



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FEN BİLİMLERİ ÖĞRENCİ, ÖĞRETMEN ADAYLARI VE
ÖĞRETMENLERİN BİLİMSEL BİLGİNİN ONTOLOJİK BOYUTLARINA
YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

EVİRİM DEMİREL

İzmir
2021

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

FEN BİLİMLERİ ÖĞRENCİ, ÖĞRETMEN ADAYLARI VE
ÖĞRETMENLERİN BİLİMSEL BİLGİNİN ONTOLOJİK BOYUTLARINA
YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

EVİRİM DEMİREL

DANIŞMAN
Prof. Dr. GÜL ÜNAL ÇOBAN

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri” adlı çalışmanın içerdiği fikri izinsiz başka bir yerden almadığımı; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında ve bölümlerinin yazımında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yaptığımı ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, ayrıca bu çalışmanın Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve *intihal içermediğini* beyan ederim. Herhangi bir zamanda aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonuca razı olduğumu bildiririm.

26/07/2021

Evrin DEMİREL



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



Tarih: 29/7/2021

Tez Başlığı: Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 158 sayfalık kısmına ilişkin, 29/7/2021 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin **benzerlik oranı % 17'dir**.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/> adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ☐

Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30) ☒

☐ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☐ Kaynakça hariç, ☐ Alıntılar dâhil, ☐ Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.	☒ Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç, ☒ Kaynakça dâhil, ☒ Alıntılar dâhil.
EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı. ☒	
EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde. ☐	

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Evrim Demirel
Öğrenci No : 2017950068
Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı : Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans
Statüsü : Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐

ÖĞRENCİ

DANIŞMAN

Evrim DEMİREL
29/7/2021

Prof. Dr. Gül Ünal ÇOBAN
29/7/2021

Açıklamalar

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu (☐) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya ali.tas@deu.edu.tr) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu' formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başlangıcından okuduğunuz bu ana kadar temasa geçtiğim ilköğretim öğrencilerinden, öğretmen adaylarına, fen bilimleri öğretmenlerinden akademisyen hocalarıma, aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürler borçluyum.

Öncelikle hayatım boyunca her zaman yanımda olan ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen, varlıklarıyla hayallerimi gerçekleştirmem için bana güç veren, dünya görüşümü geliştirmeme yardımcı olan, beni bugünlere getiren sevgili annem Cavidan DEMİREL ve sevgili babam Ahmet DEMİREL'e teşekkür ederim. Sizlerin evladı olarak dünyaya geldiğim için çok şanslıyım.

Lisans eğitimimden bugüne akademik birikimine, dünya görüşüne, üretkenliğine, yaratıcılığına, ufkuna hayranlık duyduğum ve örnek aldığım, bu süreçte bana güvenerek ve destek vererek fen bilimlerine, bilim felsefesine ve araştırma yapmaya dair bakış açımı derinleştiren, zenginleştiren bilgisiyle arkadaşlığıyla bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Gül ÜNAL ÇOBAN'a teşekkür ederim. Çalışmam boyunca deneyimlerini benimle paylaşan, beni dinleyen, fikirleri ve önerileriyle motivasyonumu artıran Ar. Gör. Ayşe BÜBER KILINÇ'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans sürecime başladığımda yanımda olan, ancak bitirdiğimi görme fırsatına sahip olamayan canım anneannem, Mürüvvet SİRKECİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Beni her zaman fikirleri ve duygusal desteğiyle besleyen, en stresli zamanlarımda içimi rahatlatan, her zaman yanımda olan canım arkadaşım Özge ÇOBAN'a, tez hazırlama sürecinde motivasyon ve psikolojik olarak beni hiç yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşım Gülşen ÇELİK'e, varlığıyla bana neşe olmuş beni her zaman anlayan ve destekleyen canım arkadaşım, Büşra EKİZ'e, gerek lojistik gerek akademik destek sağlayan Ali Özgün ÖZER'e, akademi lügatına esprili bir şekilde girişimi sağlayan hem akademik hem teorik fikir desteğini esirgemeyen Nurefşan ŞADAN'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Analiz sürecinde yardımını eksik etmeyen ve hem oda arkadaşı hem de ders çalışma arkadaşı olan Zeynep KARAARSLAN'a teşekkür ederim.

Tez jürimde yer almayı kabul ederek benimle değerli fikirlerini paylaşan ve önerilerde bulunan Doç. Dr. GÜLTEN ŞENDUR hocama ve Doç. Dr. Zeki APAYDIN hocama çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	x
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Amaç ve Önem	3
1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri.....	5
1.4. Sınırlılıklar	6
1.5. Varsayımlar.....	6
1.6. Tanımlar.....	6
BÖLÜM II.....	8
2.1.Bilim ve Bilgi.....	8
2.1.1. