karakterlerle gösterilmiştir.

Tablo 4.8.2.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Daha Önce Sahip Olunan Fikirle Yeni Tecrübe\Deneyim İle Tutarlılığı İzleme Faaliyetine Dair Örnek Veri Kesitleri

1. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Ben yani verilen örneklerde işte demirin daha soğuk olduğunu düşünüyordum ama şimdi aynımış. Açıklanıyor ki. Demir tahtadan soğuktur demiştim. Şimdi onların onlardan demirin c'sinin çok küçük olduğu için ısıyı iletmesi hızlı bu da insandaki ısıyı hızla aldığı için üşüme hissi veriyor.</i>
2. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[eee] yaklaşık aynı şeyler ama farklı şekilde açıklıyormuşum yani. Hani mesela ilk başta o [uum] demir banka olana oturduğunda daha soğuk oranın daha soğuk olduğunu düşünüyordum yani hani çünkü bir şekilde onun daha az ısıyı çektiğini yani iletiminin daha şey olduğunu düşünüyordum ama aslında aynı sadece ısı iletimi farklı olduğu için. Şu an onu açıklayabiliyorum yani hani ısı iletimi bizden demire fazla olduğu için bizden demire geçişi daha fazla olduğu için hani biz daha soğukmuş gibi algılıyoruz ama aslında aynı. Aynı sıcaklıktalar sadece ısı iletiminden kaynaklanan bir şeyler. Şu anki fikrim tabii ki daha farklı.</i>

1. örnekte görüldüğü gibi öğretmen adayı Nisa, aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerden demirin daha soğuk olacağını söylediğini hatırlamıştır. Bu örnekten anlaşılabilceği gibi öğretmen adayları daha önce sahip olunan fikirle yeni

tecrübe\deneyim ile tutarlılığı izleme faaliyetinde eski tecrübesiyle yeni fikrini de karşılaştırabilir. 2. örnekte de görüldüğü gibi Gamze, Nisa'nın yaptığı gibi eski tecrübesiyle yeni fikir arasındaki tutarlılığı izlemiştir.

4.8.2.5. Fikirlerdeki Değişimi İzleme

Öğretmen adaylarının fikirlerinde meydana gelen değişimleri izleyebilmeleri için kavramlar hakkında 1. dereceden ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetlerini aktif halde kullanmaları gereklidir. Nasıl ki 1. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyeti için bir ön koşul ise, 1. ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetlerinin ikisi de fikirlerdeki değişimi izleme faaliyeti için bir ön koşuldur. Çünkü öğretmen adaylarının fikirlerindeki değişimi izleyebilmeleri için kavramlar hakkında o an nasıl düşündüklerini ve geçmişte hangi özellikleri o kavrama yüklediklerini karşılaştırma yapmaları gerekir. ÜKDM'de öğretmen adaylarının fikirlerindeki değişimi izleme faaliyetini aktif hale getirdiği birçok örnek bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı Tablo 4.8.2.5.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8.2.5.1.'de görüldüğü gibi öğretmen adaylarına ÜKDM'de farklı bilimsel bilgi kısımlarından sonra farklı sorular yönlendirilmiş ve fikirlerindeki değişimi izleme faaliyetinin aktif hale getirilmesi sağlanmıştır. Örneğin 1. örnekte Ebru ve 5. örnekte Nisa, sıcaklıkla ilgili verilen analogiyi okuduktan sonra sıcaklık kavramı hakkında görüşlerinde değişiklik olduğunu söylemiştir. Öğretmen adayları daha öncesinde böyle düşünmediklerini ifade etmişlerdir. 2. ve 4. Örnekte öğretmen adayları 1. metni okuduktan sonra aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları hakkında fikirlerindeki değişimi sergilemişlerdir. 1. Metni okumadan önce farklı sıcaklıkta olduklarını düşündüklerini, metni okuduktan sonra bu maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. 3. Örnekte ise Gamze ÜKDM'de 3. ve 4. metin kısımlarını okuduktan sonra ısı, sıcaklık ve enerji kavramlarına dair fikirlerindeki değişimi sergilemiştir. Öğretmen adaylarının çeşitli sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde üstkavramsal olarak fikirlerindeki değişimi izlerlerken 1. dereceden ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalıklarını karşılaştırdıkları tespit edilmiştir.

Tablo 4.8.2.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Fikirlerindeki Değişimi İzleme Faaliyetine Dair Örnek Veri Kesitleri

1. Örnek	Ebru: <i>Hım şimdi. Ben öyle olduğunu düşünmüyordum. Doğru 60 ve 80. 80 ondan daha fazla kuvvet uygulamış. Farklılık olduğunu düşünüyorum.</i>
2. Örnek	Gamze: <i>[eee] yaklaşık aynı şeyler ama farklı şekilde açıklıyormuşum yani. Hani mesela ilk başta o [uum] demir banka olana oturduğunda daha soğuk oranın daha soğuk olduğunu düşünüyordum yani hani çünkü bir şekilde onun daha az ısıyı çektiğini yani iletiminin daha şey olduğunu düşünüyordum ama aslında aynı sadece ısı iletimi farklı olduğu için. Şu an onu açıklayabiliyorum yani hani ısı iletimi bizden demire fazla olduğu için bizden demire geçişi daha fazla olduğu için hani biz daha soğukmuş gibi algılıyoruz ama aslında aynı. Aynı sıcaklıktalar sadece ısı iletiminden kaynaklanan bir şeyler. Şu anki fikrim tabii ki daha farklı.</i>
3. Örnek	Gamze: <i>Çok değil ama yine de değişti yani. Hani [uum] ısı sadece o enerjilerin bir [uu] aktarımının bir ölçüsü; sıcaklık ise kinetik, ortalama kinetik enerjilerinin, ortalama kinetik enerjileri. Yani ikisinin içerisinde bir enerji ama hani [uu] farklı şekiller. Hani biri kinetik enerjileri ölçüyor diğeri ise o kinetik enerjilerin aktarımını ölçüyor... Isı cisimlerin ortalama kinetik enerjilerinin aktarılmalarının ölçülmesidir sıcaklık ise cismin ortalama kinetik enerjisidir.</i>
4. Örnek	Nisa: <i>İlk fikrim farklı sıcaklık, sonraki fikrim aynı sıcaklık. Aynı sıcaklıkta olurlar.</i>
5. Örnek	Nisa: <i>Daha çok şimdiye kadar hep kinetik enerjinin bir ölçümü ortalama bir ölçümü olarak düşünürken şimdi bir etkisi olarak düşünüyorum.</i>

4.8.3. Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyetlerine Dair Bulgular

Üstkavramsal değerlendirme faaliyeti bireylerin rakip fikirleri hakkında yargısal kararlar vereceği ve onlar için gerekçelerinin sağlanacağı bir süreci içerir. Bireyler üstkavramsal değerlendirme faaliyetinde, fikirlerin inandırıcılığı ve kullanılabilirliği konusunda farklı seçenekler arasından seçtikleri fikrin geçerliliği ve gerekçelerini sunmakla meşgul olurlar. Üstkavramsal değerlendirme faaliyetleri Yürük (2005) tarafından aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

1. Var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapma. Bir fikrin neden çekici geldiğini, inanılır ya da kullanışlı geldiğini açıklama. Bir fikrin neden yanlış ya da neden doğru olduğunu ifade etme.
2. Farklı seçenekler içerisinde bir fikri seçmek ve bu fikrin verilen durum için diğerlerine göre daha iyi çalıştığını savunmak.

4.8.3.1. Var Olan ya da Yeni Fikrin Akla Yatkinlığı ya da Verimliliği Hakkında Yorum Yapma. Bir Fikrin Neden Çekici Geldiğini, İnanılır ya da Kullanışlı Geldiğini Açıklama. Bir Fikrin Neden Yanlış ya da Neden Doğru Olduğunu İfade Etme

Bu faaliyet öğretmen adaylarının fikirleri hakkında yorumlar yapmalarını gerektirir. Daha önceki yapılan bir çalışmada kavramların statüsü arasında yeterince fark olmazsa kavramsal değişimin gerçekleşmeyeceği vurgulanmıştır (Hewson, 1981). Hewson (1981) yaptığı çalışmada öğrencilerin rakip kavramların inandırıcılığı ve kullanışlılığı hakkında kendi anlayışlarını değiştirirlerken kararlar aldıklarını vurgulamıştır. Öğretmen adayları üstkavramsal değerlendirmenin bu tür faaliyetinde kendi kavramsal anlamalarını değiştirirlerken aldıkları kararları açıklarken bir kavramın neden çekici geldiğini, diğerlerine göre neden daha inandırıcı olduğunu ya da diğerlerine göre neden kullanışlı olduğunu açıklarlar. ÜKDM’de var olan ya da yeni fikrin akla yatkinlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapma; bir fikrin neden çekici geldiğini, inanılır ya da kullanışlı geldiğini açıklama; bir fikrin neden yanlış ya da neden doğru olduğunu ifade etme üstkavramsal değerlendirme faaliyetine yönelik sorulara Tablo 4.8.3.1.1.’de görüldüğü gibi yanıtlar vermişlerdir.

Örnek veri kesitleri incelendiğinde öğretmen adaylarına ÜKDM’de yer alan bilimsel bilgi kısımlarını okuduktan sonra yeni kavram ve var olan kavram hakkında karşılaştırma yapmaları sağlanmıştır. 1. Örnekte Ebru, ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlıkla ilgili bilimsel bilgi kısmını okuduktan sonra metinden önceki örnek olaylarla ilgili düşündüklerini tekrar gözden geçirmiş ve İdil’in maması için aynı fikrini savunduğunu söylemiş, fikirlerinin mantıklı gelmediğini belirtmiştir. 2., 4. ve 5. örneklerde farklı öğretmen adaylarının ısı hakkında bilim tarihinde yer alan iki temel teori hakkında hangisinin daha mantıklı geldiğine dair yorumlarını sergilenmiştir. Bütün öğretmen adaylarının da kinetik teorisinin kendi kavramsal anlamalarına göre neden daha çekici ya da kullanılabilir olduğunu açıkladıkları saptanmıştır. 3. Örnekte Gamze, bu defa ısı yalıtkanlık ve ısı iletkenlikle ilgili ÜKDM’de yer alan örneklerde seçtiği fikirler hakkında yeniden düşünmesini sorgulayan soruya yanıt vermiştir. Cevabında düşüncesinin mantıklı olduğunu belirtmiş ve yün kumaşın ısıyı daha yavaş iletmediği için zor soğuduğunu düşüncesine referans yapmıştır.

Tablo 4.8.3.1.1. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Üst kavramsal Değerlendirme Faaliyetinin İlk Ögesine Dair Örnek Veri Kesitleri

1. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Şimdi İdil'in mamasını sıcak tutmak için benimkisi aynı ama Pınar'ınki yanlış. Evet. Fikirlerimi hala savunuyorum. Mantıklı gelmiyor.</i>
2. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Kinetik daha mantıklı geldi. Kalorikte yapıyoruz... him kinetik kinetik. Neden mantıklı geldi. Bu daha inandırıcı geldi bana. Neden? Hu zaten ısı bir enerji çeşidiydi. Enerji olması için kinetik enerjiden... bu daha aklıma yattı ondan.</i>
3. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[uu] Evet daha mantıklı geliyor. Çünkü demek ki yünlÜ kumaş ısıyı daha yavaş iletmediği için daha zor soğuyacaktır.</i>
4. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Kinetik teori mantıklı geldi ve sıcak maddelerin kinetik enerjilerinin daha fazla olması E_k desem olur mu? Soğuk maddelerin E_k'lerinin daha az olması aradaki farkı eğer birbirlerine değme halindeyken eşit ısı iletimi yani hareketli olanlar daha az hareketli olanları hareketli hale geçirerek ısı iletimini yani dengeyi sağlıyorlar. Daha mantıklı geliyor, kalorik teoriye göre.</i>
5. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>Tabii ki de kinetik teori daha mantıklı geldi. Yani hani sonuçta ısıyı [uu] bir şekilde elimizde tutup da hadi bakalım seni kaldıralım şuraya koyalım şeklinde bişey yapamıyoruz yani. Ama sonuçta hani [uu] ben [uum] atıyorum hani daha hızlı sallanıyorsam yanımdaki arkadaşşıma çarptığımda onu da sallardım onun da titreşmesine neden olurum. Bu yüzden kinetik teori daha mantıklı geliyor.</i>

4.8.3.2. Farklı Seçenekler İçerisinde Bir Fikri Seçmek Ve Bu Fikrin Verilen Durum İçin Diğerine Göre Daha İyi Çalıştığını Savunmak

Öğretmen adayları üst kavramsal değerlendirmenin bu tür ögesinde, önceki fikirleri ile sonra edindikleri fikirler arasında seçim yapıp bu fikrin verilen durumları açıklamada diğerine göre nasıl daha iyi çalıştığını savunmuşlardır. Bu amaçla öğretmen adaylarına ÜKDM içerisinde fikirlerinde değişim olup olmadığı, değişim olduysa bu defa hangi fikri seçtikleri ve kısaca nedenleriyle açıklamaları istenmiştir. Ayrıca bu üst kavramsal faaliyetin aktif hale gelebilmesi için öğretmen adayları ortaya konmuş farklı fikirler arasından da mantıklı geleni seçebilir ve neden mantıklı geldiğini açıklayabilir. Üst kavramsal değerlendirme faaliyetinin bu tür ögesine ait örnek veri kesitleri Tablo 4.8.3.2.1.'de gösterilmektedir.

Örnek veri kesitleri incelendiğinde, 1. ve 5. örneklerde farklı öğretmen adaylarının ÜKDM'de geçen Selim'in üşümemesi için hangi fikirden yanasınız ve Selim'i seçtiğiniz fikre inandırmak için ona neler önerirsiniz sorusuna verdikleri

cevaplar yer almaktadır. Öğretmen adaylarının ikisinin de aynı fikri seçtiği tespit edilmiş olup, seçilen bu fikir için her bir öğretmen adayının fikrin daha iyi çalıştığını savunmasında kullandığı gerekçeler birbirine benzemektedir. 2. ve 3. örneklerde yine farklı öğretmen adaylarının örnek olaydaki biberonun sıcaklığını sabit tutmak için sunulan farklı seçenekler içerisinde bir fikri seçmelerine yönelik soruya verdikleri cevaplar yer almaktadır. Öğretmen adayları İdil'in mamasını sıcak tutmak için farklı seçenekler arasından bir fikir seçmişler ve seçtikleri fikri savunmuşlardır. Öğretmen adaylarının her ikisi de aynı fikri seçmiş ve bu fikrin daha iyi çalıştığına dair savunma gerekçeleri birbirlerine çok benzemektedir. Her iki öğretmen adayı da seçtiği fikri savunurken günlük hayattaki deneyimlerine yer vermiştir.

Tablo 4.8.3.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Gelen Üstkavramsal Değerlendirme Faaliyetinin İkinci Ögesine Dair Örnek Veri Kesitleri

1. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Hem deneyimlerden hem de örneklerden Erzurum'da hani mesela soğuk bir memleket olduğu için camlar kesinlikle hep iki katlıdır. Böyle tek katlı şeyler göremezsiniz. Bunu söylerim. Eğer hava arada yalıtım olarak olduğu için Selim'in işte iki ince battaniye kullanmasını isterim. Cam ve teknoloji örneklerini göstererek aradaki yalıtıcı hava olursa daha çabuk ısınacağını söylerim.</i>
2. Örnek	<u>Nisa:</u> <i>Yün derim. Yün daha yalıtıcı olduğu için kışın da hatta üşümek için yünlü kazaklar giyeriz. Yünün... Yünle sarılmasını diğerlerine göre ısıyı daha geç iletmesinden dolayı iyi bir yalıtıcıdır da diyebilirim.</i>
3. Örnek	<u>Ebru:</u> <i>Yünlü diye düşünüyorum ben. Yani Neşe. Yünlü kışın yünlü kazaklar giyiyoruz.</i>
4. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[uum]. Yiğit'in elinin yanmamasının sebebi tahta kaşıқта yanmamasının sebebi tahta kaşığın tabi ki de demir kaşığa göre ısıyı daha az iletmesidir. Demir kaşığın, demirin iletkenliği çok daha fazla olduğu için [uu] çorbanın da kaynıyor durumunda olması direk demire yani ısını demire aktarması demirinde direk Berkay'a aktarması sonucunda Berkay'ın eli yanar. Ama tahta kaşık ısıyı daha az iletmediği için yanmaz eli. Berkay'dan yanayım. Böyle savunuyum. Çünkü demir tahtaya göre ısıyı çok daha fazla iletir.</i>
5. Örnek	<u>Gamze:</u> <i>[um] Şimdi hani kalın bir battaniye olduğunda yine eninde sonunda ısı iletimi gerçekleşecektir yani. Ama hani [uu] iki battaniyeyi iki ince battaniyeyi üst üste örttüğümüzde aradaki hava ısının iletimini engelleyecektir yani ısı yalıtımı sağlanacaktır ve Selim'in sıcaklığı zaten sabittir ama ısı iletimi fazla olduğu için [uu] Selim üşüdüğünü söylüyordur. [uu] Selim'in sıcaklığı sabit kaldıktan sonra zaten üşümeyecektir artık.</i>

4. Örnekte Gamze'nin Yiğit'in elinin yanmaması için tahta mı demir kaşığı mı seçmeli sorusuna verdiği yanıt ve bu fikri savunmasının gerekçelerini açıkladığı görülmektedir.

Örnek veri kesitlerinden de açıkça görülmektedir ki öğretmen adayları üstkavramsal değerlendirme yaparlarken aynı zamanda üstkavramsal izleme faaliyetini de kullanmaktadırlar. Üstkavramsal izleme faaliyeti için 1. dereceden ve 2. dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetlerinin bir ön koşul olduğu kabul edildiğinde, öğretmen adaylarının üstkavramsal değerlendirme yapabilmeleri için bu farkındalık faaliyetlerini de aktif halde kullanmalarının gerekli olduğu savunulabilir.

V. BÖLÜM

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusuyla ilgili kavramsal anlamaları üzerine ÜKDM'nin etkisini diğer metinlerin (ÇM ve DM) etkisiyle karşılaştırarak incelenmesi amacıyla yapılan araştırmada yarı deneysel desen ve örnek olay incelemesinin yapıldığı çoklu metot kullanılmıştır. Isı ve sıcaklık kavramları testinden ve görüşmelerden elde edilen veriler “Bulgular ve Yorum” kısmında incelenmiştir. Bu bölümde ise araştırmada toplanan nitel ve nicel verilerden elde edilen sonuçlar geçmişte yapılan çalışmalarla değerlendirilerek, benzer konularda yapılacak araştırmalar için önerilerde bulunulmaya çalışılmıştır.

5.1. Metinlerin Okutulması Öncesi Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Grupların Denkliliğine İlişkin Sonuçlar

Araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ön test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark bulunmamıştır. Bundan dolayı DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının gruplara göre metinlerin okunmasından önceki ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarının birbirine denk olduğu saptanmıştır.

5.2. Öğretmen Adaylarının Farklı Türlerdeki Metinleri Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarına İlişkin Sonuçlar

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grupta yer alan öğretmen adaylarının son test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanları arasında ÜKDM'nin lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Buna göre ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde ÜKDM'nin olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm gruplar arasında ısı ve sıcaklık kavramları testi son test

puanlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olduğu bulunmuştur. Araştırma sonuçları gruplar arasında ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanlarının “ÇM-DM” grupları arasında ÇM grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark olduğunu göstermiştir. Buna göre, ÇM’nin ve DM’nin ısı ve sıcaklık konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerine etkisi karşılaştırıldığında ÇM’nin DM’ye göre daha olumlu etkisinin olduğu bulunmuştur.

Araştırmanın eta square etki büyüklüğü değeri 0,356 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Cohen’e (1988) göre büyük etki değerindedir. Dolayısıyla yapılan çalışmanın Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarında büyük derecede etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Buna göre, araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi son test puanları arasındaki %36’lık farkın öğretmen adaylarına okutulan metinlerin çeşitliliğinden kaynaklandığı söylenebilir.

Daha önceki yapılan araştırmalarda çeşitli konularda var olan alternatif kavramların giderilmesinde kavram değişim metinlerinin veya çürütücü metinlerin olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır (Guzzetti ve ark., 1992; Hynd ve ark., 1994; Chambers ve Andre, 1997; Yürük, 2000; Dilber, 2006; Sevim, 2007; Yürük, 2007). Bu araştırmada da DM’yi okuyan gruptaki öğretmen adayları ile ÇM’yi okuyan öğretmen adaylarının son test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden aldıkları puanlar arasında ÇM’yi okuyan grup lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu sebeple ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramları gidermede ÇM’nin DM’ye göre daha etkili olduğu tespit edilmiş olup daha önce ÇM’lerle ilgili yapılan çalışmalar bu bulguyu desteklemektedir.

Yürük ve arkadaşları (2009), yapmış oldukları çalışmada üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği etkinliklerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamaları ile geleneksel öğretimin uygulandığı gruptaki öğrencilerin kavramsal anlamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğunu tespit etmişlerdir. Bu farkın üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği etkinliklerin kullanıldığı grup öğrencilerinin lehine olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan bu araştırmada da bu sonuca benzer bir sonuç elde edilmiştir. DM’de ısı ve sıcaklık konularındaki kavramlar anlatılırken öğretmen adaylarının var olan alternatif kavramlarına herhangi bir atıfta bulunulmamıştır. Çalışmada hazırlanan ÇM’de ve ÜKDM’de ise ısı ve sıcaklık konusundaki kavramların açıklanması sırasında öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramlara atıfta bulunulmuştur. Ardından ÇM’de

kavramlar bilim insanlarınca kabul gören şekliyle açıklanmıştır. Ayrıca ÜKDM’de sadece var olan alternatif kavramlara atıfta bulunulmamış aynı zamanda öğretmen adaylarının bu alternatif kavramlar hakkında daha önceki düşüncelerinin nasıl olduğunu ve günlük hayatta bu kavramlar hakkındaki inanışlarının hangi doğrultuda olduğunu fark etmelerine olanak sağlayacak metin kesitlerine de yer verilmiştir. ÇM ve DM’den farklı olarak, ÜKDM’de üstkavramsal izleme faaliyetleri kategorisinde öğretmen adayları bir fikri anladığını izleme, yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleme gibi faaliyetleri aktif hale getirmişlerdir. Üstkavramsal izleme faaliyetlerini aktif hale getiren öğretmen adayları, bu tür metinlerde yeni kavramı fark etmişler ve ardından yeni kavramla kendilerinde var olan kavram arasında karşılaştırma yapma fırsatı bulmuşlardır. Bu sayede üstkavramsal izleme faaliyetini kullanan öğretmen adaylarının ontolojik açıdan farkı görmeleri sağlanmıştır. Ayrıca ÇM ve DM’den farklı olarak ÜKDM’de üstkavramsal değerlendirme faaliyetleri de aktif hale getirilmiştir. Öğretmen adayları bu tür metinleri okurken var olan ya da yeni fikrin akla yatkınlığı ya da verimliliği hakkında yorum yapmışlar, bir fikrin neden çekici geldiğini, inanılır geldiğini ya da kullanışlı geldiğini açıklamışlar veya bir fikrin neden yanlış ya da neden doğru olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı zamanda bu tür metinleri okuyan öğretmen adaylarının farklı seçenekler içerisinde bir fikri seçmesi ve bu fikrin verilen durum için diğerlerine göre daha iyi çalıştığını savunması sağlanmıştır. Buna göre öğretmen adaylarının ÜKDM’yi okurken konuyla ilgili var olan hatalı zihinsel temsillerinin sadece farkına varmakla kalmadıkları, yeni kavramlarla karşılaştırma yaptıkları, tutarlılıkları hakkında yorum yaptıkları ve seçtikleri kavramın ya da fikrin gerekçelerini açıklama fırsatı buldukları için ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramsal anlamalarının olumlu etkilendiği bulunmuştur. Dolayısıyla farklı tür metinleri okuyan öğretmen adaylarının son test olarak uygulanan ısı ve sıcaklık kavramları testinden elde ettikleri puanlar arasındaki istatistiksel açıdan oluşan ÜKDM’nin lehine anlamlı farkın metinler arasındaki bu farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmüştür.

5.3. Farklı Türdeki Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Metinleri Okumadan Önceki ve Okuduktan Sonraki Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamaları Arasındaki Farka İlişkin Sonuçlar

Bu bölümde araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test ve son test puanları arasındaki farklar incelenmiştir.

DM, ÇM ve ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının her bir grup için ısı ve sıcaklık kavramları testinden elde ettikleri puanların “ön test-son testte” son test lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Buna göre farklı türdeki metinleri okuyan öğretmen adaylarının farklı türdeki metinleri okuyarak ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarını olumlu yönde etkiledikleri söylenmiştir. Bunun nedeninin hazırlanan farklı tür metinlerin hepsinde ısı ve sıcaklıkla ilgili bilgilerin anlaşılır ve mantıklı bir çerçeve içinde sunulmuş olması olarak düşünülmüştür.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ön test-son test puanlarının ortalama değerlerinin arasındaki fark, hem DM'yi hem de ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ön test-son test puanlarının ortalama değerlerinin farkından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamada meydana gelen olumlu artışın ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adayları için daha fazla olduğu tespit edilmiştir. ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi ön test- son test puanları arasındaki farkın diğer metin türlerini okuyan öğretmen adaylarınınkine göre daha yüksek olmasının sebebi, ÜKDM'de kavramlar hakkında öğretmen adaylarının üstkavramsal faaliyetleri en üst seviyede kullanması olarak düşünülmüştür. Çünkü ÜKDM'nin okunması, diğer metin türlerinin okunmasına göre zihinsel süreçleri daha fazla kullanmayı gerektirir. ÜKDM'de öğretmen adayları kavramların bilim insanlarınca kabul gören anlamlarını okumadan önce üstkavramsal farkındalık faaliyetini kullanarak var olan bilgilerinin oluşan durumları açıklamada yetersiz kaldığını fark etmişler ve ardından bilim insanlarınca kabul gören anlamlarını metinleri okuyarak öğrenmişlerdir. Ancak ÜKDM'de öğretmen adayları sadece üstkavramsal farkındalık faaliyetini kullanmamış ardından fikirlerinde meydana gelen değişimi izlemiş ve kavramlar arasında değerlendirme yaparak var olan alternatif kavramlarını bilim insanlarınca kabul gören şekliyle zihninde yapılandırmışlardır. Ayrıca ÜKDM'de var olan fikirler ve yeni fikir arasında karşılaştırma yaparken öğretmen adayları ontolojik açıdan farklılığı fark etmiş ve bu da öğretmen adaylarının zihinsel temsilleri için bu uyarı olmuş olabilir. ÜKDM'de üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerini aktif hale getiren öğretmen adayları var olan hatalı kavramların olası gerekçelerinin farkına varmış ve oluşan durumu açıklamada seçtikleri fikrin verilen durum için diğerlerine göre daha iyi çalıştıklarını savunmuşlardır.

5.4. Farklı Türde Hazırlanmış Metinlerin Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusuyla İlgili Kavramsal Anlamalarına Olan Etkisinin Kalıcılığına İlişkin Sonuçlar

DM'yi okuyan grup, ÇM'yi okuyan grup ve ÜKDM'yi okuyan grup öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramları testi kalıcılık puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olduğu bulunmuştur. Daha önce gerçekleştirilen araştırmalarda elde edilen sonuçlar üstkavramsal faaliyetlerin öğrencilerin kavramsal anlamalarının kalıcılığı üzerinde etkili olduğunu destekler niteliktedir (Yürük, 2005; Yürük ve ark., 2009).

Isı ve sıcaklık kavramları testi kalıcılık puanlarının “ÜKDM grubu-ÇM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine ve “ÜKDM grubu-DM grubu” arasında ÜKDM grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca ısı ve sıcaklık kavramları testi kalıcılık puanlarının “ÇM grubu-DM grubu” arasında iki gruptan biri lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Buna göre, ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının kavramsal anlaması, metinleri okuduktan 8 hafta sonra DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarıyla aynı seviyeye gelmesine rağmen ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının 8 hafta sonraki kavramsal anlamaları diğer gruptaki öğretmen adaylarınınkilere göre farklı bulunmuştur. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarının metinlerin okunmasından 8 hafta sonra bile farklı olmasında bu gruptaki öğretmen adaylarının diğer gruptaki öğretmen adaylarına göre metinleri okurken üstkavramsal zihinsel süreçlerini daha fazla kullanmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adayları metinleri okurken sadece var olan bilgileri ya da ontolojik inançları hakkındaki farkındalığı sağlamakla kalmamış aynı zamanda fikirlerindeki değişimi de izlemişlerdir. Fikirlerindeki değişimi izleyen öğretmen adayları var olan fikirlerinin geçerliliği ve fikirlerindeki değişime neden olan gerekçeler hakkında bilgi edinme olanağına sahip olmuşlardır. Ayrıca üstkavramsal izleme faaliyetlerini kullanan öğretmen adaylarının üstkavramsal farkındalık faaliyetlerini de aktif hale getirerek var olan fikir ile yeni fikir arasında karşılaştırma yapması sağlanmıştır. Bu karşılaştırma sırasında var olan eski kavramlarına sebep olan ontolojik ya da epistemolojik inançlarını fark etmeleri fikirlerindeki değişimi desteklemiştir. Öğretmen adaylarının fikirlerindeki değişimi izlemesi kavramsal anlamalarının kalıcılığını olumlu etkilemiştir. Çünkü öğretmen adayları fikirlerindeki değişimi izlerken eski kavramlarını düşündüklerinde

onların bilimsel olarak doğru kabul gören şekline göre yanlış olduğunu da hatırlamaktadırlar.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar kısaca özetlendiğinde, sonuçların kavramsal değişim yöntemini esas alan çalışmaların ve üstkavramsal faaliyetlerin etkisini inceleyen çalışmaların verileri tarafından desteklendiği görülmektedir (Chambers ve Andre, 1997; Yürük, 2000; Yürük, 2005; Köse, Ayas ve Uşak, 2006; Sevim, 2007; Yürük ve ark., 2009). Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının DM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre var olan alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimleri daha yüksektir. ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının diğer türden metinleri (DM ve ÇM) okuyan öğretmen adaylarına göre ısı ve sıcaklık konusunda var olan alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimleri daha yüksektir. Farklı türden metinlerin okunmasından 8 hafta sonra DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemişken; ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının metinleri okuduktan 8 hafta sonra kavramsal anlamalarının diğer tür metinleri okuyan öğretmen adaylarınıninkilere göre farklılaştığı saptanmıştır. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık testinden aldıkları tüm puanların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmasında üstkavramsal faaliyetlerin rolünün büyük olduğu görülmektedir. Çünkü DM'de konuyla ilgili kavramlar bilim insanlarınca kabul gören şekliyle açıklanmış; ÇM'de, kavramlar bilim insanlarınca kabul gören şekliyle anlatılmadan önce öğretmen adaylarında var olan alternatif kavramlara atıflarda bulunulmuş ve farkındalık boyutu canlandırılmış; ÜKDM'de ise var olan bilgilerin ve ontolojik inanışların farkındalığı canlandırıldıktan sonra kavramlar bilim insanlarınca kabul gören şekliyle açıklanmış ve öğretmen adaylarının fikirlerinde meydana gelen değişimleri izlemeleri sağlanmıştır. Kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için eski kavramın yerine kullanılacak olan kavramın bireyler için anlaşılır ve zihinsel temsillerle uyumlu olması yani tutarlı olması son derece önemlidir. Çünkü bireyin yeni fikri kabullenmesi yeni kavramın anlaşılabilir ve zihinsel temsillerle tutarlı olmasına bağlıdır. ÜKDM'de ÇM'den ve DM'den farklı olarak öğretmen adayları yeni fikir ile var olan fikir arasındaki, daha önce sahip olunan fikirle daha önceki tecrübe\deneyim arasındaki tutarlılığı üstkavramsal olarak izleme olanağı bulmuşlardır. Ayrıca ÜKDM'de sadece üstkavramsal farkındalık ve üstkavramsal izleme faaliyetleri kullanılmamış aynı zamanda öğretmen adaylarının

üst kavramsal değerlendirme yapmalarına da olanak sağlanmıştır. Üst kavramsal değerlendirme yapan öğretmen adayları bu faaliyeti kullanırken var olan ve yeni kavramla ilgili akla yatkınlıkları ve verimlilikleri hakkında yorumlar yapmışlar ve bunun ardından farklı seçenekler içerisinde seçtikleri fikrin neden daha iyi çalıştığını savunmuşlardır. Üst kavramsal değerlendirme yapan öğretmen adayları fikirleri ile ilgili gerekçeler sunduklarından var olan alternatif kavramlarının temeli olan zihinsel temsillerini öğrenme fırsatı bulmuşlardır.

5.5. Farklı Türde Hazırlanmış Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Okudukları Metinlere Karşı Tutumlarına İlişkin Sonuçlar

Sadece DM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanlar ile ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark bulunmuştur. Daha önceki yapılan araştırmalarda kavramsal değişim metinlerini okuyan gruptaki öğrenciler ile geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruptaki öğrencilerin tutum ölçeklerinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Yürük, 2000; Dilber, 2006). Bu açıdan araştırmadan elde edilen sonuçlar geçmişte yapılan araştırmalar tarafından desteklenmektedir.

ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalaması ($\bar{X}$ =100,314), ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}$ =94,714) ve DM'yi okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamasından ($\bar{X}$ =93,514) daha yüksektir. Buna göre ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının, metinlerinin daha uzun olmasına rağmen tutumlarının diğer grup öğretmen adaylarına göre daha olumlu olduğu görülmektedir. ÜKDM'nin diğer metin türlerine göre daha uzun olmasına ve zihinsel süreçleri daha fazla kullanmayı gerektirmesine rağmen bu tür kavramsal değişim metinlerini okuyan öğretmen adaylarının tutum ölçeğinden aldıkları puanların ortalamalarının diğer metin türlerini okuyan öğretmen adaylarına göre daha yüksek çıkmasında, öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda alternatif kavramlarının olduğunu fark etmelerinde ve alternatif kavramlarını bilimsel olarak kabul görenleriyle değiştirmelerine olanak sağlamaları yönünde kolaylık yarattığını düşünmüş olmaları etkili olmuş olabilir.

5.6. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Bu Tür Metinlere Dair Görüşlerine Ait Sonuçlar

Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda kavramsal değişim metinlerini okuyan öğrencilerle geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplardaki öğrencilerin tutumları arasında herhangi bir fark bulunmamıştır (Yürük, 2000; Dilber, 2006). ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının okudukları metinler, diğer metin türlerine (DM ve ÇM) göre daha uzun olmasına rağmen öğretmen adaylarının okudukları ÜKDM'den zevk aldıkları ve okudukları metinleri beğendikleri tespit edilmiştir. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adayları diğer metin türlerini (DM ve ÇM) okuyan öğretmen adaylarına göre metinleri okurken ÜKDM'nin içinde yer alan sorulara cevap verirken daha fazla çaba sarf etmişlerdir. Buna rağmen ÜKDM'ye karşı olumlu tutum geliştirdikleri saptanmıştır. Öğretmen adaylarının ÜKDM'nin son sayfasında metinlerle ilgili görüşlerini belirtebilecekleri kısma, metinlerin öğretici olduğunu düşündüklerini yazdıkları, konuyla ilgili zihinlerindeki karışıklıkların giderildiğini yazdıkları, metinlerdeki konu sıralanışının var olan alternatif kavramlarını gidermede etkili olduğunu yazdıkları tespit edilmiştir. Buna göre ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının bu tür metinlere karşı olumlu tutum geliştirmelerinde ısı ve sıcaklık konusunda alternatif kavramlarının olduğunu fark etmeleri etkili olmuş olabilir. Ayrıca öğretmen adayları bu tür metinleri okurken var olan alternatif kavramlarındaki değişimi izleyebildikleri ve bu değişimler için gerekçeleri hakkında bilgi edinebildikleri için bu tür metinlerin işlerine yaradığını düşünmüşlerdir.

5.7. Çürütücü ve Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konularıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

Aşağıda konu başlıklarına göre verilerden elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

5.7.1. Isı ve Sıcaklık Kavramlarına Yönelik Sonuçlar

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının gruplarına göre ısı ve sıcaklık kavramlarına yönelik elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

5.7.1.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarına yönelik sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Ebru'nun ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Isı bir enerjidir ve maddelerin içinde bulunur.
- Aynı ortamda bulunan maddelerin ısı alış verişinden sonra ısı değerleri eşitlenir.
- Sıcaklık da ısı gibi maddelerin içinde vardır.
- Maddelerin içinde sıcaklık ve soğukluk diye özellikleri vardır ve ısı alış verişinde bu özellikler karşılıklı aktarılır. Dolayısıyla sıcaklık transfer edilen bir özelliktir.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Isı sıcaklık farkından dolayı çıkan bir enerjidir.
- ✓ Aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıkları eşit olduğu için ısıları hakkında birşey denilemez.
- ✓ Sıcaklık ya da soğukluk transfer edilemez.
- ✓ Sıcak olan maddelerin enerjileri soğuk olan maddelerin enerjilerine göre daha fazladır. Bu maddeleri yan yana getirdiğimizde taneciklerin çarpışmasıyla sıcak olandan soğuk olana enerji geçişi olur.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Gamze'nin ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Aynı ortamda bulunan maddelerin cinsleri aynı ise sıcaklıkları aynıdır.
- Isı maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.
- Isı madde miktarına göre doğru orantılı olarak değişir.
- Isı maddenin bulunduğu ortamın yüksekliğiyle doğru orantılı olarak değişir.
- Sıcaklık transfer edilen bir özelliktir.
- Isı iletilemez, sıcaklık iletilir.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Isı bir enerjidir, iletilebilir.
- ✓ Aynı ortamda bulunan cisimler ısı dengeye geldikleri için sıcaklıkları aynıdır.
- ✓ Sıcaklıkta ısıнын doğurduğu sonuçlardan biridir.
- ✓ Isı bulunduğu ortamın yüksekliğiyle doğru orantılı olarak değişir.
- ✓ Isı madde miktarına göre doğru orantılı değişir.
- ✓ Sıcaklık transfer edilemez.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Nisa'nın ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Aynı ortamda bulunan maddelerin cinsleri aynı ise sıcaklıkları da aynıdır.
- Isı kütlenin sahip olduğu potansiyel enerjidir.
- Isı madde miktarıyla doğru orantılı olarak değişir.
- Sıcaklık maddenin potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamıdır.
- Kütlesi olan her şeyin ısısı vardır (Maddesel bir olgu gibi düşünme).
- Isı gaz gibi az olan ortama doğru yayılır.
- Sıcaklık transfer edilebilen bir özelliktir.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Aynı ortamda uzun süre duran cisimlerin sıcaklıkları eşittir.
- ✓ Isı bir cisimden başka bir cisme aktarılan enerjidir.
- ✓ Aynı ortamda bulunan maddelerin ısıları hakkında yorum yapamam.
- ✓ Sıcaklık cismin sahip olduğu kinetik enerjilerinin ortalama değeridir.
- ✓ Sıcaklık alınan ısı değerine bağlı olarak artabilir.
- ✓ Sıcaklık transfer edilemez.

Isı ve sıcaklık konusu hakkında hazırlanan ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ikisinin metinleri okumadan önce cevap verirken tereddüt ettikleri, metinleri okuduktan sonra ise Gamze hariç diğer öğretmen adaylarının daha net ve emin bir şekilde cevap verdikleri gözlenmiştir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının hepsi metinleri okumadan önce ısı kavramını maddenin bir özelliği gibi düşünürken, metinleri okuduktan sonra Gamze hariç, diğerleri ısıнын sıcaklık farkından dolayı iletilen enerji olduğunu belirtmişlerdir. Hatta üç öğretmen adayından tamamı metinleri okumadan önce aynı odada bulunan eşyaların ısılarını madde miktarı fazla olanın ısısı daha fazladır diye ifade ederken metinleri okuduktan sonra biri hariç diğer ikisi aynı odada bulunan eşyaların sıcaklık farkı olmadığı için ısıları hakkında yorum yapılamayacağını ifade etmişlerdir. Bu alternatif kavramı öğretmen adaylarının iletilen ısı formülüne

dayanarak söyledikleri düşünülmüştür. Bir öğretmen adayı metinleri okumadan önce ısı ve yükseklik arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu söylese de bu gruptaki iki öğretmen adayı gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra ısı ve yükseklik arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını ifade etmiştir. Sıcaklık tanımını yapmaları istendiğinde gerek metinleri okumadan önce gerek metinleri okuduktan sonra tam bir tanım yapamamaları da sıcaklığın biriminin derece olduğunu ve sıcaklığın termometreyle ölçüldüğünü söylemişlerdir. Ayrıca metinleri okumadan önce sıcaklığın ısı alış verişinde karşılıklı alınıp verildiğini söyleyen öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra bu düşüncelerini değiştirdikleri saptanmıştır. Hatta sıcaklık transfer edilen bir özellik midir sorusuna öğretmen adaylarının hepsi metinleri okuduktan sonra sıcaklığın transfer edilemediğini burada transfer olanın ısı olduğunu belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarından özellikle Ebru'nun ÜKDM'yi okuduktan sonra kinetik teoriye atıfta bulunarak açıklama yaptığı fark edilmiştir. Buna göre ÜKDM'nin öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkilediği söylenmiştir.

5.7.1.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Kavramlarıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarına yönelik sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Yılmaz'ın ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Isı madde miktarıyla doğru orantılı olarak değişir.
- Sıcaklık ısı kat sayısıdır.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Isı madde miktarıyla doğru orantılı olarak değişir.
- ✓ Sıcaklık maddenin kinetik enerjileriyle alakalıdır.
- ✓ Sıcaklık ile ısı doğru orantılıdır.
- ✓ Sıcaklık transfer edilemez, ısı transfer edilir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Satı'nın ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Aynı ortamda bulunan maddelerin ısıları aynıdır.

- Isı maddelerin içinde olan bir enerjidir.
- Soğuk hava bir şekilde maddelerin içinde tutulur.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Isı sıcaklık farkından dolayı açığa çıkan enerjidir.
- ✓ Aynı ortamda bulunan maddelerin ısılarından bahsedilemez.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Fikriye'nin ön görüşmesinde tespit edilen alternatif kavramları şöyledir:

- Isı maddenin içinde olan bir çeşit enerjidir.
- Isı madde miktarıyla doğru orantılı olarak değişir.

Fen Bilgisi öğretmen adayının son görüşmesinde ısı ve sıcaklık için kullandığı ifadeler şöyledir:

- ✓ Isı maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır.
- ✓ Maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık maddelerin ısıları hakkında bilgi verir.

Isı ve sıcaklıkla ilgili ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ısı kavramını ile ilgili ısının maddelerin içinde var olduğunu ve madde miktarıyla doğru orantılı olarak değiştiğini düşündükleri söylenmiştir. Ayrıca metinleri okumadan önce ısı hakkındaki bilgilerini ifade ederken ısının bir enerji olduğunu bilmelerine rağmen sıcaklık farkından dolayı maddeler arasında iletilen bir enerji olduğunu üç öğretmen adayından ikisi dile getirmiştir. Öğretmen adayları ÇM'yi okuduktan sonra bile ısının maddesel bir özellik olduğunu düşünmeye devam etmişler ve dolayısıyla ısı miktarının maddenin kütlesiyle doğru orantılı olarak değişeceğini ifade etmişlerdir. Buna dayanarak ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarından ikisinin “ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünme” alternatif kavramını bilim insanlarınca kabul gören şekliyle değiştirmedikleri söylenmiştir. Sıcaklık hakkında bu gruptaki öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra verdikleri cevaplar sıcaklığın ısının bir ölçüsü olduğu yönünde bulundu. ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmen adaylarından görüşme yaptığımız kişiler gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının eşit olduğunu açıklamışlardır. Metinleri okuduktan sonra maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz sıcaklık değerinin maddelerin ısıları hakkında bilgi vereceğini üç öğretmen adayından ikisi dile getirmiştir. Hatta Yılmaz'ın sıcaklığı fazla olan maddelerin ısılarının da fazla olacağını dile getirdiği fark edilmiştir. Buna göre ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının alternatif

kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimlerinin ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre düşük olduğu söylenmiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde gerek ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının gerekse ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra bile ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili alternatif kavramları olduğu bulunmuştur. ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının, ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre var olan alternatif kavramlarının değişiminin daha az olduğu tespit edilmiştir. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili alternatif kavramların giderilmesinde bu tür metinlerin var olan alternatif kavramlara destek olan ontolojik inançlara vurgu yapması ve yeni fikrin oluşan durumu açıklamada var olan alternatif kavrama göre daha iyi çalıştığını fark etmesi etkili olmuştur. Ayrıca öğretmen adayları sadece üstkavramsal farkındalık faaliyetlerini kullanmamış, fikirleriyle ilgili üstkavramsal izleme ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerini de kullanmıştır. ÇM'den farklı olarak ÜKDM'de, yeni fikrin tutarlılığını izleyen ve akla yatkınlığı ile verimliliği hakkında yorum yapan öğretmen adayları ısıнын maddesel bir olgu gibi olmadığını ve sıcaklığın bir enerji olmadığını farkına varmış olabilirler.

5.7.2. İç Enerji Kavramına Yönelik Sonuçlar

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının gruplarına göre iç enerji kavramına yönelik elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.7.2.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının iç enerji kavramına yönelik sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Ebru, ısı ve iç enerji kavramının ön görüşmesinde aynı olduğunu söylemiştir. Son görüşmesinde ise iç enerjinin maddenin içinde olan bir enerji olduğunu ve ısıнын ise sıcaklık farkı olmadığı zaman olmadığını belirtmiştir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Gamze, iç enerjinin maddenin içinde tutulan bir enerji olduğunu, iç enerji miktarı değiştikçe maddelerin ısı iletim hızlarının değişeceğini ve iç enerjisi ile maddelerin sıcaklığı tutabilme kapasitelerinin değişeceğini söylemiştir.

Son görüşmesinde ise iç enerjiyi maddenin taneciklerini bir arada birbirine bağlı tutan enerji olduğunu dile getirmiş ve ısı ile iç enerji arasındaki ilişkiyi tam olarak ortaya koyamadığını söylemiştir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Nisa, ön görüşmesinde iç enerjinin maddenin sahip olduğu enerji olduğunu söylemiştir. Yaptığı tanımlar sonucunda ısı ve iç enerji kavramının aynı anlama geldiğini belirtmiştir. Öğretmen adayı son görüşmesinde iç enerjinin maddenin sahip olduğu enerji olduğunu söylerken ısı hakkında birinden diğerine aktarılan iç enerji olduğunu belirtmiştir. Hatta aynı ortamda duran maddelerin iç enerjilerinin karşılaştırılabileceğini; ancak ısılarının karşılaştırılamayacağını söylemiştir.

ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının ön görüşmelerde iç enerji ve ısı kavramına aynı anlamları yükledikleri son görüşmelerde ise Gamze hariç diğer öğretmen adaylarının ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayırt ettikleri gözlenmiştir. İç enerjiyi ve ısıyı ön görüşmelerde maddenin sahip olduğu enerji olarak tanımlarlarken, son görüşmelerde yine Gamze hariç diğer öğretmen adaylarının, ısıнын sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji miktarı olduğunu ve iç enerjinin maddenin sahip olduğu enerji olduğunu belirtmişler. Ayrıca bazı öğretmen adaylarının metinleri okumadan önce iç enerji ve sıcaklık arasında ilişki kurdukları gözlenirken metinleri okuduktan sonra bu ilişkiyi kurmadıkları fark edilmiştir. ÜKDM’yi okuduktan sonra Nisa, aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklık farkı olmadığı için ısılarının karşılaştırılamayacağını ancak bu maddelerin iç enerjilerinin karşılaştırılmasının daha uygun olacağını söylemiştir. Buna göre ÜKDM’nin öğretmen adaylarında tespit edilen “ısı ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayıramama” alternatif kavramını olumlu yönde etkilediği söylenmiştir. ÜKDM’nin bu alternatif kavramın olumlu yönde etkilenmesinde rolü yadsınamaz. Farklı tür metinlerin hepsinde kavramlarla ilgili örnekler ve bilimsel içeriğin aynı olmasına rağmen ÜKDM’nin etkisinin daha fazla olumlu etkisinin olmasında üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirilmesinden başka bir sebep düşünülemez.

5.7.2.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının İç Enerji Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının iç enerji kavramına yönelik sonuçları aşağıda gösterilmektedir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Yılmaz, metinleri okumadan önce iç enerjiyi maddenin toplam enerjisi olarak tanımlamış ve ısı ile iç enerji arasındaki ilişkiyi kuramamıştır. Metinleri okuduktan sonra ise, iç enerji maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı şeklinde ifade etmiş, ısıyı ise maddenin ortalama kinetik enerjilerinin toplamı olarak söylemiştir.

Fen Bilgisi öğretmeni Satı, metinleri okumadan önce iç enerjiyi taneciklerin çarpışması sonucu ortaya çıkan enerji olarak tanımlamıştır. Isı ve iç enerji arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Taneciklerin çarpışma sayısı arttıkça iç enerjilerinin artacağına ve taneciklerin yakınlığı azaldıkça ısıyı daha kolay iletebileceklerine değinmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise iç enerjiyi atomların kinetik enerjilerinin toplamı olarak tanımlamıştır. İç enerjiyle ısı arasındaki ilişkiyi bu defa “iç enerjinin ölçümü ısıdır” şeklinde belirtmiştir.

Fen Bilgisi öğretmeni adayı Fikriye, metinleri okumadan önce iç enerjiyi potansiyel enerjiyle ilişkilendirmiş, sonrasında maddenin sahip olduğu toplam enerjidir demiştir. İç enerji ile ısıнын aynı kavramlar olduğunu söylemiştir. Metinleri okuduktan sonra, atomların birbirini bir arada tutmaları için gereken enerji olarak tanımlamıştır. Isı ile iç enerji arasında doğrudan bir ilişki olmadığını belirtmiş ve hatta doğrudan bir ilişki olursa tüm maddelerin ısı miktarının aynı olması gerektiğine vurgu yapmıştır.

Isı ve sıcaklıkla ilgili ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarıyla yapılan ön görüşmelerde iç enerjiyi maddenin sahip olduğu toplam enerji olarak, taneciklerin çarpışması sonucu ortaya çıkan enerji olarak ve potansiyel enerji olarak tanımladıkları görülmüştür. Yapılan son görüşmelerde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin ilk fikirlerini değiştirdikleri ve son görüşmelerde iç enerjiyi taneciklerin bir arada durmasını sağlayan enerji, atomların kinetik enerjisi ya da maddenin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı olarak tanımladıkları gözlenmiştir. Isı ve iç enerji arasında ise Fen Bilgisi öğretmen adayları ön görüşmelerde olduğu gibi son görüşmelerde de ilişki kurmuşlardır. Buna göre bazı öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra da alternatif kavramlarının devam ettiği tespit edilmiştir. Ön görüşmelerde ısı ve iç enerji kavramının aynı anlama geldiğini söyleyen öğretmen adaylarının son görüşmelerde bu iki kavramın birbirinden farklı olduğunu söyledikleri tespit edilmiştir. Her ne kadar ısı ve iç enerji kavramlarının birbirinden farklı olduğunu söyleseler de ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının kurduğu “ısı sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji iken iç enerji maddenin sahip olduğu enerjidir” şeklinde net

cümleler kuramadıkları gözlenmiştir. Buna göre ÇM'nin öğretmen adaylarının iç enerji kavramı ile ilgili görüşlerinde değişimlere neden oldukları söylenmiştir.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinde metinleri okuduktan sonra bile iç enerji kavramıyla ilgili alternatif kavramları olduğu bulunmuştur. Ancak ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarından biri hariç metinleri okuduktan sonra iç enerji ile ısı kavramları arasındaki ilişkiyi net bir şekilde ortaya koydukları saptanmıştır. Dolayısıyla ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının, ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre var olan alternatif kavramlarının değişiminin daha az olduğu tespit edilmiştir. ÜKDM'nin iç enerji kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde olumlu etkilerinin ÇM'ye göre fazla olmasında, bu tür metinlerin içinde üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirilmesi olarak saptanmıştır.

5.7.3. Özısı Kavramına Yönelik Sonuçlar

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının gruplarına göre özısı kavramına yönelik elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.7.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının özısı kavramına yönelik sonuçları her öğretmen adayı için ayrı ayrı aşağıda sunulmuştur.

Ebru'nun, metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu tespit edildi:

- Isı alış verişi olayında maddelerden karşılıklı olarak enerji aktarılır.
- Aynı ortamda bulunan maddelerden sıcaklığı çok hissedilenin ısısı çoktur.
- Özısı ile ısı iletim hızı arasında ilişki kuramamıştır.

Ebru'nun metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Özısı ile ısı iletim hızı arasında ters orantılı bir ilişki kurmuştur.
- ✓ Aynı ortamda bulunan maddelerin farklı sıcaklıklarda algılanmasının sebebinin özısı olduğunu söylemiştir.

- ✓ Maddelere dokunduğumuzda hissettiğimiz farklı sıcaklık değerlerinin ısıları ile ilişkisi olmadığını belirtmiştir.

Gamze'nin metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu bulundu:

- Aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıkları birbirlerinden farklıdır.
- Maddelerin sıcaklıklarının birbirlerinden farklı olmasını sağlayan sıcaklığı tutma kapasiteleridir.
- Aynı ortamda bulunan metaller sıcaklığı tahta olanlara göre daha az tutarlar.

Gamze'nin, metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıkları aynıdır; ama özısılarından dolayı farklıymış gibi algılanır.
- ✓ Demirin yapısı tahtaya göre daha sıktır ve tahta da boşluklu yapı bulunur.

Nisa'nın metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu bulundu:

- Aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıkları birbirinden farklıdır.
- Özısı ile ısı sığası birbirinin yerine kullanılabilir.
- Isı sığası büyük olan maddelerin ısıları da büyük olur.

Nisa'nın, metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıkları aynıdır; ama ısı iletim hızlarından dolayı farklıymış gibi algılanır.
- ✓ Özısı yerine ısı sığası kavramını kullanmamıştır.
- ✓ Özısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızları büyüktür.

ÜKDM'yi okumadan önce öğretmen adaylarının aynı ortamdaki farklı tür maddelerin sıcaklıklarının farklı olduğunu söyledikleri tespit edilmiştir. Sıcaklıklardaki bu farklılığı öğretmen adaylarının maddelerin sıcaklığı tutma kapasiteleri, ısı sığası gibi kavramlarla açıklamaya çalıştıkları bulunmuştur. Ayrıca bir öğretmen adayının bu sıcaklık farkını ısı iletim hızları ile açıklamaya çalıştığı saptanmış; ancak onun da bu konuda yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından birinin aynı ortamdaki farklı tür maddelerden sıcaklığını yüksek hissettiği maddenin ısıısının da fazla olduğunu söylediği görülmüştür. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adaylarının tümünün aynı ortamdaki farklı tür maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu; ancak bizim farklıymış gibi hissettiğimizi söyledikleri saptanmıştır. Metinleri okuduktan sonra öğretmen

adaylarının özısı ve ısı iletim hızı arasında ters orantılı ilişki kurdukları saptanmıştır. Hatta metinleri okumadan önce özısının net bir tanımını yapamayan öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra net cevap verdikleri dikkat çekmiştir.

5.7.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Özısı Kavramıyla İlgili Kavramsal Anlamalarındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının özısı kavramına yönelik sonuçlarına her öğretmen adayı için aşağıda ayrı ayrı yer verilmiştir.

Yılmaz'ın metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu bulunmuştur:

- Aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıkları birbirinden farklıdır.
- Özısı birim kütleyi ısıtmak için verilmesi gereken sıcaklıktır.

Yılmaz'ın, metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıkları aynıdır; ancak sıcaklıkların birbirinden farklı olması ısı iletimlerinden kaynaklanır.
- ✓ Özısı küçük olan maddeler ısıyı daha iyi iletir.

Satı'nın metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu bulunmuştur:

- Özısı maddenin karakterini gösterir.
- Kimi maddeler odanın sıcaklığını daha kolay alır, kimi maddeler odanın sıcaklığını daha zor alır.

Satı'nın, metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Tahta'nın özısı demire göre daha büyüktür, bu yüzden tahta ısıyı daha geç iletir.
- ✓ Özısı büyük olan cisimler titreşimleri daha geç iletirler.

Fikriye'nin metinleri okumadan önce aşağıdaki alternatif kavramlara sahip olduğu bulunmuştur:

- Tahta özelliğinden dolayı ısıyı daha çok içinde tutar.
- Kimi maddelerin ısıyı hemen aktarma özelliği kimi maddelerin de ısıyı daha çok içinde tutma özelliği vardır.

Fikriye'nin, metinleri okuduktan sonra özısıyla ilgili sorulara verdiği yanıtlardaki ifadeler şöyle özetlenebilir:

- ✓ Demir ısıyı tahtaya göre daha iyi iletir.
- ✓ Aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıkları birbirinden farklıdır.
- ✓ Özısıyla ısı arasında doğru orantılı bir ilişki vardır.

ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının hepsinin metinleri okumadan önce aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olduğunu söylediği tespit edilmiştir. Bazı öğretmen adayları bu durumu açıklarken maddelerin birbirinden farklı olduğu için yapıları da farklıdır deseler de ön görüşmelerde ısı iletim hızlarının farklı olmasına değinen öğretmen adayı sayısı üç öğretmen adayından yalnızca biridir. Hatta bazı öğretmen adayları maddelerin yapısındaki farklılığı ve sıcaklıklarının farklı olduğunu söylerlerken maddelerin kiminin ısıyı daha çok içinde tuttuğunu kiminin ise ısıyı hemen ilettiğini söyledikleri tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise öğretmen adaylarının tümü farklı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu ama bizim bu maddelerin sıcaklıklarını farklı algıladığımızı vurgulamışlardır. Son görüşmede sadece Fikriye'nin ilk görüşmesinde sunduğu fikri savunduğu tespit edilmiştir. Ön görüşmelerde özısıyı tanımlamaları istenildiğinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bu tanımlamayı net bir şekilde yapamadıkları fark edilmiş ve son görüşmelerde ise bazı öğretmen adaylarından net yanıtlar alınmıştır. Özısı ile ısı arasında ilişki kurmaları istenildiğinde ısı alış verişinde kullanılan matematiksel bağıntıdan yararlanarak öğretmen adaylarının bu iki kavram arasında doğru orantılı bir ilişki kurdukları gözlenmiştir. Buna göre ÇM'nin var olan özısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde olumlu yönde etkilerinin olduğu söylenmiştir.

Özısı kavramıyla ilgili gerek ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının gerekse ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önce alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarından bazıları metinleri okuduktan sonra daha net yanıtlar vermiş; ancak bu gruptaki öğretmen adaylarından birinin metinleri okumadan önceki fikirlerini savunduğu tespit edilmiştir. ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının tümünün metinleri okuduktan sonra aynı ortamdaki farklı tür maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğunu; ancak bizim farklıymış gibi hissettiğimizi söyledikleri saptanmıştır. Bunun sebebinin bilimsel bilgi kısımlarında özısıyla ilgili olabilecek alternatif kavramlara atıfta bulunulması ve metni okuyan öğretmen adayının da kendisinde aynı alternatif kavramın bulunduğunu fark etmesinin sağlanması olarak düşünülmüştür. Hatta bu gruptaki öğretmen adaylarından

özısının tanımını metinleri okumadan önce net yapamayan öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra net bir şekilde tanımlı yaptıkları gözlenmiştir. Dolayısıyla ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre özısı kavramıyla ilgili kavramsal anlamalarının daha olumlu etkilendiği söylenmiştir.

5.7.3.3. Madde Miktarı Farklı, Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

Madde miktarı farklı, aynı cins maddelerin ısı iletimine dair sonuçları çalışmaya katılan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının gruplarına göre aşağıda yer verilmiştir.

5.7.3.3.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimine dair sonuçları her öğretmen adayı için ayrı ayrı sunulmuştur.

Ebru'nun metinleri okumadan önce, bu konuda alternatif kavramlarının olmadığı tespit edilmiştir. Yalnız metinleri okumadan önce uzun olan teldeki mumun erime süresini açıklama da yetersiz olduğu bulunmuştur. Metinleri okuduktan sonra ise ön görüşmede olduğu gibi öğretmen adayının alternatif kavramının olmadığı görülmüştür.

Gamze'nin metinleri okumadan önce, bu konuda çok fazla alternatif kavramının bulunmadığı tespit edilmiş; ancak öğretmen adayının özdeş ısıtıcıyı sıcaklık yayması yönüyle bilimsel olarak doğru kabul göreninden farklı düşündüğü bulunmuştur. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayının kullandığı ifadelerin daha bilimsel olduğu görülmüştür. Ön görüşmesinde olduğu gibi alternatif kavramlarının olmadığı tespit edilmiştir. Hatta öğretmen adayının özdeş ısıtıcı ile ilgili fikrini bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği bulunmuştur.

Nisa'nın metinleri okumadan önce, aynı cins maddelerin ısı iletim hızlarının aynı olması konusunda tereddüde düştüğü gözlenmiştir. Bunun haricinde metinleri okumadan önce öğretmen adayının özısıyla ilgili alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra Fen Bilgisi öğretmeni adayının aynı cins maddelerin ısı iletim hızlarının farklı olduğunu söylediği tespit edilmiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının aynı cins maddelerin ısı iletim hızları hakkında alternatif kavramının olduğu söylenmiştir.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra, madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri hakkındaki çoğu görüşlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerle aynı olduğu tespit edilmiştir. Ancak Nisa'nın ön görüşmesinde tereddütlü olduğu aynı cins maddelerin ısı iletim hızları konusunda alternatif kavramını son görüşmesinde devam ettirdiği; Gamze'nin ise özdeş ısıtıcıyı tanımlarken ön görüşmesinde kullandığı eşit sıcaklık yayması fikrini son görüşmesinde aynı miktar ısı veren şeklinde değiştirdiği saptanmıştır.

5.7.3.3.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Madde Miktarı Farklı Aynı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının madde miktarı farklı, aynı cins maddelerin ısı iletimine dair sonuçları her öğretmen adayı için ayrı ayrı sunulmuştur.

Yılmaz'ın ÇM'yi okumadan önce madde miktarı farklı aynı cins tellerin ısı iletimi hakkında herhangi bir alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise öğretmen adayının görüşlerinde değişiklik olmadığı bulunmuştur. Bu bakımdan öğretmen adayının alternatif kavramının olmadığı söylenmiştir.

Satı'nın ÇM'yi okumadan önce madde miktarı farklı aynı cins tellerin ısı iletimleri hakkında herhangi bir alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise öğretmen adayının görüşlerinde değişiklik olmadığı bulunmuştur. Bu bakımdan öğretmen adayının alternatif kavramının olmadığı söylenmiştir.

Fikriye'nin ÇM'yi okumadan önce madde miktarı farklı aynı cins tellerin ısı iletimleri hakkında herhangi bir alternatif kavramının olmadığı tespit edilmiştir. Metinleri okuduktan sonra ise öğretmen adayının görüşlerinde değişiklik olmadığı bulunmuştur. Bu bakımdan öğretmen adayının alternatif kavramının olmadığı söylenmiştir.

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra madde miktarı farklı olan aynı cins tellerdeki mumların erime süreleri hakkında bilimsel olarak doğru kabul edilen görüşlerle örtüşen cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının hepsinin uzun ve kalın olan teldeki mumların erime sürelerinin diğer tellerdeki mumların erime sürelerine göre daha geç olduğunu ifade ettikleri bulunmuştur. Özdeş ısıtıcı kavramı

hakkında öğretmen adayları aynı süre içinde aynı miktarda ısıyı verebilen ısıtıcı olarak tanımlamaya çalışmışlardır. Buna göre ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının madde miktarı farklı aynı cins maddelerin ısı iletimleri ile ilgili herhangi bir alternatif kavramlarının olmadığı ve bu konudaki kavramsal anlamalarının ÇM'yi okuduktan sonra değişmediği saptanmıştır.

ÜKDM'yi okuyan öğretmen adayları ile ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra madde miktarı farklı olan aynı cins tellerdeki mumların erime süreleri hakkındaki çoğu görüşlerinin bilimsel olarak doğru kabul edilen görüşlerle örtüştüğü tespit edilmiştir. ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarından birisinin ön görüşmesinde var olan alternatif kavramını devam ettirdiği diğerinin ise var olan alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirdiği tespit edilmiştir. ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının ise bu konuda alternatif kavramının bulunmadığı saptanmış olup, metinleri okuduktan sonra kavramsal anlamalarında değişimin olmadığı söylenmiştir.

5.7.3.4. Uzunlukları Aynı, Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamaları gruplarına göre ve her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş olup, elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.7.3.4.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamalarının sonuçları her öğretmen adayı için aşağıda ayrı ayrı gösterilmiştir.

Ebru'nun metinleri okumadan önce, maddelerin özısı değerleri ile enerjileri arasında bir bağ kurduğu tespit edilmiştir. Özısı küçük olan maddelerin enerjilerinin küçük ve özısı büyük olan maddelerin enerjilerinin büyük olacağını söylemiştir. Bu bulgulara göre metinleri okumadan önce Ebru'nun uzunlukları aynı farklı cins tellerin ısı iletimleri hakkında alternatif kavramlarının olduğu söylenmiştir. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayı, özısı küçük olan maddelerin ısı iletim hızlarının daha hızlı,

özısısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızlarının daha yavaş olduğunu söylemiştir. Bu bulgulara göre Fen Bilgisi öğretmeni adayı Ebru'nun metinleri okuduktan sonra, ön görüşmesinde var olduğu düşünülen alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği söylenmiştir.

Gamze'nin metinleri okumadan önce bu konuda alternatif kavramlarının olmadığı tespit edilmiştir. Ancak öğretmen adayının özısılarının farklı olması maddelerde neyi etkiliyor sorusuna “moleküllerin içi enerjiyi daha çabuk alabiliyor” yanıtını vermesi demesi ısıyı maddesel bir olgu gibi algıladığını düşündürmüştür. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayının çoğu görüşünde değişiklik olmadığı bulunmuştur. Ön görüşmesinden farklı olarak bu defa sorulan sorulara yanıt verirken daha dikkatli olduğu görülmüştür.

ÜKDM'yi okumadan önce Nisa'nın özısı ile ısı sığası kavramlarını birbirinin yerine kullandığı tespit edilmiştir. Bu bulguya göre Nisa'nın ısı sığası ve özısı kavramları hakkındaki bilgilerinin yetersiz olduğu söylenmiştir. ÜKDM'yi okuduktan sonra Nisa, ön görüşmesinden farklı olarak bu defa özısı kavramını bilirse daha kolay yorum yapabileceğini belirtmiştir. Bu bakımdan Nisa'nın metinleri okuduktan sonra bilgilerindeki yetersizliği giderdiği söylenmiştir.

ÜKDM grubundaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ön görüşmelerinde var olan “özısısı ile maddelerin enerjileri arasında doğru orantılı bir ilişkinin olduğunu düşünme” gibi alternatif kavramlarını son görüşmelerinde giderdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ısı sığası ve özısı kavramları hakkındaki bilgilerini metinleri okuduktan sonra daha net biçimde kullandıkları görülmüştür. Bu bulgulara göre ÜKDM'nin özısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde olumlu etkisinin olduğu söylenmiştir. ÜKDM'nin özısı kavramıyla ilgili alternatif kavramlar üzerinde olumlu etkilerinin olması bu tür metinlerin içinde üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirilmesiyle açıklanmıştır. ÜKDM'de aynı ortamdaki farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olarak algılanmasının çoğu insanın alternatif kavramının oluşmasına sebep olduğu üstkavramsal olarak vurgulanmıştır. Ardından bilim insanlarınca aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının farklı olarak algılanma sebebinin maddelerin özısıları olduğuna değinilmiştir. Bu şekilde üstkavramsal olarak özısı kavramıyla ilgili birinci dereceden ve ikinci dereceden üstkavramsal farkındalık sağlandıktan sonra üstkavramsal izleme ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetlerinin aktif hale gelmesi için öğretmen adaylarına çeşitli sorular yönlendirilmiştir. Öğretmen adayları bu tür metinleri okurken aktif hale getirdiği

üst kavramsal izleme ve üst kavramsal değerlendirme faaliyetleri sonucunda kendi ontolojik varsayımlarıyla bilim insanlarınca kabul gören ontolojik varsayımlar arasında karşılaştırmalar yapma olanakları ve seçtikleri yeni fikrin verilen durumu açıklamada diğerine göre neden daha iyi çalıştıklarını savunma olanakları bulmuştur.

5.7.3.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Öğretmen Adaylarının Uzunlukları Aynı Farklı Cins Maddelerin Isı İletimine Dair Sonuçlar

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimine dair kavramsal anlamalarının sonuçları her öğretmen adayı için aşağıda ayrı ayrı gösterilmiştir.

ÇM'yi okumadan önce Yılmaz'ın uzunlukları aynı, farklı iletken tellerin ısı iletimi konusunda alternatif kavramlarının olmadığı saptanmıştır. Fen Bilgisi öğretmeni adayının metinleri okuduktan sonra ön görüşmesinden farklı olarak özısı kavramını biraz açtığı ve yorumladığı gözlenmiştir. Bu bakımdan Fen Bilgisi öğretmeni adayının ön görüşmesindeki fikirlerinin değişmediği tespit edilmiştir. Hatta öğretmen adayının son görüşmesinde kavramları biraz daha irdelediği gözlenmiştir.

ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adayı Satı, özısı büyük olan maddelerin daha dirençli olduğunu söylemiş ve bundan dolayı ısıyı daha zor iletceklerini ifade etmiştir. ÇM'yi okuyan Satı, özısı küçük olan maddenin ısıyı iletmesinin kolay olduğunu söylemiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının bu konuda alternatif kavramının olmadığı söylenmiştir.

Fikriye metinleri okumadan önce birim zamandaki sıcaklık değerlerinin birbirinden farklı olduğunu ifade etmiş ve ısı miktarının az gittiğini söylemiştir. Bu bakımdan Fen Bilgisi öğretmeni adayının fikirlerinin bu noktada bilimsel olarak doğru kabul göreninden farklılaştığı tespit edilmiştir. Metinleri okumadan önce “özdeş ısıtıcı kavramını tanımlayamama” şeklinde alternatif kavramının olduğu söylenmiştir. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayının tespit edilen alternatif kavramını bilimsel olarak doğru kabul göreniyle değiştirdiği bulunmuştur.

ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının Fikriye hariç uzunlukları aynı farklı cins tellerin ısı iletimleri hakkında gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra alternatif kavramlarının olmadığı gözlenmiştir. Dolayısıyla Fen Bilgisi öğretmeni adayları ÇM'yi okumadan önce ve ÇM'yi okuduktan sonra tellerin uçlarındaki buzların erime sürelerini doğru sıralamışlardır. Hatta öğretmen adayı

Yılmaz'ın, ÇM'yi okuduktan sonra özısı, özdeş ısıtıcı gibi kavramları biraz daha irdelediği gözlenmiştir. Ancak Fikriye'nin metinleri okumadan önce “özdeş ısıtıcı kavramını tanımlayamama” şeklinde alternatif kavramının olduğu tespit edilmiş ve öğretmen adayının ÇM'yi okuduktan sonra bu alternatif kavramını giderdiği saptanmıştır.

ÜKDM'yi okuyan öğretmen adayları ile ÇM'yi okuyan öğretmen adaylarının metinleri okumadan önce uzunlukları aynı, farklı cins maddelerin ısı iletimleri hakkında alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir. Ancak ÜKDM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının, ÇM'yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarına göre var olan alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirme eğilimlerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Buna göre ÜKDM'nin özısı ile ilgili alternatif kavramlar üzerindeki etkilerinin ÇM'ye göre daha olumlu olduğu söylenmiştir.

5.7.4. Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Dair Sonuçlar

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına dair kavramsal anlamaları gruplarına göre ve her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş olup, elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.7.4.1. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına dair kavramsal anlamalarının sonuçları her öğretmen adayı için aşağıda ayrı ayrı gösterilmiştir.

Ebru'nun metinleri okumadan önce günlük hayattaki yaşadıklarından esinlenerek cevap verdiği tespit edilmiştir. Sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığını sabit tutmak için yün benzeri maddeler kullanmayı tercih etmiş; sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ise alüminyum folyoyu tercih etmiştir. Metinleri okumadan önce öğretmen adayının sıcaklığı transfer edilebilen bir özellik olarak düşündüğü bulunmuştur. Bazı maddelerin soğuğu dışarı verdiğini söylemiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerden farklı olduğu söylenmiştir. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayının sıcaklığı yüksek

olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için yünlü maddeleri tercih ederken, sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ise ön görüşmesinden farklı olarak yine yünlü maddeleri tercih ettiği tespit edilmiştir. Sıcaklık ve soğukluğun transfer edilemediğini ancak bulunduğu ortama göre muhafaza edildiğini söylemiştir. Sıcaklığı sabit tutmak için alüminyum folyoyu iki kat sardığında ısı yalıtımının daha iyi olacağını ifade etmiştir. Bu bakımdan öğretmen adayının ön görüşmesinde var olan alternatif kavramlarının büyük bir çoğunluğunu bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirdiği söylenmiştir.

Gamze metinleri okumadan önce sıcaklığı yüksek olan maddeleri önce alüminyum folyoya sonra sofra bezine saracağını söylemiştir. Alüminyum folyonun tek başına ısı yalıtımı için yeterli olmadığını belirtmiştir. Metinleri okumadan önce sıcaklığı maddesel bir olgu gibi düşündüğü tespit edilmiş ve bazı maddelerin cisimlerin sıcaklığını dışarı çıkarmayacağını söylemiştir. Sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığını sabit tutmak için ise tenekeye koyacağını ya da alüminyum folyoyla saracağını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adayının cevaplarında sıcaklığı ve soğukluğu korumak gibi ifadeler bulunmuştur. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayının çoğu görüşünde değişimler tespit edilmiştir. Sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için yün benzeri maddelere saracağını söylemiştir. Yünün ısı yalıtımını daha iyi yapacağına değinmiştir. Sıcaklık ve soğukluk kavramlarıyla ilgili ön görüşmesinden farklı olarak ısı yalıtımı sağlandıktan sonra maddelerin sıcaklıklarının sabit kalacağını vurgulamıştır. Sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için bu defa yün benzeri maddeler seçeceğini söylemiştir. Ayrıca aynı ortamda bulunan maddeleri yün ve alüminyum folyoyla sardığımızda alüminyum folyoyla sardığımız maddelerin oda sıcaklığına daha çabuk ulaşacağını belirtmiştir.

Nisa'nın metinleri okumadan önce “sıcaklığı çekip verdiği için”, “ısının dışarı ya da içeri girmesi” gibi ifadeleri kullandığı tespit edilmiştir. Sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için pamuklu maddelerle sarmayı tercih etmiştir. Maddelerin soğuk ya da sıcak olması için maddelerin içinde sıcaklığın ve soğukluğun barınması gerektiğini ifade etmiştir. Maddelerin sıcak ya da soğuk olması için aynı cins yalıtkan maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Sıcaklık ya da soğukluk kavramlarının kişiden kişiye göre değişeceğine değinmiş ve bunun yanı sıra yalıtkan maddelerin sıcaklığın içine girmesini, soğukluğun ise dışarı çıkmasını engellediğini vurgulamıştır. Bundan dolayı Fen Bilgisi öğretmeni adayının sıcaklığı ve soğukluğu maddesel bir olgu gibi düşündüğü tespit edilmiştir. Nisa ÜKDM'yi okuduktan sonra ön

görüşmesinden farklı olarak bu defa sıcaklığı yüksek olan maddeleri yünlü kumaşla sarmayı tercih edeceğini ifade etmiştir. Yünün iyi bir yalıtkan olduğu için sıcaklığı dışarı vermeyeceğini söylemiştir. Ön görüşmesinde verdiği yanıtı ek olarak yalıtkan maddelerin ısıyı dışarı vermeyeceğini ve soğukluğu da içlerinde saklayacaklarını dile getirmiştir. Yün yerine alüminyum folyo sarması gerektiğinde iki kat saracağını, çünkü katlar arasında kalan havanın kinetik enerjideki taneciklerin titreşimlerinin birbirine aktarılmasını engelleyeceğini açıklamıştır.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının, yapılan ön görüşmelerde Nisa hariç maddelerin sıcak ya da soğuk kalması için farklı cins maddeleri seçeceklerini söylemelerine rağmen son görüşmelerde tüm öğretmen adaylarının hem sıcak tutmak hem de soğuk tutmak için aynı tür yalıtkanlarla sarmalamayı tercih ettiklerini söyledikleri gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının sıcaklık ve soğukluk ile ilgili gerek ön görüşmelerde gerekse son görüşmelerde yanlış ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonraki kavramsal anlamaları incelendiğinde “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir”, “sıcaklık ya da soğukluk fiziksel bir olgu gibi düşünülebilir”, “sıcaklık ya da soğukluk duruma göre maddelerin içinde tutulabilir”, “bazı maddeler sıcaklığı verir, bazı maddeler soğukluğu içine geçirmez” gibi alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla ÜKDM'yi okuduktan sonra bile öğretmen adaylarında ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramları hakkında alternatif kavramların varlığını devam ettirdiği söylenmiştir. Ancak öğretmen adaylarının bu alternatif kavramları her ne kadar varlığını devam ettirse de metinleri okuduktan sonra azalma göstermiştir.

5.7.4.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isıl İletkenlik ve Isıl Yalıtkanlık Kavramlarına Ait Kavramsal Anlamasındaki Değişime İlişkin Sonuçlar

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarına dair kavramsal anlamalarının sonuçları her öğretmen adayı için aşağıda ayrı ayrı gösterilmiştir.

Yılmaz ÇM'yi okumadan önce ısı kaybı olmaması için ısıyı geçirmeyecek maddeleri tercih edeceğini söylemiştir. Yılmaz'ın kullandığı ifadelerde bu başlık altında bile ısıyı fiziksel bir olgu gibi algıladığı düşünülmüştür. Sıcaklığı düşük olan maddeleri metal benzeri maddelerle sarmayı tercih edeceğini belirtmiştir. Maddelerin soğuk

kalması için seçtiği maddelerin ısıyı içine almayacağını ifade etmiştir. Yılmaz, metinleri okuduktan sonra da ön görüşmesine benzer cevaplar vermiştir. Hatta metinleri okuduktan sonra bile sıcaklık ve soğukluğun maddelerin içinde tutulabileceğini ifade etmiştir.

Satı ÇM'yi okumadan önce sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının dışarı çıkmaması için örtü benzeri birşeyle saracağını söylemiştir. Üç seçenek sunulduğunda içeri ve dışarı bağlantıyı yünün iyi keseceğini belirterek seçmiştir. Metinleri okumadan önce sıcaklığı düşük olan maddeleri alüminyum folyo ile sarmayı tercih edeceğini belirtmiştir. Hatta sıcaklığı yüksek olan maddeleri de yünle sarmaktan vazgeçmiş ve alüminyum folyo ile saracağını söylemiştir. Metinleri okuduktan sonra sıcaklığı yüksek olan maddeleri yün benzeri maddelerle saracağını belirtmiştir. Hatta alüminyum folyo ile sarması gerektiğinde birden fazla kat sarılsa bile ısı yalıtımını iyi yapıp yapamayacağı konusunda tereddüt yaşamıştır. Hatta sıcaklığı yüksek ve sıcaklığı düşük olan maddeleri aynı tür maddelerle saracağını belirtmiştir. Ayrıca metinleri okuduktan sonra bile kimi terimleri bilimsel olarak doğru kabul göreninden farklı düşündüğü tespit edilmiştir.

Fikriye metinleri okumadan önce verdiği cevaplarda günlük hayatından esinlenmiştir. Örneğin kışın yünlü giydiği için sıcaklığı yüksek olan maddeleri yünle sarmayı tercih etmiştir. Alüminyum folyo sarması gerektiğinde olması gerekenleri açıklayamamıştır. Sıcaklığı düşük olan maddeleri ise penye türü maddelerle sarmayı tercih edeceğini söylemiştir. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adayı, sıcaklığı yüksek olan maddeleri yine yünle sarmayı tercih etmiş; ancak ön görüşmesinden farklı olarak bu defa ısı yalıtımını daha iyi yapacağını söylemiştir. Alüminyum folyonun ısı iletiminin yüksek olduğunu ifade etmiştir. Alüminyum folyo ve yünün özısıları farklı olduğu için bu maddelerin ısıyı bünyesinde tutmaya karşı farklı direnç göstereceklerini vurgulamıştır. Fikriye, ÇM'yi okuduktan sonra sıcaklığı düşük olan maddelerin sıcaklıklarının sabit kalması için bu defa alüminyum folyo sarmayı tercih edeceğini belirtmiştir. Bunun sebebi olarak alüminyum folyonun ısı iletiminin iyi olduğunu söylemiş ve bundan dolayı ısıyı vereceğini düşündüğünü ifade etmiştir.

ÇM'yi okuyan grupta yer alan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hepsinin ön görüşmelerinde, sıcaklığı yüksek olan maddelerin sıcaklığının sabit kalması için ısıyı dışarı geçirmeme özelliği olan maddeleri seçeceklerini söyledikleri gözlenmiştir. Ayrıca ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısıl iletkenlik ya da ısıl yalıtkanlık konularında bilgilerinin eksik olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının

gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra, “sıcaklık ve soğukluk kavramlarının alınıp verilen bir olgu olduğunu düşünme”, “sıcaklık bir enerjidir ve transfer edilebilir” şeklinde düşüncelerinin olduğu saptanmıştır. Bu gruptaki Fen Bilgisi öğretmen adaylarının hem ön görüşmelerinde hem de son görüşmelerinde sıcaklığı yüksek ya da sıcaklığı düşük olan maddeleri farklı tür maddelerle sarmayı tercih etmelerinin nedeninin ısı ve sıcaklık kavramlarını maddesel bir olgu gibi düşünmelerinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adayları ile ÇM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının gerek metinleri okumadan önce gerekse metinleri okuduktan sonra ısı iletkenlik ve ısı yalıtkanlık kavramlarıyla ilgili alternatif kavramlarının olduğu saptanmıştır. Ancak ÜKDM’yi okuyan öğretmen adaylarının metinleri okuduktan sonra açıklama yaparken tercih ettikleri cümleleri kurarken daha dikkatli oldukları gözlenmiştir. Her iki grupta da saptanan alternatif kavramların sebebinin, sıcaklığı bir enerji gibi düşünmeleri olduğu varsayılmıştır.

5.7.5. Isı Alış Verişine Dair Elde Edilen Sonuçlar

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ısı alış verişine dair kavramsal anlamaları gruplarına göre ve her öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş olup, elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

5.7.5.1. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerini Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Sonuçlar

ÜKDM’yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış veriş konusundaki görüşlerinin her öğretmen adayı için ayrı ayrı sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Ebru’nun metinleri okumadan önce ısı alış verişine dair aşağıdaki alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir:

- Maddeler arasında sıcaklık aktarılır (Sıcaklığı enerji gibi düşünme ve ısının yerine kullanma)
 - Isı alış veriş tamamlandığında maddelerin sıcaklıkları eşitlendiği gibi maddelerin ısıları da aynı değere gelir (ısıyı maddesel bir olgu gibi düşünme).
- Bu olay sıcaklıkların aktarılmasıyla gerçekleşir.

- Maddelerin kütlelerinin farklı olduğu durumdaki denge sıcaklığı ile kütlelerinin eşit olduğu durumdaki denge sıcaklığının aynı değer olduğunu düşünme.

Ebru'nun metinleri okuduktan sonraki ısı alış verişine dair ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ Isı alış verişinde ısıları eşitlenir.
- ✓ Sıcaklık farkı olduğu için ısıdan bahsedilebilir.
- ✓ Sıcaklığı fazla olan maddenin kütlesi büyük olduğunda ısı da büyük olur.
- ✓ Isı alış verişi sonrasında maddelerin sıcaklıkları eşitlenir.
- ✓ Maddelerin kütlelerinin eşit olduğu durumdaki son sıcaklık değeri, ikinci durumdakinden (sıcaklığı fazla olan cismin kütlesinin büyük olduğu durum) daha düşüktür.

Gamze'nin metinleri okumadan önce ısı alış verişine dair aşağıdaki alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir:

- Isı alış verişinde sıcaklıklar alınıp verilir (Sıcaklığı enerji gibi düşünme ve ısının yerine kullanma)
- Isı alış verişi tamamlandığında maddelerin sıcaklıkları eşitlendiği gibi maddelerin ısıları da aynı değere gelir (ısıyı maddesel bir olgu gibi düşünme). Bu olay sıcaklıkların aktarılmasıyla gerçekleşir.
- Sıcaklığı fazla olan maddenin ısı da fazladır.

Gamze'nin metinleri okuduktan sonraki ısı alış verişine dair ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ Sıcaklığı fazla olan maddelerin ısıları fazladır.
- ✓ Isı alış verişi olayında ısı sıcaklığa bağlıdır.
- ✓ Kütlesi ve sıcaklığı büyük olan maddeler ısı aktarır.
- ✓ Son denge sıcaklıklarının oluşturulan üç durum için (maddelerin kütleleri eşit ve maddelerin kütlelerinin birbirinden farklı olduğu durumlar) farklı olur.

Nisa'nın metinleri okumadan önce ısı alış verişine dair aşağıdaki alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir:

- Isı alış verişi olayı tamamlandığında maddelerin ısıları da aynı değere ulaşır.
- Kütlesi küçük olan maddelerin ısı da küçüktür, kütlesi büyük olanın ısı da büyüktür.
- Isı çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçiş yapar.

Nisa'nın metinleri okuduktan sonraki ısı alış verişine dair ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ Isı alış verişinde iletilen ve soğurulan ısı birbirine eşittir.
- ✓ Isı alış verişi tamamlandığında sıcaklıklar eşitlenir.
- ✓ Isıl denge sağlandığında maddelerin ısılarından bahsedilemez.
- ✓ Cisimlerin kütleleri birbirinden farklı olduğunda denge sıcaklığı, madde miktarı çok olana yakın olur.

ÜKDM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ön görüşmesinde ısı alış verişi için gerçekleşen olayları anlatırken ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündükleri tespit edilmiştir. Bundan dolayı çoğunun ısı denge sağlandığında maddelerin hem sıcaklık değerlerinin hem de ısı değerlerinin birbirlerine eşit olacağını düşündüğü bulunmuştur. Metinleri okuduktan sonra öğretmen adaylarının ısıyı fiziksel bir olgu gibi düşünmekten vazgeçtikleri saptanmıştır. Isı alış verişi olayında öğretmen adayları ön görüşmelerde sıcaklık kavramının maddeler arasında aktarıldığını söylemelerine rağmen son görüşmelerde bu alternatif kavramı giderdikleri tespit edilmiştir. Son görüşmelerde Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda biraz daha kullandıkları kavramlara dikkat ettikleri ve kinetik teoriye atıfta bulundukları fark edilmiştir. Gamze hariç diğer öğretmen adayları son görüşmelerinde sıcaklık kavramı ile ilgili alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle değiştirmişlerdir. Ancak Gamze metinleri okuduktan sonra “sıcaklıkla maddelerin ısıları doğru orantılı olarak artar” alternatif kavramını devam ettirmiştir.

5.7.5.2. Çürütücü Metinleri Okuyan Gruptaki Öğretmen Adaylarının Isı Alış Verişi Olayı İle İlgili Kavramsal Anlamasındaki Değişimlere Ait Sonuçlar

ÇM'yi okuyan gruptaki Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış verişi konusundaki görüşlerinin her öğretmen adayı için ayrı ayrı sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Yılmaz'ın metinleri okumadan önce ısı alış verişine dair aşağıdaki alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir:

- Maddelerin ısı alma kapasiteleri vardır.

Yılmaz'ın metinleri okuduktan sonraki ısı alış verişine dair ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ Isı alış verişinde ısı aktarımı gerçekleşir.
- ✓ Isıl denge sağlandığında son sıcaklıkları eşitlenir.
- ✓ Sıcaklığı yüksek olan maddelerin ısıları da fazladır.

- ✓ Isı alış verişinde ısı akışkan gibi davranır.
- ✓ Sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye ısı aktarıldığı zaman sıcaklığı düşük olan maddenin tanecikleri daha hareketlenir.

Satı'nın metinleri okumadan önce ve metinleri okuduktan sonra ısı alış verişine dair fikirlerinin bilimsel olarak doğru kabul görenlerle örtüştüğü tespit edilmiştir.

Fikriye'nin metinleri okumadan önce ısı alış verişine dair aşağıdaki alternatif kavramlarının olduğu tespit edilmiştir:

- Isı alış verışı tamamlandıktan sonra maddelerin hem sıcaklıkları hem de ısıları eşitlenir.
- Son denge sıcaklıklarının oluşturulan üç durum için (maddelerin kütleleri eşit ve maddelerin kütlelerinin birbirinden farklı olduğu durumlar) denge sıcaklıkları aynı olur.

Fikriye'nin metinleri okuduktan sonraki ısı alış verişine dair ifadeleri aşağıdaki gibidir:

- ✓ Isı alış verişinde yüksek sıcaklıktaki maddeden düşük sıcaklıktaki maddeye enerji geçişi olur.
- ✓ Maddeler arası ısı alış verışı olayında madde miktarı fazla olanın ısısı fazladır.
- ✓ Oluşturulan üç durum (maddelerin kütlelerinin eşit olduğu ve farklı olduğu durumlar) için denge sıcaklıkları birbirine eşit olur.

ÇM'yi okuyan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının metinleri okumadan önce ısı alış verışı tamamlandığında maddelerin sıcaklıklarının eşitlenmesinin yanı sıra ısı miktarlarının da eşitleneceklerini söyledikleri tespit edilmiştir. Yılmaz'ın ve Fikriye'nin bazı ifadelerinde ısıyı alınıp verilebilen bir nesne gibi düşündükleri gözlenmiştir. ÇM'yi okumadan önce Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının ısı alış verışı konusunda tespit edilen alternatif kavramlarını, ÇM'yi okuduktan sonra yapılan görüşmede de devam ettirdikleri tespit edilmiştir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda elde edilen bulgular, bu araştırmada öğretmen adaylarında ısı ve sıcaklık konularıyla ilgili tespit edilen alternatif kavramların niteliğini destekler niteliktedir (Erickson, 1979; Erickson, 1980; Kesidou ve Duit, 1993; Lewis ve Linn, 1994; Başer, 1996; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Aydoğan, Güneş, Gülçiçek, 2003; Başer ve Çataloğlu, 2005). Erickson (1979), öğrencilere yönelttiği sorulara verilen cevapları incelediğinde öğrencilerin ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündüklerini ve sıcaklığın madde miktarı ile değiştiğini söylediklerini belirtmiştir. Kesidou ve Duit (1993), öğrencilerle yaptığı görüşmeler sonucunda, öğrencilerin sıcaklığı bir enerji gibi

düşündüklerini ve sıcaklığın bir maddeden diğer bir maddeye aktarıldığını düşündüklerini tespit etmiştir. Lewis ve Linn (1994), günlük hayatta ısı ve sıcaklıkla ilgili kavramlara yüklenen anlamları araştırmışlar ve yalıtkanların ısı iletiminin çabuk olduğundan onların sıcak hissedilmediğini saptamışlardır. Wiser ve Amin (2001), yaptıkları araştırma sonucunda öğrencilerde ısı ve sıcaklık kavramına yönelik ontolojik inançların olduğuna vurgu yapmışlardır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar kısaca özetlendiğinde öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusunda çok sayıda ve çeşitli alternatif kavramlarının bulunduğu söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarının odak noktasında ısı kavramını maddesel bir olgu gibi düşünme eğilimleriyle sıcaklık kavramını bir enerji olarak düşünme eğilimlerinin olduğu saptanmıştır. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının farklı tür metinleri okuduktan sonra var olan alternatif kavramlarında değişimler olduğu; ancak bu alternatif kavramlardaki değişimlerin ÜKDM’yi okuyan gruptaki öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarında diğer metin türlerini okuyan öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına göre daha olumlu etkiler yarattığı söylenebilir. ÜKDM’nin diğer metin türlerine göre daha fazla olumlu etkisinin olmasında üstkavramsal olarak bireylerin fikirlerindeki değişimi izleyebilmeleri ve meydana gelen bu değişimler için sunulan gerekçeler hakkında bu tür metinlerden bilgi edinebildikleri gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının fikirlerinde meydana gelen değişimlerde konuyla ilgili ontolojik varsayımlarını fark etmeleri büyük rol oynamıştır. Öğretmen adayları ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili ÜKDM’yi okumadan önce “ısının maddesel bir olgu gibi olduğunu düşünme”, “sıcaklığın bir enerji olduğunu düşünme” ve “aynı ortamda bulunan farklı tür maddelerin sıcaklıklarının birbirinden farklı olduğunu düşünme” gibi ontolojik inançlara sahiptiler. ÜKDM’de ısının maddesel bir olgu olmadığına, ısının sıcaklık farkından dolayı maddeler arasında aktarılan enerji olduğuna; sıcaklığın bir enerji değil sadece ısının bir çeşit ölçüsü olduğuna ve aynı ortamda bulunan farklı cins maddelerin sıcaklıklarının aynı olduğuna bizim ise bu maddelerin sıcaklıklarını farklıymış gibi algılamamızda duyu organlarımızdan gelen her bilginin doğru olmadığına değinilmiştir. Yürük (2005)’ün yaptığı çalışmada öğrenciler kuvvet kavramı ile ilgili ontolojik açıdan bir değişim yaşamış ve bu sayede kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlamaları üzerinde üstkavramsal faaliyetlerin olumlu etkileri gözlenmiştir. Aynı şekilde ontolojik varsayımlardaki değişimin önemini Wiser ve Amin (2001)’in yaptığı çalışmada destekler niteliktedir. ÜKDM’nin diğer metin türlerine göre etkisinin olumlu olmasında ayrıca üstkavramsal farkındalık ve üstkavramsal değerlendirme faaliyetleri de önemli

rol üstlenmiştir. Üstkavramsal farkındalık faaliyetleri, üstkavramsal izleme faaliyetinin aktif hale gelmesinde etkili olmuştur. Yeni fikir ve var olan fikir arasındaki tutarlılığı izleyen öğretmen adayları, birinci dereceden ve ikinci dereceden üstkavramsal farkındalık faaliyetleri alt kategorilerinin hepsini birbirleriyle ilişkili olarak inceleme fırsatı bulmuşlardır. Öğretmen adaylarının ısı kavramıyla ilgili “Zihinsel modelim\fikrim\kavramım nedir?” , “Metinleri okumadan önce bu kavramla ilgili modelim\fikrim\kavramım neydi?”; “Hangisi daha tutarlı?”; “Oluşan durumu açıklama ontolojik varsayımlarım neler ve bilim insanlarınca kabul gören ontolojik varsayımlar neler?” gibi sorulara yanıt bulması sağlanmıştır.

5.8. Üstkavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Kavramsal Değişim Metinlerinde Aktif Hale Getirilen Üstkavramsal Faaliyetlere Yönelik Sonuçlar

Araştırmanın amacı Yürük (2005)’ün sınıflandırmasında yer alan üstkavramsal faaliyet türlerini öğretmen adaylarının metinleri okuma sürecinde aktif hale getirmektir. Araştırmacı tarafından geliştirilen ÜKDM’de Yürük (2005) tarafından sınıflandırılması ve tanımlanması yapılan üstkavramsal faaliyetlerin çoğunun aktif hale getirildiği tespit edilmiştir. Üstkavramsal faaliyetlerden 2. dereceden üstkavramsal faaliyetinin bir ögesi olan bağlamsal farklılıkların 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olma ögesinin doğrudan aktif hale getirilemediği saptanmıştır. Her bir üstkavramsal faaliyet türü için, bağlamsal farklılıkların 2. dereceden üstkavramsal olarak farkında olmak faaliyeti hariç, “Bulgular ve Yorum” kısmında deliller sunulmuştur. Daha önceki yapılan çalışmalarda (Yürük, 2005; Yürük ve ark., 2009) üstkavramsal faaliyetler çeşitli sınıf içi etkinliklerle aktif hale getirilmişken bu çalışmada ÜKDM herhangi bir sınıf içi etkileşim olmadan üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirmede amacına uygun şekilde başarılı olmuştur.

5.9. Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayanarak şu önerilerde bulunulabilir:

Günlük hayatta kullanım alanı olan “ısı ve sıcaklık” konusuyla ilgili öğretmen adaylarının bir takım sezgisel ve yanlış görüşleri olduğu daha önce yapılan çalışmalarda da olduğu gibi bu çalışmada da tespit edilmiştir. Bu alternatif kavramların giderilmesini sağlamak için öğretmenlerin ilk olarak öğrencilerde var olan bu alternatif kavramları tespit etmesi gerekir. Daha sonra tespit edilen alternatif kavramların giderilmesine yönelik üstkavramsal faaliyet türlerinin aktif hale getirildiği etkinlikler yapılabilir

Yapılan bu araştırmada ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarının, ÇM'yi ya da DM'yi okuyan öğretmen adaylarına göre alternatif kavramlarını bilimsel olarak doğru kabul görenleriyle değiştirme eğilimlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramları bilimsel doğrularıyla değiştirmeleri için üstkavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş materyallere ya da üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirildiği etkinliklere ağırlık vermelidirler.

Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğretmen adaylarının çoğunun ısı kavramını maddesel bir olgu gibi düşündükleri ve ısıyı madde miktarıyla ilişkilendirdikleri görülmüştür. Çünkü öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlarının odak noktasında ısı kavramını bilimsel olarak doğru kabul gören şekliyle düşünememe olduğu, ısıyı maddesel bir olgu gibi düşündükleri saptanmıştır. Bu alternatif kavramın kaynağını gerek konuyu anlatan öğretmenlerden, gerek bu konudaki kitapların ısıyı yanlış tanımlamasından gerekse bireyin bu konuyla ilgili sahip olduğu ontolojik inançlarından aldığı düşünülmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının ısı kavramını maddesel bir olgu gibi düşünmelerinin önüne geçmek için ısının sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji olarak üstkavramsal faaliyetleri kullanabilecekleri şekilde açıklanması ve $Q = m.c.\Delta t$ formülünün sıcaklıkları eşit olan maddeler için kullanılamayacağı üstkavramsal olarak açıkça ortaya koyulmalıdır. Ayrıca kütlesi olan her maddenin belirli bir ısı değerinden bahsedilemeyeceği, bunun yerine sıcaklıkları aynı olan maddelerin iç enerjilerinin karşılaştırılabileceği üstkavramsal olarak vurgulanmalıdır. Gerek iç enerji kavramına vurgu yapılırken gerekse ısı kavramının sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerji olduğunu açıklarken üstkavramsal açıdan farkındalık yaratmak oldukça önemlidir. Bireylerin kendi ontolojik varsayımlarıyla, bilim insanlarınca kabul gören ontolojik varsayımları fark edebilmeleri ve bu ontolojik varsayımlar arasındaki farklılıkları ayırt edebilecekleri olanaklar sağlanmalıdır. Dolayısıyla bu noktalarda üstkavramsal farkındalığı canlandırabilecek metinlere, etkinliklere ya da sınıf içi tartışmalara yer verilmelidir.

Isı ve sıcaklık konusunda kaynağını ders kitaplarından alan alternatif kavramları gidermek için ilköğretimden yüksek öğretime kadar tüm ders kitapları ve piyasaya satışa sunulan yardımcı kitapların ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramların temelinde bulunan ontolojik inançlara atıfta bulunacak şekilde bilimsel olarak doğru kabul edilen şekliyle anlatıp anlatmadıkları incelenmelidir. Isı ve sıcaklık konusunu anlatan kitaplarda iç enerji kavramına yeterince vurgu yapılmalı; ısı ve iç enerji

kavramları arasındaki fark anlaşılır bir şekilde dile getirilmelidir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında kavramlar arasındaki fark her ne kadar anlaşılır bir şekilde sunulsa da bu konudaki alternatif kavramlara ÜKDM'nin olumlu etkilerinin daha fazla olduğu göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla ders kitapları ve piyasaya sunulan yardımcı kitaplar üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirebilecek şekilde yazılmalıdır.

ÜKDM ile ilgili olarak daha sonra yapılacak olan araştırmalara yönelik şu önerilerde bulunulabilir:

- ☞ Bu araştırma Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir. ÜKDM ilköğretimin farklı kademelerinde, ortaöğretimde ve lisans düzeyindeki öğrenciler üzerinde uygulanarak elde edilen veriler karşılaştırılabilir. Üstkavramsal faaliyetlerin aktif hale getirilmeye çalışıldığı bu tür metinler farklı türdeki okullarda, daha geniş örneklemeler üzerinde ve daha uzun sürede denenebilir.
- ☞ Bu araştırmada ÜKDM'nin ısı ve sıcaklık konusundaki alternatif kavramlara etkisi DM'nin ve ÇM'nin aynı alternatif kavramlara etkisiyle karşılaştırılarak incelenmiştir. ÜKDM farklı öğretim yöntemlerinin (Kavram Haritaları, TGA vb.) de aynı alternatif kavramlara etkisiyle karşılaştırılabilir.
- ☞ Bu çalışmada, ÜKDM ile ilgili uygulamalar araştırmacı tarafından hazırlanmış ve yürütülmüştür. Öğretmenler ve öğretmen adayları bu konudaki uzman kişiler tarafından bilgilendirilebilir ve öğretmenler ile öğretmen adaylarının bu tür metinleri ve üstkavramsal faaliyetleri ders sürecine aktarmaları incelenebilir.
- ☞ ÜKDM'yi okuyan öğretmen adaylarından bazılarının son testte hala bazı alternatif kavramları devam ettirdikleri söylenebilir. Dolayısıyla daha sonra yapılacak araştırmalarda ÜKDM'nin daha dirençli olan bu alternatif kavramları gidermeye yönelik kısımları güçlendirilip aynı konu üzerinde inceleme yapılabilir.
- ☞ ÜKDM bu çalışmada ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili olarak hazırlanmıştır. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda ÜKDM bu konuyla sınırlandırılmamalı; fizik, kimya ve biyoloji gibi derslerin çeşitli konularında da hazırlanarak benzeri çalışmalar yapılmalıdır.
- ☞ ÜKDM öğretmen adaylarına herhangi bir sınıf içi etkileşime ya da etkinliğe yer vermeksizin okutulmuştur. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda sınıf içi tartışmalarla birlikte uygulanıp etkisi incelenebilir.

- ∞ Bu çalışmada farklı türdeki ÜKDM üzerinde aktif hale getirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda bu faaliyet türlerinin her birinin kavramsal değişim sürecindeki etkileri ayrı ayrı incelenebilir.
- ∞ Üstkavramsal faaliyetlerin farklı alternatif kavramlar ile olan ilişkisi daha sonraki çalışmalarda incelenebilir. Örneğin “Ontolojik varsayımların üstkavramsal olarak farkına varan birinde ısıyı maddesel bir olgu gibi algılama alternatif kavramı giderilebilmiş midir?” gibi sorulara ilişkin cevapların arandığı çalışmalar tasarlanabilir.
- ∞ Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin ÜKDM’ye kolay erişebilmesi için bu tür metinler web ortamına aktarılabilir. Bu sayede biraz daha etkileşimli ve interaktif uygulanması gerçekleştirilip bu tür metinlerin etkisi incelenebilir.
- ∞ Daha sonraki yapılacak çalışmalarda bireylerin okuma stratejilerinin ÜKDM’nin anlaşılması ve konuyla ilgili kavramsal anlamaların üzerindeki etkileri incelenebilir.

KAYNAKÇA

- Anderson, C.W. and Smith, E.L. (1987). Teaching Science. In V. Richardson-Koehler (Ed.), *Educators' handbook: A research perspective* (pp. 84-111). White Plains, NY: Longman.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 111-124.
- Başer, M. (1996). Effect of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts and science. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Başer, M. ve Çataloğlu, E. (2005). Kavram değişimi yöntemine dayalı öğretimin öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki “yanlış kavramlar”ının giderilmesindeki etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 43-52.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35, 101-105.
- Chambers, S. K. and Andre, T., (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D. and de Leeuw, N. (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Research*, 63(1), 1-49.
- Clough, E. E. and Driver, R. (1985). Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together scientific and personal views. *Physics Education*, 20, 176-182.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram yanlışları ve olası nedenleri: kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 123-136.
- Demirci, M., P. ve Sarıkaya, M. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışları ve yanlışlarının giderilmesinde yapısalcı

kuramın etkisi. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, 6-9 Temmuz. İnönü Üniversitesi, Malatya.

- Dilber, R., (2006). Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- diSessa, A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 105-225.
- Driver, R., and Easley, J. (1978). Pupils and paradigms; a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Ericson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63, 221-230.
- Ericson, G. L. (1980). Children viewpoints of heat: a second look. *Science Education*, 64, 223-236.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 22 – 25 Eylül. ODTÜ, Ankara.
- Flavell, J.H. (1979). Metacognitive and cognitive monitoring: a new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Garner, R. (1987). *Metacognition and reading comprehension*. Norwood, NJ: Ablex.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E. and Glass, G. V., (1992). Promoting conceptual change in science: can text be used effectively?. *Journal of Reading*, 35(8), 642-649.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. and Wu, S. M., (1997). Influence of text struture on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 701–719.
- Güneş, B. (2008, Ağustos 30). Fizikteki kavram yanlışları. <<http://www.bilalgunes.com>>(2008, Eylül 08)
- Gürbüz, F. (2008). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin “ısı ve sıcaklık” konusundaki kavram yanlışlarının düzeltilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gürses, A., Doğar, Ç. ve Yalçın, M. (2002). Isı ve sıcaklık konusunun öğretiminde sürekli değerlendirmeye dayalı öğretimin etkinliğinin incelenmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 22 – 25 Eylül. ODTÜ, Ankara.

- Halloun, I. A. and Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056–1065.
- Helm, H., (1980). Misconceptions in physics amongst south african students. *Physics Education*, 15, 92-105.
- Hennessey, M. G. (1999). *Probing the dimensions of metacognition: implications for conceptual change teaching-learning*. Paper Presented at The Annual Meeting of The National Association for Research in Science Teaching. Boston, MA.
- Hennessey, M. G. (2003). Metacognitive aspects of students' reflective discourse: implications for intentional conceptual change teaching and learning. In G.M. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional Conceptual Change* (pp. 103-132). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396.
- Hewson, G.M., and Hewson, W.P., (1983). Effects of using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- Hewson, P.W., and Thorley, N.R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11(5), 541-553.
- Hewson, P.W., Beeth, M.E. and Thorley, N.R. (1998) Teaching for conceptual change. In K.G. Tobin & B.J. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 199-218). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Hynd, C., and Alverman, D. E. (1986). The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts. *Journal of Reading*, 29(5), 440-446.
- Hynd, C.R., Alvermann, D. and Qian, G., (1997). Preservice elementary school teachers' conceptual change about projectile motion: refutation text, demonstration, affective factors, and relevance. *Science Education*, 81, 1–27
- Hynd, C.R., McWhorter, J.Y., Phares, V. L. and Suttles, C.W., (1994). The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 933-946.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., (2001). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 59-65.
- Kesidou, S. and Duit, R., (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics- an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106.

- Kocakülah, M. S. ve Kocakülah, Mergen, A. (2002). Ortaöğretim ğrencilerinin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapıları. V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 22 – 25 Eylül. ODTÜ, Ankara.
- Köse, S., Ayas, A. ve Uşak, M. (2006). The effect of conceptual change texts instructions on overcoming prospective science teachers' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants. *Internatinal Journal of Environmental and Science Education*, 1, 78-103.
- Lewis, E.L. and Linn, M.C., (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 657-677.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., and Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Selçuk, Z. (2000). *Gelişim ve Öğrenme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sevim, S. (2007). Çözeltiler ve kimyasal bağlanma konularına yönelik kavramsal değişim metinleri geliştirilmesi ve uygulanması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sözbilir, M. (2003). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, 20(1), 25-41.
- Şenocak, E., Dilber, R., Sözbilir, M. ve Taşkesenligil, Y. (2003). İlköğretim ğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularını kavrama düzeyleri üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 199-210.
- Thomas, M.F., Malaquias, I.M., Valente, M.C. and Antunes, M.J., (1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30, 19-26.
- Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The collective use and evolution of concept*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- lgen, G. (2001). *Kavram geliştirme kuramlar ve uygulamalar. (çnc Baskı)*. Ankara: PegemA Yayınları.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationship between conceptual change and intentional learning. In G.M. Sinatra & P.R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 377-406). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Yağbasan, R. ve Glççek, Ç. (2003). Fen ğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 102-120.

- Yakışan, M., Selvi, M. ve Yürük, N. (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1, 60-79.
- Yeo, S. and Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(November), 496-504.
- Yıldız, E. ve Ergin, Ö. (2007). Bilişüstü ve fen öğretimi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 175-196.
- Yürük, N. (2000). Effectiveness of conceptual change text oriented instruction on understanding electrochemical cell concepts. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ: Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yürük, N., Çakır, Ö.S. ve Geban, Ö. (2000). Kavramsal değişim yaklaşımının hücrel solunum konusunda lise öğrencilerinin biyoloji dersine karşı tutumlarına etkisi. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, Ankara.
- Yürük, N. (2005). An Analysis of the nature of students' metacognitive processes and the effectiveness of metacognitive teaching practices on students' conceptual understanding of force and motion. Doktora Tezi, The Ohio State University, Columbus.
- Yürük, N. (2007). The effect of supplementing instruction with conceptual change texts on students' conceptions of electrochemical cells. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 515-523.
- Yürük, N., Beeth, M., E. and Andersen, C., (2009). Analyzing the effect of metacognitive teaching practices on students' understanding of force and motion concepts. *Science Education*, 39, 449-475.
- Wellman, H. M. (1985). The origins of metacognition. In D. L. Forrest-Presley, G. E. MacKinnon, T. Gery Waller (Eds.). *Metacognition, Cognition and Human Performance*. Orlando: Academic Press.
- Wiser, M., and Amin, T. (2001). "Is heat hot?" inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomenon. *Learning and Instruction*, 11, 331-355.

EKLER

EK.1
ISI VE SICAKLIK KAVRAMLARI TESTİ

Adı soyadı:

Sınıfı :

“ISI VE SICAKLIK” KAVRAMLARI TESTİ

Açıklama

Bu test, “Isı ve sıcaklık” konusunu kapsayan 30 tane çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Bu testte bulunan sorular “ısı ve sıcaklık” konusundaki bilgilerinizi yoklamaya yöneliktir. Her soruyu dikkatle okuyup, size en uygun cevabı vermeniz gerekmektedir. Her sorunun sadece bir doğru cevabı vardır. Değerlendirme, doğru cevaplar üzerinden yapılacaktır. Çalışmaya katılanların isimleri gizli tutulacaktır. Soruları cevaplama süreniz bir ders saatidir. Soruların cevabını, doğru cevap seçeneğini yuvarlak içine alarak belirtiniz. Başarılar dileriz...

Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

Pınar AKGÜL

Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

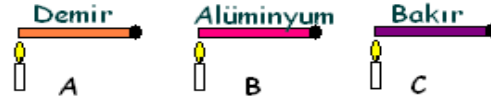
İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi

Yüksek Lisans Öğrencisi

SORULAR

1. “Isı” kavramı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
 - A) Sıcaklıkla aynıdır.
 - B) Bir cisimden başka bir cisme aktarılan iç enerjidir.
 - C) Bir cismin sahip olduğu potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır.
 - D) Sistem üzerinde iş yapılırken üretilen, bir cisimden diğerine akan kütsüz sıvıdır.
 - E) Cismin taneciklerinin ortalama kinetik enerjileridir.
2. Sıcak bir blok ile soğuk bir blok bitişik bir şekilde konulduğunda, aşağıdaki ifadelerden hangisi ne olacağını doğru olarak açıklar?
 - A) Isı, sıcak bir cisimden soğuk bir cisme akar.
 - B) Sıcak cismin sıcaklığı düşer, soğuk cismin sıcaklığı yükselir.
 - C) Sıcaklık, sıcak cisimden soğuk cisme akar.
 - D) Sonunda iki cismin ısıları aynı olur.
 - E) Sıcak ve soğuk cismin sıcaklıkları yükselir.
3. Soğuk bir kış gününde, aynı ortamda bulunan, aşağıdaki maddelerden hangisi diğerlerinden daha soğuktur?
 - A) Yün kazak
 - B) Tahta blok
 - C) Alüminyum blok
 - D) Hepsisi aynı sıcaklıktadır
 - E) Demir blok

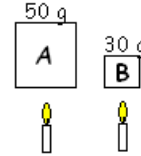
4. Bir öğrenci şu deneyi yapıyor: Farklı maddelerden yapılmış eşit kütleli ve eşit uzunluktaki üç çubuk alıyor. Çubukların bir uçlarına eşit miktarda balmumu yapıştırıyor ve diğer uçlarından özdeş mumlarla ısıtıyor. İlk önce C'deki balmumunun daha sonra B ve en sonra da A'daki balmumunun düştüğünü gözlemliyor. Bu öğrencinin ulaştığı yargılardan hangisi doğrudur?



- A) Bakır içinde daha fazla hava kabarcığı olduğu için daha çabuk ısınır ve balmumu ilk önce düşer.
 B) Isı bakırda daha kolay hareket ettiğinden ilk önce düşer.
 C) Demirin ısınmaya olan direnci daha büyüktür.
 D) Bakırın öz ısısı diğerlerinden daha küçüktür.
 E) Sıcaklık bakırda daha kolay hareket ettiğinden ilk önce düşer.
5. Aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?
- A) Isı bir enerji çeşididir; sıcaklık bir ölçümdür.
 B) Isı kalorimetre kabı ile ölçülür; sıcaklık termometre ile ölçülür.
 C) Isı birimi kaloridir; sıcaklık birimi derecedir.
 D) Isı yüksekliğe bağlı olarak; sıcaklık kütleyle bağlı olarak değişir.
 E) Isı ve sıcaklık farklıdır.

6. İki demir A ve B bloğu özdeş mumlarla 5 dk ısıtılıyor. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) B bloğunun son sıcaklığı daha yüksektir.
 B) A ve B bloklarının son sıcaklıkları aynı olur.
 C) A bloğunun son sıcaklığı daha yüksektir.
 D) B bloğu daha fazla ısı alır.
 E) A bloğu daha fazla ısı alır.



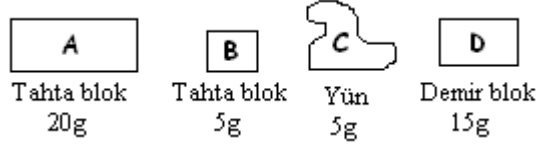
7. Kaynayan suda birkaç yumurta pişirdikten sonra; Melis, yumurtaları bir kase soğuk suya koyarak soğutuyor. Aşağıdaki açıklamalardan hangisi soğutma sürecini açıklar?
- A) Sıcaklık yumurtadan suya transfer edilir.
 B) Soğukluk sudan yumurtaların içine doğru hareket eder.
 C) Sıcak nesneler doğal olarak soğur.
 D) Enerji yumurtadan suya iletilir.
 E) Enerji sudan yumurtaya iletilir.
8. Bir çocuk soğuk bir kış gününde, bahçedeki tahta bir bloğa ve büyük bir demir bloğa parmakları ile dokunuyor. Çocuğun ulaştığı aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?
- A) Demir bloğun sıcaklığı tahta bloğun sıcaklığından düşüktür.
 B) Demir bloğun sıcaklığı tahta bloğun sıcaklığından yüksektir.
 C) Demir bloğun ısısı tahta bloğun ısısından yüksektir.
 D) Demir bloğun sıcaklığı tahta bloğun sıcaklığı ile aynıdır.
 E) Demir bloğun ısısı tahta bloğun ısısından düşüktür.

9. Yemeğinizi uzun bir süre sıcak tutmak istediğinizde; kola kutunuzu uzun süre soğuk tutmak istediğinizde, aşağıdaki materyallerden hangisini seçersiniz?

Yemeğin sıcak tutulması için **Kola kutusunun soğuk tutulması için**

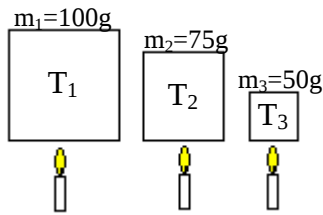
- | | | |
|----|-------|-----------|
| A) | Yün | Alüminyum |
| B) | Pamuk | Plastik |
| C) | Yün | Yün |
| D) | Pamuk | Alüminyum |
| E) | Yün | Pamuk |

10. Aşağıdaki maddelerin hepsi uzun zamandır aynı odadadır.



Bu maddelerin sıcaklıkları hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) C maddesinin sıcaklığı en yüksektir.
 - B) A maddesinin sıcaklığı en yüksektir.
 - C) Sadece A ve B maddelerinin sıcaklıkları aynıdır, diğerlerinin sıcaklıkları farklıdır.
 - D) D maddesinin sıcaklığı en düşüktür.
 - E) A, B, C ve D maddelerinin sıcaklıkları aynıdır.
11. Bir öğrenci bir bardak suya bir buz kütlesi atıyor ve suyun sıcaklığının düştüğünü ölçüyor. Bu düşüşün sebebi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Buz kütlesi sudaki ısının bir kısmını çekmiştir.
 - B) Buz kütlesindeki soğukun bir kısmı suya geçmiştir.
 - C) Su tanecikleri çarpma sonucu hızlarının bir kısmını buz taneciklerine iletmış ve su taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri azalmıştır.
 - D) Buz ısı kırılma noktasına ulaşmıştır.
 - E) Sudaki sıcaklığın bir kısmı buza akmıştır.
12. 50°C 'deki 50g su ile 20°C 'deki 50g su, ısı kapasitesinin ihmal edilebileceği bir kalorimetre kabında karıştırılıyor. Son sıcaklık kaç derecedir?
- A) 70°C
 - B) 35°C
 - C) 30°C
 - D) 25°C
 - E) Suyun ısı kapasitesi bilinmeden belirlenemez.
13. Ömer eşit kütleli bir demir küp ile tahta küpü bir süre özdeş ısıtıcılarla ısıtıyor. Ömer demir küpün tahta küpten daha sıcak olduğunu gözlemliyor. Ömer'in ulaştığı aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?
- A) Tahtanın ısınmaya olan direnci demirinkinden daha büyüktür.
 - B) Demirin öz ısısı tahtaninkinden küçüktür.
 - C) Demir ısıyı tahtadan daha iyi çeker.
 - D) Her maddenin ısınmaya karşı bir kırılma noktası vardır ve bu tahta için yüksektir.
 - E) Demirin aldığı ısı tahtanın aldığı ısıdan fazladır.



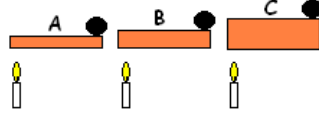
14. Bir süre geçtikten sonra sıcaklıkları arasındaki ilişki;
 $T_3 > T_2 > T_1$

Sedef şekilde görülen ilk sıcaklıkları aynı üç alüminyum küpü özdeş mumlarla ısıtıyor. Aşağıda Sedef'in ulaştığı yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Küpler özdeş mumlarla ısıtıldığına göre hepsine aynı miktarda ısı iletilmiştir.
 - B) 50 gramlık küpün sıcaklığı daha yüksek olduğuna göre, daha fazla ısı almıştır.
 - C) 100 gramlık küp diğerlerinden daha büyük olduğuna göre, daha fazla ısı almıştır.
 - D) Aldıkları ısı enerjisi miktarı; sıcaklıkları ve büyüklükleri ile orantılıdır.
 - E) Isı kapasitesi birinci küpün daha büyük olduğu için, daha fazla ısı almıştır.
15. Uzun süre aynı odada kalmış cisimlerin sıcaklıkları için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) İçerisinde en çok hava bulunan cisimlerin sıcaklıkları daha yüksektir.
 - B) Bütün cisimler aynı sıcaklıktadır.
 - C) Sıvıların sıcaklıkları metallere göre daha soğuktur.
 - D) Sıcaklıkları yoktur.
 - E) Metal cisimler daha soğuktur.

16. Bir öğrenci demir bir kütleyi bir fırında 200°C 'ye kadar ısıtıyor. Daha sonra demir kütleyi oda içerisindeki bir masanın üzerine bırakıyor. Demir kütlenin sıcaklığına bir gün sonra ne olur?
- A) Demir kütlenin sıcaklığı odaya geçer.
 B) Demir kütlenin sıcaklığı çoğalır.
 C) Demir kütlenin sıcaklığı odanın sıcaklığı ile aynı olur.
 D) Demir kütlenin sıcaklığı odanın sıcaklığından düşük olur.
 E) Demir kütlenin sıcaklığı odanın sıcaklığından yüksektir.
17. Bir maddeye ısı iletildiğinde, o maddenin yükselir?
- A) Isısı
 B) İç enerjisi
 C) Sıcaklığı
 D) İç enerjisi ve sıcaklığı
 E) Isısı, iç enerjisi ve sıcaklığı
18. I. Çift cam sistemli pencere kullanmak.
 II. İçinde hava boşluğu olan tuğla kullanmak.
 III. Metal pencere çerçevesi kullanmak
 Yukarıdaki metod ya da metodlardan hangisini kullanmak evinizde en iyi yalıtımı sağlar?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III
19. Aynı odada uzun bir süre bulunan bir bardak su ile bir leğen su için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- A) Bardaktaki su ve leğendeki suyun sıcaklıkları aynıdır.
 B) Bardaktaki su ile leğendeki suyun içerdiği ısı aynıdır.
 C) Bardaktaki suyun sıcaklığı leğendeki suyun sıcaklığından düşüktür.
 D) Bardaktaki suyun sıcaklığı leğendeki suyun sıcaklığından yüksektir.
 E) Bardaktaki suyun ısısı leğendeki suyun ısısından düşüktür.
20. Alüminyumun öz ısısı bakırın öz ısısının iki katıdır. Eşit kütleli 0°C 'deki biri bakır, diğeri alüminyum iki blok iki ayrı kalorimetre kabına atılıyor. Isı kapasitesinin ihmal edilebildiği her bir kalorimetre kabına 60°C 'deki 100'er gram su ile dolduruluyor. Denge sağlandıktan sonra;
- A) Bakır bloğun sıcaklığı alüminyum bloğun sıcaklığından daha yüksek olur.
 B) Alüminyum bloğun sıcaklığı bakır bloğun sıcaklığından daha yüksek olur.
 C) Her iki kalorimetrenin sıcaklığı da aynı olur.
 D) Alüminyum bloğun ısısı bakır bloğun ısısından daha yüksek olur.
 E) Bakır bloğun ısısı alüminyum bloğun ısısından daha yüksek olur.
21. Aynı miktardaki ısı, ilk sıcaklıkları aynı olan 40g A maddesine, 40g B maddesine ve 40g C maddesine veriliyor. Son sıcaklıkları arasındaki ilişki $T_b > T_c > T_a$ oluyor. Bu maddelerin öz ısılarının sıralaması nasıldır?
- A) $c_a = c_b = c_c$
 B) $c_b > c_c > c_a$
 C) $c_a > c_c > c_b$
 D) $c_c > c_a > c_b$
 E) Verilen bilgilerden belirlenmez.

22. Jale şu deneyi yapıyor: Eşit uzunlukta fakat farklı yarıçaptaki üç alüminyum çubuğun uçlarına aynı miktardaki balmumları yapıştırıyor, diğer uçlarından ise özdeş mumlarla ısıtılıyor. Önce A'daki balmumunun sonrada sırasıyla B ve C'deki balmumunun düştüğünü gözlemliyor. Jale'nin aşağıda ulaştığı yargılardan hangisi doğrudur?



- A) A daha fazla ısı aldığından, A'daki balmumu ilk önce düşer.
 B) Bir cisim içinde hareket eden ısının hızı, kalınlıkla ters orantılıdır.
 C) Isı dar cisimlerde daha hızlı hareket eder.
 D) C'nin tanecikleri arasında daha fazla hava olduğu için hava ısı iletimini engeller ve bundan dolayı en son C'deki balmumu düşer.
 E) A'daki madde miktarı daha az olduğu için, taneciklerin ortalama kinetik enerjisi daha kısa sürede artar.
23. Kışın yünlü kazaklar giymemizin sebebini aşağıdakilerden hangisi açıklar?
 A) Yünlü kazaklar bizi daha iyi ısıtır.
 B) Yünlü kazaklar ısıyı daha hızlı iletir.
 C) Yünlü kazaklar vücudumuzun ısı yalıtımını sağlar.
 D) Yünlü kazaklar içinde az hava vardır.
 E) Yünlü kazaklar kalındır.
24. 4. sınıfa giden meraklı Cemil annesinin 150°C 'ye ayarladığı fırının içine 23°C 'deki eşit kütlede cam, demir ve çelik bilyelerini koyuyor. Yarım saat sonra bilyelere iletilen ısı miktarı ve bilyelerin son sıcaklıkları hakkında aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
 A) Tüm bilyeler 150°C 'deki fırında bulunduklarından iletilen ısı miktarı ve son sıcaklıkları aynıdır.
 B) Bilyelerin öz ısıları farklı olduğundan her bir bilyeye farklı miktarda ısı iletilir, bilyelerin sıcaklıkları aynıdır.
 C) Üç bilyenin kütlesi de aynı olduğundan iletilen ısı miktarı aynı, bilyelerin son sıcaklıkları farklıdır.
 D) Öz ısısı en fazla olan bilye en fazla ısıyı aldığı için bilyelerin son sıcaklıkları farklıdır.
 E) Aynı fırına konduklarından iletilen ısı miktarı aynı, bilyelerin son sıcaklıkları farklıdır.
25. Isı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili olarak aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?
 I. Isı kalorimetre kabıyla, sıcaklık termometreyle ölçülür.
 II. Sıcaklık bir enerjidir.
 III. Yazın Ankara'daki hava ısısı ortalama 5 derecedir.
 A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III
26. Tuğba çantasından bir metal cetvel ve bir tahta cetvel alıyor. Tuğba metal cetvelin tahta cetvele göre daha soğuk olduğunu belirtmiştir. Aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?
 A) Metal cetvel enerjisini tahta cetvele göre Tuğba'nın eline daha hızlı iletir.
 B) Tahta doğal olarak metale göre daha sıcak bir maddedir.
 C) Tahta cetvel metal cetvele göre daha fazla ısı içerir.
 D) Metal cetvel tahtaya göre daha iyi ısı yayar.
 E) Soğukluk metalden daha kolay akar.

27. Halil eş zamanlı olarak (aynı anda) tezgahın üzerinde duran ve buzdolabından çıkardığı iki çikolatalı süt kutusunu eline alıyor. Neden buzdolabından çıkarılan süt kutusunun, tezgahın üzerine durana göre daha soğuk olduğunu hissederiz?
- A) Soğuk süt kutusu daha çok soğukluk içerir.
 B) Soğuk süt kutusu daha az ısı içerir.
 C) Soğuk süt kutusu ısıyı daha zayıf iletir.
 D) Halil'in elinden soğuk süt kutusuna ısı daha hızlı iletir.
 E) Soğuk süt kutusu Halil'in eline soğukluğu daha hızlı iletir.
28. Öykü kola kutusunu eline aldıktan sonra kola kutusunun durduğu yerin, tezgahın diğer taraflarına göre daha soğuk olduğunu söylüyor. Bu olayı aşağıdaki ifadelerden hangisi en iyi açıklar?
- A) Yusuf: Soğukluk kola kutusundan tezgaha transfer edilmiştir.
 B) Zeynep: Isı, tezgahın kola kutusuna transfer edilmiştir.
 C) Betül: Kola kutusu, kola kutusunun altındaki ısının tezgahın diğer kısımlarına iletilmesine neden olmuştur.
 D) Meryem: Tezgahın kola kutusunun altıyla temas eden kısmında enerji kalmamıştır.
 E) Serkan: Tezgahın ısısı kola kutusunun ısını çekmiştir.
29. Aşağıdaki yargılardan hangisi "ısı" kavramı için doğrudur?
- A) Isı, sıcaklığı yüksek olan maddeden sıcaklığı düşük olan maddeye doğru hareket eden kütleli bir akışkana benzer.
 B) Isı, yüksek sıcaklıktır.
 C) Her maddenin kendine ait bir ısısı vardır.
 D) Bir cismin sahip olduğu potansiyel ve kinetik enerjinin toplamıdır.
 E) Sıcaklığı yüksek olan cisimden sıcaklığı düşük olana iletilen ısıdır.
30. Altı öğrenci çocuklar gibi bir şeyler tartışıyorlardı. Konuşma sırasında Öznur'un "oyuncak bebeklerimi battaniyenin içine sarmalama alışkanlığı edinmeme rağmen, neden ısınmadıklarını hiç anlamıyorum" dediği duyulur.
- A) Recep'in yanıtı: Çünkü kullandığın battaniyeler muhtemelen zayıf ısı yalıtkan.
 B) Ramazan'ın yanıtı: Çünkü kullandığın battaniyeler muhtemelen zayıf ısı iletken.
 C) Salise'nin yanıtı: Çünkü oyuncak bebeklerin yapıldığı materyal ısıyı iyi tutmuyor.
 D) Meral'in yanıtı: Oyuncak bebeklerin yapıldığı materyalin ısınması çok uzun zaman alıyor.
 E) Fikriye'nin yanıtı: Oyuncak bebeklerin battaniye ile uzun süredir aynı ortamda bulunduklarından sıcaklıkları aynıdır.
- Kimin fikrine katılıyorsun?

EK.2
ÜSTKAVRAMSAL FAALİYETLERLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAVRAMSAL
DEĞİŞİM METİNLERİ



ISI VE SICAKLIK

Pınar AKGÜL

*Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Öğrencisi*

Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

*Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi*



*“Isı” ve “Sıcaklık” Kavramları İle İlgili Tüm
Bilgilerinizin Doğru Olduğundan Emin Misiniz?*

*ANKARA
2009*

Öğrenciler zihinlerinde bazı terimlere bilim insanlarınca kabul gören anlamlarının dışında kendileri tarafından farklı anlamlar yükleyebilirler. Bu durum öğrencilerin kavramları yanlış algılamalarına ve günlük hayatta yanlış kullanmalarına neden olur. Bu kavramlara alternatif kavramlar ya da kavram yanlışları denir. Isı ve sıcaklık sıkça karşılaştığımız ve bir o kadar da yanlışlarımızın olduğu kavramlardır. Aşağıda hazırlanan metinler yardımıyla bu konu hakkında kavram yanlışlarınızın bilim insanlarınca kabul gören anlamlarıyla değiştirilmesi hedeflenmektedir. Amacımız sizlerin bu kavramlar hakkında sahip olduğunuz kavram yanlışlarınızı fark etmenizi sağlamak; varsa kavram yanlışlarınızın değiştirilmesini ve ardından kavramlarınızdaki değişimi izleyerek bir değerlendirme yapmanızı sağlamaktır. **Dolayısıyla metinleri okurken ne kadar dikkatli olursanız ve yöneltilen soruları içtenlikle cevaplarsanız** kavram yanlışlarınızı bilim insanlarınca kabul görenleriyle değiştirmenin o kadar kolaylaşacağını unutmayınız. Şimdi ısı ve sıcaklık konusundaki kavramlar arasındaki ilişkiyi bilim insanlarının kabul ettiği şekilde öğrenmek istiyorsanız metinleri sonuna kadar okuyup sizlere yöneltilen sorulara içtenlikle cevap vermelisiniz. Yalnız bu uygulama boyunca bize sormak istediğiniz sorulara yanıt veremeyebiliriz. Çünkü bizim merak ettiğimiz “Kendi kendinize varolan kavram yanlışlarınızın üstesinden bu metinlerin yardımıyla gelebilir miyiz?”. Şimdiden bu çalışmaya vakit ayırdığınız için çok teşekkür ederiz.

Günlük hayatımızdaki deneyimlerimizin birçoğu ısı ve sıcaklık kavramlarıyla açıklanabilir. Örneğin elimize kolonya döktüğümüzde bir ferahlık hissederiz. Hissettiğimiz o ferahlığın nedeni ısı ve sıcaklık kavramlarıyla açıklanır. Elimizden kolonyaya ısı iletimi olur. Bu sayede kolonya buharlaşırken, elimizin sıcaklığı düşer.

Zaman zaman yıldız kayması olarak bilinen meteorlar kinetik enerjinin ısı enerjisiye dönüşümüne en çarpıcı örneklerdir. Yüksek hızlarda yol almakta olan bu küçük madde parçalarının Dünya'nın atmosferine girmeleri durumunda, onların hava ile sürtünmelerine ve ısınmalarına sebep olur.

Peki o halde nedir “ısı” ve “sıcaklık” kavramları arasındaki ilişki?



Yukarıdaki üç kavramı birbiriyle ilişkilendirerek kendi cümlelerinizle anlatabilir misiniz?

.....

.....

.....

Şimdi aşağıda verilen örnek olaylarla ilgili soruları ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili varolan bilgilerinizi kullanarak cevaplayınız.

Yiğit bir gün okul çıkışı eve giderken çok yorulmuş ve yol kenarında bulunan banklardan demir olana oturmuş; ancak çok üşüdüğü için kalkıp biraz ilerideki tahta banka geçmiştir.



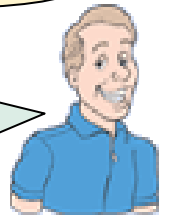
Sizce Yiğit demir bankta oturmaya devam etmek yerine neden tahta banka geçmiştir?



Sedef

Bence aynı ortamdaki demir, tahtaya göre daha soğuktur ki demir banktan tahta banka geçmiştir.

Aynı ortamdaki demir ve tahta aynı sıcaklıktadır; Ancak demirin sıcaklığını tahtaya göre daha düşük hissettiği için demir banktan tahta banka geçmiştir.



Furkan

Furkan ve Sedef'ten hangisinin fikrine katılıyorsunuz? Açıklar mısınız? Eğer ikisinin fikrine de katılmıyorsanız bu konu hakkında siz nasıl bir fikir önerirsiniz?

.....

.....

.....

Eve gittiğinde annesini çorba yaparken bulan Yiğit annesine yardım etmek ister ve çorbayı karıştırmak istediğini söyler. Annesi büyük bir memnuniyetle yapabileceğini söyler. Demir kaşıkla çorba karıştırmaya başlayan Yiğit'in eli yanar ve annesi ona çorbayı tahta kaşıkla karıştırmayı denemesini söyler. Bunun üzerine tahta kaşık kullanmayı dener. Tahta kaşıkla demir kaşığa olduğu gibi elinin yanmadığını fark eder.

Yukarıdaki örnek olayda görüldüğü gibi tahta kaşık kullandığımızda elimizin yanmamasını nasıl açıklayabiliriz? Aşağıda Berkay ve Ebru'nun bu konu hakkındaki fikirleri bulunmaktadır.



Berkay

Tahta kaşık ısıyı demir kaşığa göre daha az iletir.



Ebru

Tahta kaşık ısıyı iletmez.

Berkay ve Ebru kendi fikirlerini ileri sürdü. Peki ya siz? Sizin fikriniz hangisinden yana? Neden bu fikri seçtiniz?

.....



Şimdi beraber şu paragrafa göz atalım

1. METİN

Duyu organlarımızla algıladığımız her şeyin doğru olduğunu düşünürüz. Örneğin yaşadığımız Dünya'ya baktığımızda düz olduğuna düşünürüz; ancak Dünya'nın şekli geoittir. Başka bir örnek vermek gerekirse elimizi sıcak sudan soğuk suya soktuğumuzda soğuk suyun sıcaklığını ilk başta olduğundan farklı algılarız. Bu nedenle çoğu öğrenci aynı ortamda bulunan demirin tahtadan daha soğuk olduğu yanlışlığına düşer. Yani çoğu insan sıcaklığın cismin yapıldığı maddeye bağlı olduğunu düşünür. Hatta aynı ortamdaki katı maddelerin sıvı maddelere oranla daha soğuk olduğu yanlışlığına düşenler vardır. **Hâlbuki uzun süre aynı ortamda bulunan cisimlerin boyutları ve yapıldığı maddeler birbirinden farklı olsalar bile aynı sıcaklıktadır.** Dolayısıyla örnekte aynı ortamda bulunan demir ve tahta aynı sıcaklıktadır. Aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının farklıymış gibi algılanmasını açıklayan kavram özısıdır. **Herhangi bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C değiştirmek için cisme verilmesi ya da cisimden alınması gereken ısı miktarına cismin özısı denir ve "c" ile gösterilir. Özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızı daha düşüktür. Aynı maddeden yapılmış cisimlerin ısı iletim hızları aynıdır; ancak madde miktarı fazla olan cisimlerde daha fazla tanecik olduğu için tanecik sayısı ile doğru orantılı olarak zaman geçicektir.** Demirin özısı değeri (0,113 cal/g°C) tahtanın özısı değerinden (Tahtanın cinsine göre özısı değeri 0,6-0,7 cal/g°C arasındadır.) oldukça küçük olduğu için; demirin ısı iletimi tahtaya göre daha hızlıdır. Soğuk bir havada oldukça soğuk olan banklardan demir olana oturduğumuzda, demir banka ısıyı daha çabuk iletir ve üşümeye başlarırsınız. Çoğu insan tahtanın ısıyı hiç iletmediği için aynı ortamda bulunan metal objelere göre daha sıcak olduğu yanlışlığına düşerler. Hâlbuki tahta ısıyı, özısı

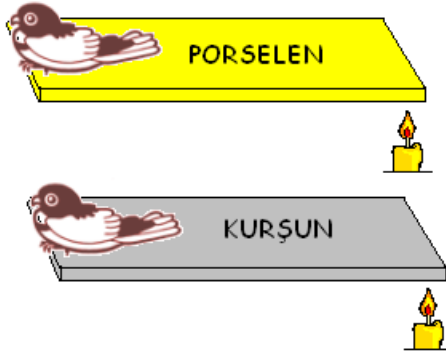
değerinin büyüklüğünden anlaşılacağı üzere yavaş iletir. Demir kaşığın ısı iletimi tahta kaşığa göre daha hızlı olduğundan demir kaşık ısıyı size daha çabuk iletir. Bundan dolayı tahta kaşıkla yemek yaparken eliniz yanmazken, demir kaşıkla yemek yaparken eliniz yanar.

Birinci metni okurken neler düşündünüz? Sizce metni anladınız mı?

Metinde verilen durum sizin örnek olaylarda ortaya koyduğunuz fikirlerinizden farklı mı? Farklı ise yukarıdaki örnek olayları metinde verilen bilgiler ışığında açıklayabilir misiniz?

Sizce uzun süredir aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklıklarının aynı olmasına rağmen bazı cisimlerin sıcaklıklarının yüksek bazılarının ise sıcaklıklarının düşük olmasını hissetmemizi metinde verilen durum mantıklı bir şekilde açıklıyor mu?

Metinden önce verilen örneklerdeki ilk fikriniz neydi; şu anki fikriniz nedir?



Yanda iki uçları arasındaki sıcaklık farkı aynı ama yapımında kullanılan maddelerin farklı olduğu iki çubuk verilmiştir. Bunlardan porselenin öz ısı $0,26 \text{ cal/g.}^{\circ}\text{C}$; ve kurşunun öz ısı $0,031 \text{ cal/g.}^{\circ}\text{C}$ dir. Bu bilgiler ışığında aşağıdaki çocukların fikirleri hakkındaki yorumlarınızı nedenleri ile belirtir misiniz?

Porselen çubukta oturan serçe, kurşun çubukta oturana göre daha erken uçar.



İlhan

Kurşun çubukta oturan serçe, porselen çubukta oturana göre daha erken uçar.



Şule

İki çubukta oturan serçe de aynı anda uçarlar.



Murat

Seçtiğiniz fikrin doğru olup olmadığını merak ettiyseniz, cevabı yukarıdaki 1. metinde gizli!

Eğer 1. metni tekrar okuduysanız, ilk seçtiğiniz fikrinizde bir değişme oldu mu?

İlk seçtiğiniz fikri değiştirdiyseniz, fikrinizi değiştirmenizdeki sebep ya da sebepleri açıklayınız?

Hasta olan Selim, eve geldiğinde anne ve babasına çok üşüdüğünü söyler. Selim'in annesi "Kalın bir battaniye altında hemen ısınırsın. Hemen getiriyorum" der. Bunu duyan Selim'in babası "Kalın bir battaniye yerine iki ince battaniyeyi üst üste örtelim" önerisinde bulunur. Selim annesinin mi yoksa babasının mı dediğini yapsın kararsız kalmıştır.

Sizce Selim annesini dinleyerek kalın bir battaniye mi yoksa babasını dinleyerek iki ince battaniyeyi mi seçmelidir?

Selim'i seçtiğiniz öneriye ikna etmenizi istesem ona neler anlatırdınız?



3 aylık İdil uyandığında mamasının hazır olmasını isteyen halası Öykü Hanım, İdil'in mamasını, uyanmasını tahmin ettiği saatte pişirmiştir. Ancak İdil o gün halasının düşündüğü saatte uyanmamıştır. Mamasının soğumasını istemeyen Öykü Hanım nasıl bir yöntem seçmelidir?



Neşe

Mamanın konduğu biberonun kapağını kapatıp temiz yünlü bir kumaş içinde muhafaza etmelidir.

Mamanın konduğu biberonun kapağını kapatıp etrafını alüminyum folyo ile sarmalıdır.



Pelin



Zeki

Mamanın konduğu biberonun kapağını kapatıp temiz pamuklu bir kumaş içinde muhafaza etmelidir.

Öykü Hanım Neşe, Pelin ve Zeki'nin fikirlerinden hangisini seçerse İdil'in mamasını daha uzun süre sıcak tutar? Düşüncenizi nedenleriyle açıklayınız?

Sıcak bir ağustos günü alışverişe gitmek isteyen Pınar, çok su içtiği için çantasına su şişesini almak ister. Suyunu soğuk içmeyi tercih eden Pınar, su şişesini çantasına nasıl koymalı ki suyunu soğuk içebilsin?



Su şişesinin etrafını alüminyum folyo ile yalıtıp, çantasına koymalı.

Su şişesinin etrafını nemli yünü kumaş ile yalıtıp, çantasına koymalı.

Su şişesinin etrafını nemli pamuklu kumaş ile yalıtıp, çantasına koymalı.

Pınar'ın yerinde siz olsaydınız, amacınıza ulaşmak için Enes'in fikirlerinden hangisini seçtiniz? Nedenleriyle açıklayınız?

.....

.....

.....

Peki şimdi doğruyu öğrenme zamanı!

2. METİN



Katılarda tanecikler arasındaki boşluk yok denecek kadar azdır ve küçük bir alan içinde titreşirler. Isıtılan katı maddenin taneciklerinin kinetik enerjisi artar ve tanecikler daha kuvvetli titreşmeye başlar. Dolayısıyla sıcaklığı yüksek cismin taneciklerinin sahip olduğu kinetik enerji daha fazladır. Sıcaklığı düşük cismin ise taneciklerinin kinetik enerjisi azdır. Bu nedenle tanecikler daha yavaş hareket ederler. Bu şekildeki iki cismi birbirine dokundurduğumuzda sıcaklığı yüksek cisimdeki taneciklerin titreşim hareketi sıcaklığı düşük

cismin taneciklerini de titreştirmeye başlar. Bu sayede sıcaklıkları farklı iki cisim arasında sıcaklığı yüksek olandan sıcaklığı düşük olana, ısı (termal) denge sağlanıncaya kadar enerji iletilir. Termal denge olayını katılar ile somutlaştırarak anlattıysak da **aynı durum sıvı ve gazlar içinde geçerlidir**. Çoğu öğrenci cisimlerin termal dengeye gelebilmek için sıcaklıklarını ya da soğukluklarını birbirlerine transfer ettiklerini düşünür; Ancak **sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen ya da iletilen bir özellik değildir**. Bu alternatif kavram kaynağını, sıcaklığı bir enerji çeşidi olarak düşünmemizden alır. Hâlbuki sıcaklık bir enerji çeşidi değildir. **Sıcaklık cismin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür**. Isı ise, sıcaklıktaki fark nedeniyle cisimler arasında iletilen enerjidir. Isıyı iyi ileten maddelere ısı iletkeni, çok zor ileten maddelere ise ısı yalıtkanı denir. Maddenin iç enerjisinin, bulunduğu ortamda uzun süre korunabilmesi için hava, plastik köpük, cam yünü, asbest, katran, ahşap, taş yünü gibi ısıyı daha yavaş ileten yani ısı yalıtkanı malzemelerden yararlanılır. Isı yalıtımının amacı, enerji iletimini engellemektir. Bir maddenin iletkenliği ne kadar az olsa da arasında boşluk olduğunda daha iyi ısı yalıtımı sağlanır. **Madde arasındaki boşluk ısı iletiminin titreşim yoluyla iletilmesini engeller**. İki kat battaniye kullanmanın faydası arada kalan hava tabakası yardımı ile ısı iletimini önlemektir. Dolayısıyla bu özellikten yararlanarak soğuk ya da sıcak tutmak istediğimiz eşyaları aynı maddeyle yalıtarak isteğimizi gerçekleştirebiliriz. Ayrıca kuşlar havanın sıcaklığı düşük

olduğunda tüylerini kabartarak tüyleri ve derileri arasında hava tabakası oluştururlar. Bu sayede ısı yalıtımı yaparlar. Isı yalıtımına bir başka güzel örneği termoslarda görebiliriz! Hem içine koyduğumuz çayımızın sıcak kalmasını hem de limonatomuzun soğuk kalmasını sağlar. Çoğu öğrenci yünlü cisimlerin nesneleri soğuk tutmaktansa, sıcak tutmak için daha uygun; alüminyum folyoların da nesneleri sıcak tutmaktansa, soğuk tutmak için daha uygun olduğunu savunur. Hâlbuki yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi nesneleri sıcak ya da soğuk tutmak için ısı yalıtkanlığı büyük olan tek bir cins maddeyi kullanmamız yeterlidir. Yani yemeğimizi sıcak tutmak ya da kola kutumuzun soğuk kalmasını sağlamak için kabin etrafını pamuk ya da alüminyum folyoya göre daha ısı yalıtkanı olan yünlü kumaşlarla yalıtmamız yeterli olacaktır.

Yukarıdaki metni okuduktan sonra metindeki ana düşünceyi anladığınızı düşünüyor musunuz? Ana fikri anladığınızı düşünüyorsanız, kendi cümlelerinizle kısaca yazar mısınız?

2. metini okuduktan sonra Selim'in annesinin söylediğini mi, babasının söylediğini mi seçmesini önerirsiniz?

Fikrinizi değiştirdiyse, bu değişime hangi fikirlerin neden olduğunu açıklayabilir misiniz?

2. metini okuduktan sonra Öykü Hanım'a İdil'in mamasını sıcak tutmak için; Pınar'a su şişesini soğuk tutmak için önerdiğiniz fikirler mantıklı geliyor mu?

Eğer iki örnek olayımız için de yeniden fikir seçmenizi istesek yine aynı fikirleri mi seçerdiniz, yoksa fikirlerinizde değişim oldu mu?

Fikirlerinizde değişim olduysa her iki olay için bu defa hangi fikirleri seçerdiniz? Nedenleriyle açıklar mısınız?



Seçtiğiniz fikirlerden emin değilseniz 2. metnin son kısmını okumanız size yardımcı olacaktır. Seçtiğiniz fikirlerden eminseniz “ısı ve sıcaklık” ile ilgili bilgilerinizi yoklamaya devam edebilirsiniz.

Şimdi sıra sizde! Isı yalıtımı için günlük hayattan verebileceğiniz örnekleriniz var mı?

[illegible]



Yukarıdaki masalar aynı maddeden yapılmalarına rağmen ikisinin boyutları birbirinden farklıdır. İkisi de aynı ortamda bulunduklarına göre sizce Satı'nın aklındaki fikirlerden hangisini seçmesi daha uygun olur? Nedenleriyle açıklayınız?



Her iki masanın ısıları hakkında bir şey söylenemez. Bu durumda her biri için tek tek ısı kavramından bahsedilemez.

Büyük masanın ısısı küçük olanın ısısından daha büyüktür.

Küçük olan masanın ısısı büyük olan masanın ısısından daha büyüktür.

Her iki masanın ısıları birbirine eşit ve sıfırdan büyük bir değerdir.

.....

.....

.....

.....

Sizce Satı'nın aklındaki fikirlerden doğru olana ulaşmak için öncelikle hangi kavramı bilim insanlarınca kabul gören anlamıyla gündelik hayatta kullanması gerekir?

.....

.....

Sizi bu kavramı seçmeye iten sebep ne? Kısaca nedenlerini açıklayabilir misiniz?



.....

.....

.....

Yukarıdaki metinlerden birinde aynı ortamda bulunan cisimlerin sıcaklıklarının eşit olduğunu öğrenmiştik. Burada ise Satı'nın aklına gelen fikirlerde ısı kavramı göze çarpıyor. Şimdi bu kavramların bilim insanlarıncaya kabul gören anlamlarını ve aralarındaki ilişkileri su yüzüne çıkaralım!

3. METİN

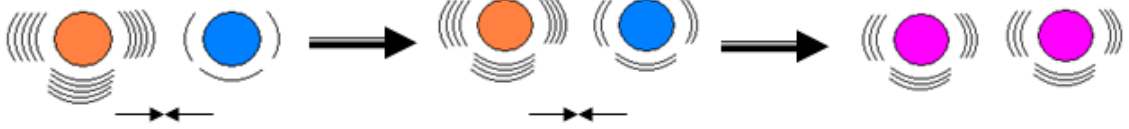
Isının doğası ile ilgili kaynaklar M.Ö. 1. yy'a kadar geriye gitmektedir. Ancak ısının maddi bir cisim değil de enerji şekli olduğunun 19. yy'ın ortalarına kadar farkına varılamadı. Isı ile ilgili iki temel teori bulunmaktadır. Bunlardan ilki, yani kalorik teori, cismin sahip olduğu ısıyı "kalorik" olarak adlandırır ve **akışkan sıvı gibi bir cisimden başka bir cisme akabileceğini kabul eder. Kalorik teori, günümüzde artık bilim insanlarıncaya kabul görmemektedir.** Bu teori; "kalorik"ın bütün cisimlerin içine ve dışına doğru akabilen ve bütün uzayı delip geçebilme özelliğine sahip bir akışkan gibi davranışlar sergilediğini varsayar. Bu teoriye göre sıcak cisim içinde daha çok kalorik bulunan; soğuk cisim ise içinde daha az kalorik bulunan bir cisimdir.

Aslında çoğumuz bu teoride olduğu gibi ısının maddesel bir nesne gibi alınıp verilebildiği, bir cisimden diğerine aktığı yanlışlığına düşeriz. Sende bu yanlışlığa düşenlerden misin?

4. METİN

Kinetik teori; ısıyı cismi oluşturan parçacıkların hareketi olarak ele alır. Gazların sahip olduğu özellikleri açıklamak için ileri sürülmüş bir teori olması ile beraber ısıtılan bir maddenin hal değiştirmesi ve ısı iletimi yine bu teoriyle açıklanabilir. Maddeyi oluşturan tüm tanecikler hareketlidir. Hatta daha önceki yıllarda, katıların titreşim; sıvıların ve gazların ise titreşim hareketiyle birlikte, öteleme ve dönme hareketi yaptığını öğrenmişizdir. Sıcaklıkları farklı olan maddelerin tanecikleri farklı hızlara sahiptir. Kinetik enerji iletimi, bu taneciklerin çarpışmalarıyla gerçekleştirilir. Ortalama kinetik enerjileri yüksek taneciklerin, moleküler kinetik enerjileri her iki maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri eşit olana kadar ortalama kinetik enerjileri düşük taneciklere iletilir. **Bundan dolayı ısının maddenin içinde bulunan sıvıya benzer akışkan özelliği yoktur.** Isı çoğu öğrenci tarafından sadece sıcak cisimlerin sahip olduğu enerji olarak algılanmaktadır; hâlbuki **Isı, sıcaklıktaki fark nedeniyle cisimler arasında alınıp verilebilen enerjidir. Ya da ısı, temas halindeki cisimlerin ortalama kinetik enerjilerindeki farklılıklarından ötürü ısı dengeye ulaşmak için ilettikleri enerjidir, Q ile sembolize edilir.** Bu noktada ısıyı iç enerji ile karıştırmamak gerekir. İç enerji, atom ve moleküllerini rastgele hareket ettirebilecek şekilde cismin sınırları içinde kalan potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamıdır. **Cisimlerin sıcaklıkları arttıkça sahip oldukları ısı miktarı artar diye düşünenler vardır. Ama, ısı cismin bir özelliği değildir. Bu bakımdan, bir cismin içerdiği ısı miktarı diye bir tanım söz konusu olamaz.** Isı bir özellik olmadığından sıcak cisimlerin sahip olduğu enerjiyi ısı olarak tanımlayamayız. Satı'nın boyutları farklı iki masa hakkındaki fikirlerinde; masalar aynı ortamda uzun süre kaldıklarından sıcaklıkları eşittir. Ancak masalar arasında dengeye gelmek için iletilen enerji olmadığı için masalar hakkında ısı kavramından bahsedilemez. **Bir maddenin sıcaklığı ise taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür. Yani ısı bir enerji şekliyken, sıcaklık ortalama kinetik enerjinin ölçüsüdür. Dolayısıyla sıcaklık bir enerji şekli değildir.** Isı kalorimetreyle ölçülür, sıcaklık ise termometre ile ölçülür. Maddelerin sıcaklıklarını artırırken alınan ısı miktarı ya da çevreye verilen ısı miktarı, $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ formülüyle hesaplanır. Q maddeye iletilen ya da açığa çıkan ısı miktarıdır(cal); m küttedir(g); c madde cinsine göre değişen özısıdır (cal/g°C); Δt sıcaklık değişimidir(°C). Isı iletiminde alınan ısı miktarı ile çevreye verilen ısı miktarı aynı olduğundan $Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alın}}$ eşitliği yazılabilir.

Aşağıda sıcaklıkları farklı iki cismin taneciklerinin temas ettirildiklerinde sergiledikleri davranış anlatılmıştır. Sıcak cisimlerinin ortalama kinetik enerjileri soğuk cisimlerin ortalama kinetik enerjilerine göre daha fazla olduğundan taneciklerin yanındaki çizgi sayısı daha fazla çizilmiştir.



Sıcaklıkları farklı olan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri de farklıdır. Sıcaklığı büyük olanın ortalama kinetik enerjisi, sıcaklığı küçük olanın ortalama kinetik enerjisinden büyüktür.

Sıcaklıkları farklı iki cismi birbirine dokundurduğumuzda sıcak cisimdeki taneciklerin titreşim hareketi soğuk cismin taneciklerini de titreştirmeye başlar. Bu sayede sıcaklıkları farklı iki cisim arasında ısı iletimi olur.

Isı iletiminden amaç ısı dengeye ulaşmak olduğu için iki cismin ortalama kinetik enerjileri eşit oluncaya kadar bu ısı iletimi devam eder.

Yukarıdaki 3. ve 4. metinlerde ısı ile ilgili iki temel teoriden bahsedilmişti. Bu iki teoriyi anladığınızı düşünüyor musunuz?

.....

.....

.....

Şimdi ısı hakkında bahsedilen teorilerden hangisi size daha mantıklı geldi? “Kalorik Teori” mi, “Kinetik teori” mi? Size neden mantıklı geldiğini nedenleriyle açıkla mısınız?



Başta verdiğimiz üç kavram (ısı, sıcaklık ve enerji) hakkında fikirleriniz değişti mi? Aralarındaki ilişkiyi tekrar ifade etseniz bu defa nasıl bir ilişki kurardınız?



Yukarıda ısı hakkındaki iki teoriyi okudunuz. Satı'nın boyutları farklı iki masanın ısıları hakkındaki fikirlerinden seçtiğiniz fikrinin hala doğru olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer fikrinizde bir değişim olduysa, bunu nedenleriyle açıkla mısınız?

.....

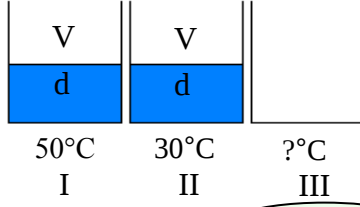
.....

.....

.....



Eğer içinizde seçtiğiniz fikrin doğru olduğuna dair bir şüphe varsa ısı ve iç enerji ile ilgili kinetik teorinin son kısmını yani 4.metni tekrar okumalısınız!



Yanda sıcaklıkları farklı iki ayrı kaptaki bulunan hacimleri ve kütleleri aynı, **aynı cins** sıvılar verilmiştir. Bu sıvıları yanlarındaki boş kaptaki birleştiren gençler nasıl bir sonuç bulmuşlardır?

Üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığı 80°C olur.

Üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığı 40°C olur.

Üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığı 37°C olur.

Yılmaz Esra Feyza



Yılmaz, Esra ve Feyza'dan hangisine katılıyorsunuz? Bu fikri seçme sebebinizi nasıl açıklarsınız?

Yukarıdaki örneklerle birlikte ısının, iç enerjinin ve sıcaklığın birbirinden farklı kavramlar olduğunu düşünüyor musunuz? Peki bu fikrinizi savunuyor musunuz? Eğer hala ısı ve sıcaklığın aynı anlamları karşıladığını düşünüyorsanız aşağıdaki 5.metni okumanızı tavsiye ederim😊

5. METİN

Termodinamiğin sıfırıncı kanununa göre ısı, sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı daha düşük olan bir sisteme doğru ısı dengeye ulaşmak için ilettikleri enerjidir. **Bir maddenin ıstısından bahsedilemez; çünkü, ısı sıcaklık farkından dolayı aktarılan enerjidir. Dolayısıyla sadece alınan ya da verilen enerji ölçülebilir. Isının sebep olduğu etkiler gözlenebilir ve ölçülebilir. Dolayısıyla "havanın ısısı" veya "suyun ısısı" gibi ifadeler yanlıştır. Isının sebep olduğu etkiler gözlenebilir ve ölçülebilir.** Sıcaklık bazen ısı ölçümü olarak algılanmaktadır. Hâlbuki maddenin ıstısından bahsedilemediği için, sıcaklık ısı ölçümü olamaz. **Sıcaklık bir maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür. Bu cümleden de maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçülebildiği yanlışına düşmeyin. Termometre de okunan değer sadece taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin göstergesidir.**

Sıcaklığın termometreyle ölçüldüğünü; ancak termometreyle enerjinin ölçülmediğini daha önceki yıllarda öğrenmişizdir. Termometreden okunan değer sonuna derece kelimesi eklenerek ya Celcius (°C), Remour (°R), Kelvin (K) veya Fahrenheit (°F) ölçeğinde ifade edilir. 25°C denildiği zaman aslında bir miktarın değil bir kıyaslamamanın ifade edildiği anlaşılmaktadır. Termometreyle iki maddenin sıcaklığı ölçülerek o iki maddeden hangisinin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisinin diğerlerinden daha fazla olduğu anlaşılr.

Yukarıdaki metni okudunuz! Biraz kafanızın karıştığını düşünebilirsiniz; ama korkmayın, yalnız değilsiniz. Sıcaklığı sizin gibi düşünenler vardır. Şu an sıcaklık hakkında hangi özellik ya da özelliklerin farkına vardığınızı düşünüyorsunuz? Neden?

Eğer hala sıcaklık ve ısı kavramları hakkında tereddütleriniz varsa bir de aşağıdaki somut örneği okuyunuz. Size çok yardımcı olacaktır.



Sıcaklığı somut bir örnekle açıklamak gerekirse, fuarlarda çoğu kimsenin oynadığı bir oyun ile sıcaklık arasında benzetişim kurulabilir. Oyun kısaca şöyledir. Dikey duran iki ray üzerinde hareket edebilen bir mekanizma ve bu mekanizmanın altında kendisine kuvvet uygulandığı zaman mekanizmayı iten ve mekanizmanın ray üzerinde yukarı doğru çıkmasını sağlayan bir sistem vardır. Bu sistemin tam karşısında bir ipin ucunda şişirilmiş bir top asılıdır. Topa vurulursa top, tam karşısındaki sisteme çarpar ve bu çarpma sonucu mekanizma ray üzerinde yukarı doğru yükselmeye başlar, hızı kesilir ve geri düşer. Eğer mekanizma tam tepeye kadar çıkarsa oradaki mantara vurur ve mantar patlar. Şimdi mekanizmanın başlangıçta durduğu yeri sıfır kabul edelim ve mantarın bulunduğu yeri de 100 kabul edelim. Bu iki nokta arasındaki mesafeyi 10 eşit parçaya bölelim. Elimizde bir ölçeğimiz oldu. Sizde iki arkadaş bu topa vurarak biriniz mekanizmayı 60 çizgisine kadar diğeriniz de 80 çizgisine kadar yükselttiniz. Şimdi, diyebilir misiniz ki biriniz 60 kg'lık diğeriniz 80 kg'lık bir kuvvet uyguladınız veya biriniz 60 diğeriniz 80N'luk bir kuvvet uyguladınız. Sadece, 80 çizgisine çıkan kimsenin 60 çizgisine çıkandan daha büyük bir kuvvet uyguladığı söylenilebilir. Bu örnekte olduğu gibi nasıl ki 60 ve 80 değerleri, vuran kimselerin kuvvetlerinin bir ölçümü değil kuvvetlerin etkisinin bir ölçümü ise sıcaklık da ortalama kinetik enerjinin bir ölçümü değil, ölçüsüdür. Onun için sıcaklıklar, karşılaştırma yapıldığı zaman anlam kazanır.



Yukarıda termometrenin çalışma prensibi ile fuarlardaki bir oyun arasında kurulan benzetişimi anlatan örneği okudunuz. Peki örneği anladığınızı düşünüyor musunuz?

Örneği okumadan önceki ve okuduktan sonraki düşüncelerinizi karşılaştırdığınızda farklılık görüyor musunuz? Eğer fikirlerinizin farklılaştığını düşünüyorsanız bunları bizimle paylaşır mısınız?

Şimdi 5. metinden önceki sorumuza dönelim. İki ayrı kaptaki sıcaklıkları farklı ama eşit hacimdeki aynı cins sıvılar üçüncü kaptaki birleştirilmişti. Üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığı hakkında düşünceleriniz sorulmuştu. Şimdi bu üç kaptaki sıvıların sıcaklıkları hakkında biraz önce okuduğunuz metinden öğrendiklerinizle birlikte kinetik teoriyi kullanarak yorum yapabilir misiniz? Kendi cümlelerinizle kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

6. METİN

Şimdi size bir ipucu! Kinetik teoriyi okurken ısı iletimini cisimlerin ısı dengeye gelmek için yaptıklarını öğrenmiştik. O halde iki kaptaki sıvıların tanecikleri üçüncü kaptaki birleştirildiğinde ısı dengeye ulaşmak isteyecekler. Bundan dolayı sıcaklık 50°C den büyük, 30° den küçük olamaz.

50°C de bulunan sıvının taneciklerinin ortalama kinetik enerjisi 30°C de bulunan sıvının taneciklerinin ortalama kinetik enerjisinden daha büyüktür. Isı dengeye gelmek için ortalama kinetik enerjisi büyük olan tanecikler ortalama kinetik enerjisi küçük olan taneciklerle çarpıştıklarında enerjilerinin bir kısmını küçük enerjili taneciklere iletecekler. Dikkat ettiyseniz sıvıların hacimlerinin ve cinslerinin aynı olduğundan bahsetmiştim. Dolayısıyla enerjilerine göre tanecikleri sınıflandırdığımızda (enerjisi büyük olanlar ile enerjisi küçük olanlar şeklinde) iki gruptaki taneciklerin sayısının birbirine eşit olduğunu görebiliriz. Bu durumda taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin 50°C ile 30°C nin tam orta noktası olması gerekir. Ancak iki sıvıdan birinin tanecikleri daha fazla olsaydı son durumdaki ortalama kinetik enerjinin ölçüsünün, tanecik sayısı fazla olan sıvının ortalama kinetik enerjisine daha yakın olduğunu söyleyecektik.

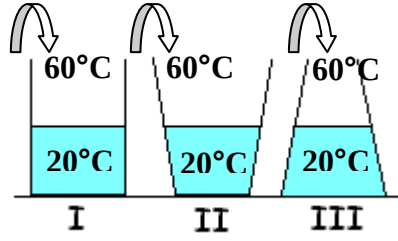
Yukarıdaki ipucuyla beraber metni okuduğunuzda metinde geçen fikri anladığınızdan emin misiniz?

.....

.....

Yukarıdaki fikri anladığınızdan eminseniz aşağıdaki soruyu kinetik teoriye göre açıklayınız?

Aşağıda şekilleri farklı üç tane kap verilmiştir. Kapların içindeki sıvılar **aynı cins** ve hepsinin sıcaklığı 20°C dir. Kapların üstleri tamamen doluncaya kadar 60°C aynı cins sıvı ile dolduruluyor ve karıştırılıyor. Aşağıdaki cümlelerin doğru ya da yanlış olup olmadıklarını nedenleriyle açıklayınız.



Üç kabın da yüzeyle temas eden taban alanları birbirine eşittir.

1. Birinci kaptaki sıvının sıcaklığı diğer kaplardaki sıvıların sıcaklıklarına göre daha sıcaktır.

.....

.....

.....

2. İkinci kaptaki sıvının sıcaklığı üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığından daha büyüktür.

.....

.....

.....

3. Üçüncü kaptaki sıvının sıcaklığı diğer kaplardaki sıvıların sıcaklıklarına göre daha düşüktür.

.....

.....

.....



Eveeeet. Değerli zamanını etkinlikler için ayırıp, soruları cevapladığın için çoooook teşekkür ederim!

Şimdi yukarıdaki metinler hakkında neler düşündüğünü de paylaşırsan çok mutlu olurum.

.....

.....

.....

.....

.....

EK.3
ÇÜRÜTÜCÜ METİNLER

Öğrenciler zihinlerinde bazı terimlere bilim insanlarınca kabul gören anlamlarının dışında kendileri tarafından farklı anlamlar yükleyebilirler. Bu durum öğrencilerin kavramları yanlış algılamalarına ve günlük hayatta yanlış kullanmalarına neden olur. Bu kavramlara alternatif kavramlar ya da kavram yanlışları denir. Isı ve sıcaklık sıkça karşılaştığımız ve bir o kadar da yanlışlarımızın olduğu kavramlardır. Aşağıda hazırlanan metinler yardımıyla bu konu hakkında kavram yanlışlarınızın bilim insanlarınca kabul gören anlamlarıyla değiştirilmesi hedeflenmektedir. **Dolayısıyla metinleri okurken ne kadar dikkatli olursanız kavram yanlışlarınızı bilim insanlarınca kabul görenleriyle değiştirmenin o kadar kolaylaşacağını unutmayınız.** Şimdi ısı ve sıcaklık konusundaki kavramlar arasındaki ilişkiyi bilim insanlarının kabul ettiği şekilde öğrenmek istiyorsanız metinleri sonuna kadar okumalısınız. Yalnız bu uygulama boyunca bize sormak istediğiniz sorulara yanıt veremeyebiliriz. Çünkü bizim merak ettiğimiz “Kendi kendinize varolan kavram yanlışlarınızın üstesinden bu metinlerin yardımıyla gelebilir miyiz?”. Şimdiden bu çalışmaya vakit ayırdığınız için çok teşekkür ederiz.

Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

**Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi**

Pınar AKGÜL

**Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Öğrencisi**

Isı ve Sıcaklık

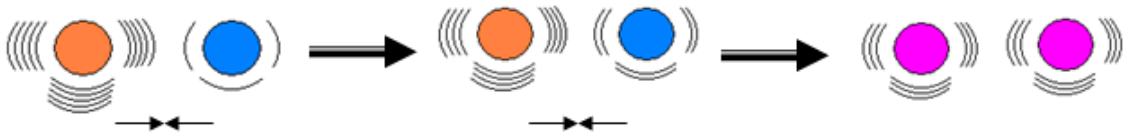
Isının doğası ile ilgili kaynaklar M.Ö. 1. yy'a kadar geriye gitmektedir. Ancak ısının maddi bir cisim değil de enerji şekli olduğunun 19. yy'ın ortalarına kadar farkına varılamadı. Isı ile ilgili iki temel teori bulunmaktadır. Bunlardan ilki, yani kalorik teori, cismin sahip olduğu ısıyı "kalorik" olarak adlandırır ve **akışkan sıvı gibi** bir cisimden başka bir cisme akabileceğini kabul eder. Öğrencilerin de ısı kavramı ile ilgili buna benzer düşünceleri vardır. **Kalorik teori, günümüzde artık bilim insanlarınca kabul görmemektedir.** Bu teori; "kalorik" in bütün cisimlerin içine ve dışına doğru akabilen ve bütün uzayı delip geçebilme özelliğine sahip bir akışkan gibi davranışlar sergilediğini varsayar. Bu teoriye göre sıcak cisim içinde daha çok kalorik bulunan; soğuk cisim ise içinde daha az kalorik bulunan bir cisimdir.



Kinetik teori ise; ısıyı cismi oluşturan parçacıkların hareketi olarak ele alır. Gazların sahip olduğu özellikleri açıklamak için ileri sürülmüş bir teori olması ile beraber ısıtılan bir maddenin hal değiştirmesi ve ısı iletimi yine bu teoriyle açıklanabilir. Maddeyi oluşturan tüm tanecikler hareketlidir. Hatta daha önceki yıllarda, katıların titreşim; sıvıların ve gazların ise titreşim hareketiyle birlikte, öteleme ve dönme hareketi yaptığını öğrenmişsinizdir. Sıcaklıkları farklı olan maddelerin tanecikleri farklı hızlara sahiptir. Kinetik enerji iletimi, bu taneciklerin çarpışmalarıyla gerçekleştirilir. Ortalama kinetik enerjileri yüksek taneciklerin, moleküler kinetik enerjileri her iki maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri eşit olana kadar ortalama kinetik enerjileri düşük taneciklere iletilir. **Bundan dolayı ısının maddenin içinde bulunan sıvıya benzer akışkan özelliği yoktur.** Isı çoğu öğrenci tarafından sadece sıcak cisimlerin sahip olduğu enerji olarak algılanmaktadır; hâlbuki ısı, sıcaklıktaki fark nedeniyle cisimler arasında iletilen enerjidir. Ya da ısı, temas halindeki cisimlerin ortalama kinetik enerjilerindeki farklılıklarından ötürü ısı (termal) dengeye ulaşmak için ilettikleri enerjidir, Q ile sembolize edilir. Bu noktada ısıyı iç enerji ile karıştırmamak gerekir. İç enerji, atom ve moleküllerini rastgele hareket ettirebilecek şekilde cismin sınırları içinde kalan potansiyel ve kinetik enerjilerinin toplamıdır. **Cisimlerin sıcaklıkları arttıkça sahip oldukları ısı miktarı artar diye düşünenler vardır. Ama, ısı cismin bir özelliği değildir. Bu bakımdan, bir**

*cismin içerdği ısı miktarı diye bir tanım söz konusu olamaz. Isı bir özellik olmadığından sıcak cisimlerin sahip olduğu enerjiyi ısı olarak tanımlayamayız. Boyutları farklı maddeler için boyutlarına bakarak ayrı ayrı ısı kavramından bahsedemeyiz ya da karşılaştırma yapamayız. Örneğin aynı odada bulunan boyutları farklı aynı maddeden yapılmış masaların sıcaklıkları birbirine eşittir. Sıcaklıkları eşit olduğundan bu masalar arasında enerji iletimi yoktur. Boyutları birbirinden farklı olduğu için tanecik sayısı ve dolayısıyla bu taneciklerin sahip olduğu enerjiler birbirinden farklıdır; ancak taneciklerin sahip olduğu enerjiler bize masaların iç enerjileri hakkında yorum yapma şansı verir. Dolayısıyla aynı odada bulunan boyutları farklı aynı maddeden yapılmış masalar için ısı kavramından bahsedemeyiz. **Bir maddenin sıcaklığı taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür. Yani ısı bir enerji şekliyken, sıcaklık ortalama kinetik enerjinin ölçüsüdür. Dolayısıyla sıcaklık bir enerji şekli değildir.** Isı kalorimetreyle ölçülür, sıcaklık ise termometre ile ölçülür. Maddelerin sıcaklıklarını artırırken alınan ısı miktarı ya da çevreye verilen ısı miktarı, $Q = m.c.\Delta t$ formülüyle hesaplanır. Q alınan ya da çevreye verilen ısı miktarıdır(cal); m kütledir(g); c madde cinsine göre değişen özısıdır (cal/g°C); Δt sıcaklık değişimidir(°C). Isı iletiminde alınan ısı miktarı ile çevreye verilen ısı miktarı aynı olduğundan $Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alın}}$ eşitliği yazılabilir.*

Aşağıda sıcaklıkları farklı iki cismin taneciklerinin temas ettirildiklerinde sergiledikleri davranış anlatılmıştır. Sıcak cisimlerinin ortalama kinetik enerjileri soğuk cisimlerin ortalama kinetik enerjilerine göre daha fazla olduğundan taneciklerin yanındaki çizgi sayısı daha fazla çizilmiştir.



Sıcaklıkları farklı olan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri de farklıdır. Sıcaklığı büyük olanın ortalama kinetik enerjisi, sıcaklığı küçük olanın ortalama kinetik enerjisinden büyüktür.

Sıcaklıkları farklı iki cismi birbirine dokundurduğumuzda sıcak cisimdeki taneciklerin titreşim hareketi soğuk cismin taneciklerini de titreştirmeye başlar. Bu sayede sıcaklıkları farklı iki cisim arasında ısı iletimi olur.

Isı iletiminden amaç ısı dengeye ulaşmak olduğu için iki cismin ortalama kinetik enerjileri eşit oluncaya kadar bu ısı iletimi devam eder.



Termodinamiğin sıfıncı kanununa göre ısı, sıcaklığı yüksek olan bir sistemden sıcaklığı daha düşük olan bir sisteme doğru ısı dengeye ulaşmak için ilettikleri enerjidir. **Bir maddenin ısısından bahsedilemez; çünkü, ısı sıcaklık farkından dolayı iletilen enerjidir. Dolayısıyla sadece alınan ya da çevreye verilen enerji ölçülebilir.** Dolayısıyla “havanın ısısı” veya “suyun ısısı” gibi ifadeler yanlıştır. **Isının sebep olduğu etkiler gözlenebilir ve ölçülebilir.** Sıcaklık bazen ısı ölçümü olarak algılanmaktadır. Hâlbuki maddenin ısısından bahsedilemediği için, sıcaklık ısı ölçümü olamaz. **Sıcaklık bir maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür. Bu cümleden de maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçülebildiği yanlışına düşmeyin. Termometre de okunan değer sadece taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin göstergesidir. Sıcaklık bir enerji değildir. Sıcaklığın termometreyle ölçüldüğünü; ancak termometreyle enerjinin ölçülmediğini daha önceki yıllarda öğrenmişizdir. Termometreden okunan değer sonuna derece kelimesi eklenerek ya Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Remour ($^{\circ}\text{R}$), Kelvin (K) veya Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ölçeğinde ifade edilir. 25°C denildiği zaman aslında bir miktarın değil bir kıyaslamanın ifade edildiği anlaşılmaktadır. Termometreyle iki maddenin sıcaklığı ölçülerek o iki maddeden hangisinin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisinin diğerlerinden daha fazla olduğu anlaşılır.**



Sıcaklığı somut bir örnekle açıklamak gerekirse, fuarlarda çoğu kimsenin oynadığı bir oyun ile sıcaklık arasında benzetişim kurulabilir. Oyun kısaca şöyledir. Dikey duran iki ray üzerinde hareket edebilen bir mekanizma ve bu mekanizmanın altında kendisine kuvvet uygulandığı zaman mekanizmayı iten ve mekanizmanın ray üzerinde yukarı doğru çıkmasını sağlayan bir sistem vardır. Bu sistemin tam karşısında bir ipin ucunda şişirilmiş bir top asılıdır. Topa vurulursa top, tam karşısındaki sisteme çarpar ve bu çarpma sonucu mekanizma ray üzerinde yukarı doğru yükselmeye başlar, hızı kesilir ve geri düşer. Eğer mekanizma tam tepeye kadar çıkarsa oradaki mantara vurur ve mantar patlar. Şimdi mekanizmanın başlangıçta durduğu yeri sıfır kabul edelim ve mantarın bulunduğu yeri de 100 kabul edelim. Bu iki nokta arasındaki mesafeyi 10 eşit parçaya bölelim. Elimizde bir ölçeğimiz oldu. Sizde iki arkadaş bu topa vurarak biriniz mekanizmayı 60 çizgisine kadar diğeriniz de 80 çizgisine kadar yükselttiniz. Şimdi, diyebilir misiniz ki biriniz 60 kg'lık diğeriniz 80 kg'lık bir kuvvet uyguladınız veya biriniz 60 diğeriniz 80N'luk bir kuvvet uyguladınız. Sadece, 80 çizgisine çıkan kimsenin 60 çizgisine çıkandan daha büyük bir kuvvet uyguladığı söylenilebilir. Bu örnekte olduğu gibi nasıl ki 60 ve 80 değerleri, vuran kimselerin kuvvetlerinin bir ölçümü değil kuvvetlerin etkisinin bir ölçümü ise sıcaklık da ortalama kinetik enerjinin bir ölçümü değil, ölçüsüdür. Onun için sıcaklıklar, karşılaştırma yapıldığı zaman anlam kazanır.

Özısı



Duyu organlarımızla algıladığımız her şeyin doğru olduğunu düşünürüz. Örneğin yaşadığımız Dünya'ya baktığımızda düz olduğunu düşünürüz; ancak Dünya'nın şekli geoittir. Ya da elimizi sıcak sudan soğuk suya soktuğumuzda soğuk suyun sıcaklığını ilk başta olduğundan farklı algılarız. Bu nedenle çoğu öğrenci aynı ortamda bulunan demirin tahtadan daha soğuk olduğu yanlışına düşer. Yani çoğu insan sıcaklığın cismin yapıldığı maddeye bağlı olduğunu düşünür. Hatta aynı ortamdaki katı maddelerin sıvı maddelere oranla daha soğuk olduğu yanlışına düşenler vardır. **Hâlbuki uzun süre aynı ortamda bulunan cisimlerin boyutları ve yapıldığı maddeler birbirinden farklı olsalar bile aynı sıcaklıktadır.** Aynı ortamda bulunan maddelerin sıcaklıklarının farklıymış gibi algılanmasını açıklayan kavram özısıdır. **Herhangi bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C değiştirmek için cisme verilmesi ya da cisimden alınması gereken ısı miktarına cismin özısı denir ve "c" ile gösterilir. Özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızı daha düşüktür. Aynı maddeden yapılmış cisimlerin ısı iletim hızları aynıdır; ancak madde miktarı fazla olan cisimlerde daha fazla tanecik olduğu için tanecik sayısı ile doğru orantılı olarak zaman değişecektir.** Demirin özısı değeri (0,113 cal/g°C) tahtanın özısı değerinden (Tahtanın cinsine göre özısı değeri 0,6-0,7 cal/g°C arasındadır.) oldukça küçük olduğu için; demirin ısı iletimi tahtaya göre daha hızlıdır. Soğuk bir havada oldukça soğuk olan banklardan demir olana oturduğumuzda, demir banka ısıyı daha çabuk iletir ve üşümeye başlarsınız. Çoğu insan tahtanın ısıyı hiç iletmediği için aynı ortamda bulunan metal objelere göre daha sıcak olduğu yanlışına düşerler. Halbuki tahta ısıyı, özısı değerinin büyüklüğünden anlaşılabileceği üzere yavaş iletir. Demir kaşığın ısı iletimi tahta kaşığa göre daha hızlı olduğundan demir kaşık ısıyı size daha çabuk iletir. Bundan dolayı tahta kaşıkla yemek yaparken eliniz yanmazken, demir kaşıkla yemek yaparken eliniz yanar.

Isı Yalıtımı

Katılarda tanecikler arasındaki boşluk yok denecek kadar azdır ve küçük bir alan içinde titreşirler. Isıtılan katı maddenin taneciklerinin kinetik enerjisi artar ve tanecikler daha kuvvetli titreşmeye başlar. Dolayısıyla sıcaklığı yüksek cismin taneciklerinin sahip olduğu kinetik enerji daha fazladır. Sıcaklığı düşük cismin ise taneciklerinin kinetik enerjisi azdır. Bu nedenle tanecikler daha yavaş hareket ederler. Bu şekildeki iki cismi birbirine dokundurduğumuzda sıcaklığı yüksek cisimdeki taneciklerin titreşim hareketi sıcaklığı düşük cismin taneciklerini de titreştirmeye başlar. Bu sayede sıcaklıkları farklı iki cisim arasında sıcaklığı yüksek olandan sıcaklığı düşük olana, ısı dengesi sağlanıncaya kadar enerji iletilir. Termal denge olayını katılar ile somutlaştırarak anlattıysak da **aynı durum sıvı ve gazlar içinde geçerlidir. Çoğu öğrenci cisimlerin termal dengeye gelebilmek için sıcaklıklarını ya da soğukluklarını birbirlerine transfer ettiklerini düşünür; ancak sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen ya da iletilen bir özellik değildir.** Bu alternatif kavram kaynağını, sıcaklığı bir enerji çeşidi olarak düşünmemizden alır. Hâlbuki sıcaklık bir enerji çeşidi değildir. **Sıcaklık cismin taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür. Isı ise, sıcaklıktaki fark nedeniyle cisimler arasında iletilen enerjidir.** Isıyı iyi ileten maddelere ısı iletkeni, çok zor ileten maddelere ise ısı yalıtkanı denir. Maddenin iç enerjisinin, bulunduğu ortamda uzun süre korunabilmesi için hava, plastik köpük, cam yünü, asbest, katran, ahşap, taş yünü gibi ısıyı daha yavaş ileten yani ısı yalıtkanı malzemelerden yararlanılır. Isı yalıtımının amacı, enerji iletimini engellemektir. Bir maddenin iletkenliği ne kadar az olsa da arasında boşluk olduğunda daha iyi ısı yalıtımı sağlanır. Madde arasındaki boşluk ısı iletiminin titreşim yoluyla iletilmesini engeller. Kuşlar havanın sıcaklığı düşük olduğunda tüylerini kabartarak tüyleri ve derileri arasında hava tabakası oluştururlar. Bu sayede ısı yalıtımı yaparlar. Isı yalıtımına bir başka güzel örneği termoslarda görebiliriz! Hem içine koyduğumuz çayımızın sıcak kalmasını hem de limonatamızın soğuk kalmasını sağlar. Çoğu öğrenci yünlü cisimlerin nesneleri soğuk tutmaktansa, sıcak tutmak için daha uygun; alüminyum folyoların da nesneleri sıcak tutmaktansa, soğuk tutmak için daha uygun olduğunu savunur. Hâlbuki yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi nesneleri sıcak ya da soğuk tutmak için ısı yalıtkanlığı büyük olan tek bir cins maddeyi kullanmamız yeterlidir. Yani



yemeğimizi sıcak tutmak ya da kola kutumuzun soğuk kalmasını sağlamak için kabın etrafını pamuk ya da alüminyum folyoya göre daha ısı yalıtkanı olan yünlü kumaşlarla yalıtmanız yeterli olacaktır.

EK.4
DÜZ METİNLER

Acıklama

Aşağıda “Isı ve sıcaklık” konusuyla ilgili metinler bulunmaktadır. Amacımız farklı formatlarda hazırlanan metinlerin öğrencilerin “ısı ve sıcaklık” konusunu anlamsal anlamalarına olan etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda sizden isteğimiz metinleri okumanız. Bu çalışmaya vakit ayırdığınız için teşekkür ederiz.

Yrd. Doç. Dr. Nejla YÜRÜK

**Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi
İlköğretim Bölümü Öğretim Üyesi**

Pınar AKGÜL

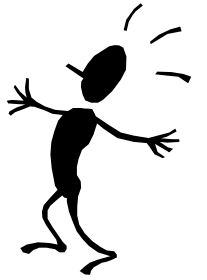
**Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Öğrencisi**

Isı ve Sıcaklık



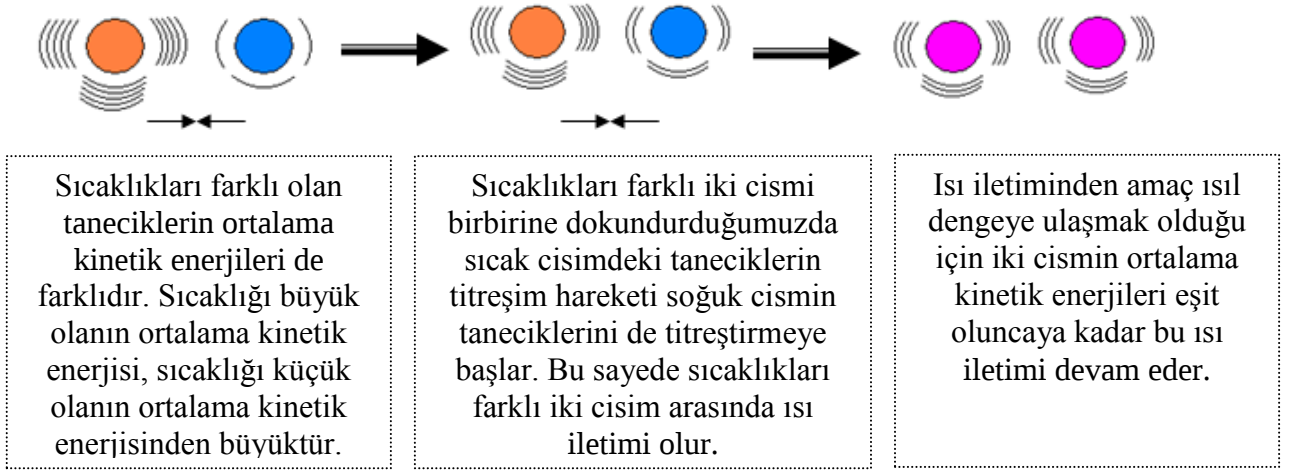
Sıcaklıkları farklı iki sistem temas halinde bulunuyorlarsa belli bir süre sonra ilk sıcaklıkları arasında bir sıcaklıkta termal denge durumuna gelirler. On dokuzuncu yüzyıl başlarına kadar bu ve bununla ilişkili birçok olay her cismin içinde olduğu kabul edilen “kalorik” adlı bir nesnenin varlığı ile açıklanırdı. O günkü inanışa göre sıcak bir cisim soğuk cisimden daha fazla “kalorik” içeriyordu. Her iki cisim bir araya getirildiğinde, sıcak olanı bir miktar kalorik kaybediyor; soğuk olanı bir miktar kalorik kazanıyor. Böylece her iki cisim de aynı sıcaklığa erişiyorlardı. Günümüzde ilerleyen teknolojinin de yardımı ile yapılabilen hassas deneyler ısıнын bir nesne olamayacağını ortaya koymuştur.

Günümüzde, ısıнын bir nesne değil bir enerji türü olduğu bilinmektedir. Bilimin doğasının değişebilir özelliği göz önüne alındığında ısıyla ilgili bilgilerimize yenileri eklenebilir; ancak şu an kabul gören görüş budur. Isıнын doğasının anlaşılmasında gazların kinetik teorisinin hızlı bir şekilde gözden geçirilmesi gereklidir. Kinetik teori öncelikle sıcaklığın fiziksel anlamını ele almaktadır. Bir gazın T mutlak sıcaklığı, gazdaki bir molekülün ortalama öteleme kinetik enerjisi ile orantılıdır.



Şimdi başlangıçta T_1 ve T_2 ($T_1 > T_2$) sıcaklıklarında bulunan iki gaz kabının birbirlerine bağlandığını ve gazların karışmasına izin verildiğini kabul edelim. Gaz karışımının sıcaklığının T_1 ve T_2 arasında bir T ara sıcaklığındaki son değere ulaştığını deneylerden biliyoruz. Kinetik teoriye dayalı olarak, bu davranışın yorumu 1. kaptaki daha yüksek ortalama

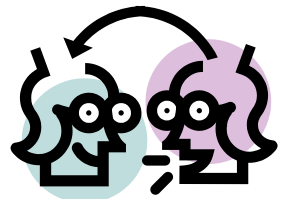
enerjili sıcak moleküller için 2. kaptaki daha düşük ortalama enerjili soğuk moleküllerle çarpıştığı şeklindedir. Bu çarpışmalarda daha yüksek enerjili moleküller enerji kaybederler (sıcaklık düşer) ve daha düşük enerjili moleküller enerji kazanırlar (sıcaklık yükselir). Bu enerji değişimi, gaz karışımı tek bir ortalama enerji değerine ulaşana kadar sürer. Ortalama enerjiye ulaşıldıktan sonra meydana gelen çarpışmalar ortalama enerjide artma veya azalmaya sebep olmaz. Bu denge şartı, gazların tek bir kararlı T sıcaklığına ulaştıklarını ifade eder. Burada $T_1 > T > T_2$ dir. Aynı işlem, farklı sıcaklıklardaki sıvılar veya katılar birbirleri ile temas geçtiklerinde de gözlenir. Bu ve benzer birçok tartışmadan, farklı sıcaklıklardaki iki cisim birbiri ile temas ettiğinde, daha sıcak olandan daha soğuk olan cisme doğru enerji akışı veya aktarılmasının meydana geldiği sonucuna varırız. Bu durumda aktarılan enerji bizim ısı dediğimiz şeydir.



Isı, sıcaklıktaki fark nedeniyle cisimler arasında alınıp verilebilen enerjidir. Ya da ısı, temas halindeki cisimlerin ortalama kinetik enerjilerindeki farklılıklarından ötürü ısı dengeye ulaşmak için ilettikleri enerjidir, Q ile sembolize edilir. Bu ifade de karşılıklı bir ilişki vardır: Eğer iki cisim aynı sıcaklıkta ise, onlar birbiri ile temas etse bile aralarında ısı enerjisi değişimi olmaz. Birbiri ile temas halinde bulunan cisimlerin aynı sıcaklıkta olmaları halinde birbiri ile enerji alış verişinde bulunmamalarını ısı denge olarak ifade edebiliriz. Bu kavram termodinamiğin sıfıncı yasası olarak adlandıracağımız aşağıdaki ifade için temel oluşturur.

“Eğer iki cisimden her biri, üçüncü bir cisimle ayrı ayrı ısı dengede ise, bu iki cisim birbiri ile de ısı dengededir.”

Isı ve iç enerji arasında önemli bir fark vardır. Isı, sıcaklıktaki fark yüzünden bir cisimden diğerine iletilen



enerjidir. İç enerji ise, atom ve moleküllerini rastgele hareket ettirebilecek şekilde bir cismin sınırları içinde kalan kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır. Isı cismin bir özelliği değildir. Bu bakımdan, bir cismin içerdiği ısı miktarı diye bir tanım söz konusu olamaz. Isı bir özellik olmadığından sıcak cisimlerin sahip olduğu enerjiyi ısı olarak tanımlayamayız. Ya da boyutları farklı maddeler için boyutlarına bakarak ayrı ayrı ısı kavramından bahsedemeyiz ve ısılarını karşılaştıramayız.

Bir maddenin sıcaklığı taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin ölçüsüdür. Yani ısı bir enerji şekliyen, sıcaklık taneciklerin ortalama kinetik enerjinin ölçüsüdür. Dolayısıyla sıcaklık bir enerji şekli değildir. Isı kalorimetre kabıyla ölçülür, sıcaklık ise termometre ile ölçülür. Maddelerin sıcaklıklarını artırırken maddeye iletilen ısı miktarı ya da soğurken açığa çıkardıkları ısı miktarı, $Q = m.c.\Delta t$ formülüyle hesaplanır. Q maddeye iletilen ya da açığa çıkan ısı miktarıdır(cal); m küttedir(g); c madde cinsine göre değişen özısıdır (cal/g°C); Δt sıcaklık değişimidir(°C). Isı iletiminde iletilen ısı miktarı ile soğurulan ısı miktarı aynı olduğundan $Q_{\text{verilen}} = Q_{\text{alın}}$ eşitliği yazılabilir.

Özısı

Bir cismin sıcaklığını artırmak için, onun moleküllerinin iç enerjisini artırmalıyız. Bunu, cisme daha sıcak bir cisimden ısı iletilmesine izin vererek başarabiliriz. Aynı şekilde, bir cismi soğutmak istersek, ondan daha soğuk bir cisme ısı enerjisinin iletilmesine izin verebiliriz. Soğutma ve ısıtma olaylarının nicel olarak anlatılması, bir cismin sıcaklığını değiştirmek için ne kadar enerjiye ihtiyaç duyduğumuzu bilmemize bağlıdır.

“Herhangi bir maddenin 1 gramının sıcaklığını 1°C değiştirmek için cisme iletilmesi gereken ısı miktarına cismin özısı denir ve “c” ile gösterilir. Özısı büyük olan maddelerin ısı iletim hızı daha düşüktür.”

Isı Yalıtımı

Bir kaşığı sıcak suda tuttuğumuzda, ısı kaşığın sapından elinize doğru iletilir. Bunun yorumu basittir. Isı enerjisi sıcak sudan kaşığa iletilir ve kaşığın ucundaki atomların daha büyük iç enerji kazanmalarına sebep olur. Bu durumda atomlar daha büyük enerji ile titreşirler ve daha soğuk komşuları ile çarpıştıklarında, onlara enerji



iletirler. Böylece ısı sıcak uçtan soğuk uca doğru kaşık boyunca iletilir. Sonuçta kaşığın her yeri ısınır. Isı taşınmasının bu şekline ısı iletimi denir. Isı iletiminde, ısı madde içinde komşu atomların veya moleküllerin çarpışmaları sonucu iletilir. Yani sıcaklık ya da soğukluk transfer edilebilen ya da iletilen bir özellik değildir.

Isıyı iyi ileten maddelere ısı iletkeni, çok zor ileten maddelere ise ısı yalıtkanı denir. Maddenin iç enerjisinin, bulunduğu ortamda uzun süre korunabilmesi için hava, plastik köpük, cam yünü, asbest, katran, ahşap, taş yünü gibi ısıyı daha yavaş ileten yani ısı yalıtkanı malzemelerden yararlanılır. Isı yalıtımının amacı, enerji iletimini engellemektir. Bir maddenin iletkenliği ne kadar az olsa da arasında boşluk olduğunda daha iyi ısı yalıtımı sağlanır.



KAYNAKÇA

Halliday, D. & Resnick, R. (1989). **Fiziğin Temelleri 1 Mekanik ve Termodinamik**. Çeviren: Prof. Dr. Cengiz YALÇIN. Ankara: Arkadaş yayıncılık.

Bueche, J. F. & Jerde, D. A. (2000). **Fizik İlkeleri Birinci Cilt**. Çeviren: Prof. Dr. Kemal ÇOLAKOĞLU. Ankara: Palme yayıncılık.

Atasoy, B. (2004). **Temel Kimya Kavramları**. Ankara: Asil yayın dağıtım.

EK.5
GÖRÜŞME FORMU

Merhaba,

Ben Pınar AKGÜL. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisiyim. Tezimin konusu “ısı ve sıcaklık” ile ilgili. Çalışmamın bu kısmında seninle olan görüşmemizi seninde izninle kayıt altına almak isterim. Bu kayıtlar bana analiz yaparken yardımcı olacaklar ve bu nedenle bütün görüşme boyunca konuşulanları tam hatırlamak, yani unutmamak için kayıda alacağım. Dolayısıyla senden ricam görüşme boyunca sana yönlendireceğim soruları duyduğun anda SESLİ DÜŞÜNMEYE başlaman. Eğer sana yönlendirdiğim soruları anlamazsan soruyu benden tekrar etmemi isteyebilirsin. Sorularıma cevap verirken açıklamalarına yardımcı olacağını düşünüyorsan şekiller çizerek anlatma yoluna da gidebilirsin. Çalışmaya katılanların adları gizli tutulacaktır; yani bu çalışma sırasında ulaştığım verileri yazarken hiçbir kurumda ya da hiçbir yayında adınızı vermeyeceğim. Sizlerle görüşme yapmamın amacı ise “Öğretmen adayları ısı ve sıcaklık kavramlarını nasıl düşünüyorlar?” saptamak.

Sorularıma geçmeden önce şimdi biraz seni tanımak isterim.

- ✓ Adın ne?
- ✓ Nerelisin?
- ✓ Yurtta mı yoksa evde mi kalıyorsun?
- ✓ Okula uyum sağlarken zorluk yaşadın mı?
- ✓ Bu bölümü kendi isteğinle mi seçtin?
- ✓ Kendini en başarılı hissettiğin alan (ya da ders) hangisi?
- ✓ Neden böyle düşünüyorsun?
- ✓ Yüksek lisans yapmayı düşünüyor musun?
- ✓ Hangi alanda yapmayı düşünüyorsun?
- ✓ Ortaöğretimde ısı ve sıcaklık konusu fizik alanı içinde geçiyor. Daha önce bu konuyla aran nasıldı? Sevdiğin konular arasında mıydı yoksa sevmediğin konular arasında mıydı?Neden?

O halde sana ısı ve sıcaklıkla ilgili sorularımı sormaya başlamak istiyorum.



1) Evinizde aynı maddeden yapılmış bir masan ve sandalyelerin var. Hepsi de uzun süredir salonda durmaktadırlar. Bu eşyaların ısı ve sıcaklıkları hakkında yorum yapmanı istesem, nasıl bir yorum yaparsın? Yani masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Yan sorular:

- ❏ O halde ısı nedir?
- ❏ Sıcaklık nedir?
- ❏ Isı ve sıcaklıkla ilgili tanımları ayrı ayrı yaptın. Peki ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi yorumlayabilir misin?
- ❏ Daha önce iç enerji kavramını duydun mu?
- ❏ İç enerji ve ısı arasında bir ilişki var mıdır? Varsa bu ilişkiyi nasıl açıklarsın?
- ❏ Salondaki masa ve sandalyelerin ısı ve sıcaklıkları karşılaştırılabilir mi?

Şimdi başka bir soru!



2) Bu sefer odanda bir masan var; ama bu masanın ayak kısımları demirden, geri kalan kısım resimdeki gibi tahtadan yapılmış olsun. Bir elinde masanın tahta kısmına, bir elinde de masanın demir olan kısmına dokunduğunu hayal etmeni istiyorum. İki kısmın sıcaklıkları hakkında neler diyebilirsin?

Yan sorular:

- ❏ Demir ve tahta olan kısımların sıcaklıklarının birbirinden farklı olmasının nedenleri nelerdir?
- ❏ Demirin yapısı tahtaya göre nasıldır ki demir olan kısım tahtaya göre daha soğuk ?
- ❏ Ellerinle masanın farklı kısımlarına dokunduğun anda ısı iletim yönü nasıldır?
- ❏ Masanın hangi kısmına daha fazla ısı iletimi olmuştur? Bunun nedeni nedir?
- ❏ Masanın farklı kısımlarına dokunduğun anda elinden masaya doğru ısı iletim hızlarını nasıl yorumlarsın?

3) Akşam yemeğine misafirin var ve sen, son anda sıkıntı yaşamamak için yemeklerini pişirdin ve hazırlıklarını tamamlayıp bekliyorsun. Aniden yemeğe gelecek olan misafirlerin aradı ve gecikeceklerini söyledi. Pişirdiğin yemeklerin soğumaması için tencerelerin etrafını nasıl bir maddeyle sarmalamayı seçersin? Neden?

Yan sorular:

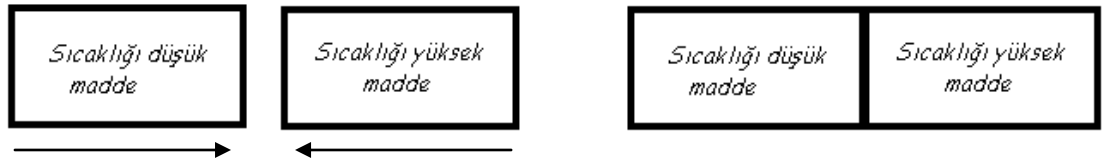
- ❏ Neden bu maddeyi seçtin? Nasıl bir yapısı var ki?
- ❏ Bu madde yerine alüminyum folyo gibi bir madde kullansan neler olurdu?
- ❏ Sıcaklık transfer edilebilen bir özellik midir?

4) Yaz aylarında maddelerin sıcak olmasındansa soğuk olmasını tercih ederiz. Bu amaçla yazın soğuk tutmak istediğin nesnelerin soğuk kalmasını sağlamak için nasıl bir yol izlersin?

Yan sorular:

- ❏ Soğukluk transfer edilebilen bir özellik midir?
- ❏ Toparlamak gerekirse; sıcak nesneleri sıcak tutmak için ya da soğuk nesneleri soğuk tutmak için ne tür maddeler kullanırsın? Neden?
- ❏ Bu maddeleri birbirinden ayıran özellikler nelerdir?

5) Sıcaklığı yüksek bir madden ve sıcaklığı düşük olan bir maddenin olduğunu düşünmeni istiyorum. Bu maddelerin her ikisinin de kütleleri aynı ve aynı cins maddeden yapılmışlar. İkisini birbirleriyle temas edecek şekilde tuttuğunda nelerin olmasını beklersin?



Yan sorular:

- ❏ Nasıl bir olay gerçekleşiyor?
- ❏ Peki, sıcaklığı yüksek olan maddenin kütlesi, sıcaklığı düşük olan maddenin kütlesine göre fazla olsaydı nelerin olmasını beklerdin? Neden?
- ❏ O halde bütün sıcaklığı yüksek olan sistemler ile sıcaklığı düşük olan sistemler arasında böyle bir açıklama kullanılabilir mi?
- ❏ Kalorifer peteğinin odayı ısıtmasını biraz önceki söylediklerinle açıklayabilir misin?

6) Aynı maddeden yapılmış uzunlukları farklı üç iletken telin var. Okla gösterilen kısımlarından aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtmaya başlıyorlar. Diğer uçlarına yerleştirilen aynı büyüklükteki mumların erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yaparsın?

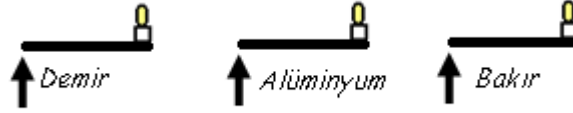


Yan sorular:

- ❏ Tellerdeki iletim hızları hakkında nasıl bir yorum yaparsın?
- ❏ Özdeş ısıtıcı ne demek?

- Uzun olan teli ortadan ikiye katlayıp parçaları üst üste perçinlesem nelerin değişmesini beklersin?

7) Farklı cins maddelerden yapılmış; ancak boyutları aynı olan iletken tellerin uçlarına aynı büyüklükte buz parçaları koyuluyor. Aynı anda özdeş ısıtıcılarla ısıtılmaya başlanan bu tellerin uçlarındaki buz parçalarının erime süreleri hakkında nasıl bir yorum yapabilirsin?



Yan sorular:

- Tellerdeki iletim hızlarının neden farklı olduğunu düşünüyorsun?

Bana zaman ayırdığınız için çok teşekkür ederim. İyi günler...

EK.6
ISI VE SICAKLIKLA İLGİLİ OKUNAN METİNLERE KARŞI TUTUM
ÖLÇEĞİ

ISI VE SICAKLIK İLE İLGİLİ OKUNAN METİNLERE KARŞI TUTUM ÖLÇEĞİ

Adı ve Soyadı :

Sizlere dağıtılmış olan “Isı ve Sıcaklık Kavramları ile Okuduğunuz Metinler”, ısı ve sıcaklık ile ilgili olarak öğrencilerde sık rastlanan bazı yanlışlar hakkında sizleri uyarmak ve bilimsel temelli doğru kavramları edinmenize yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir.

Bu anket, ısı ve sıcaklık kavramları ile okuduğunuz metinler hakkındaki görüşlerinizi almak üzere hazırlanmıştır. Aşağıdaki cümleleri dikkatle okuyarak size uygun gelen seçeneği işaretleyiniz. İşaretsiz cümle bırakmayınız.

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak eğlenceliydi.					
2. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri çok dikkatli okudum.					
3. Farklı konularda ısı ve sıcaklık konusunda verilen metinlere benzer başka metinlerde okumak isterim.					
4. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak ısı ve sıcaklık konusunu sevmeme yardımcı oldu.					
5. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinler beni korkuttu.					
6. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak sıkıcıydı.					
7. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri anlamadan okudum.					
8. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinlerden konunun merak ettiğim yönlerini öğrendim.					
9. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri dikkatsizce okudum.					
10. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri birkaç kez okudum.					
11. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinler gerekti.					
12. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak çok zordu.					
13. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinlerdeki açıklamaları zaten biliyordum.					
14. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okuduktan sonra ısı ve sıcaklık konusunu daha iyi anladım.					
15. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri ısı ve sıcaklık konusundaki başarıyı artırdı.					
16. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri hiç okumadım.					
17. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri okumak ilgimi çekti.					
18. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri anlamakta zorluk çektim.					
19. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri anlayana kadar okudum.					
20. Isı ve sıcaklıkla ilgili metinlerde verilen örnekler ilginçti.					
21. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri kolayca okudum.					
22. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinler ısı ve sıcaklık konusunu anlamamda yardımcı olmadı.					
23. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinleri severek okudum.					
24. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinler konuyla ilgili anlaşılması zor olan kavramları açıklayabiliyordu.					
25. Isı ve sıcaklıkla ilgili verilen metinler gereksizdi.					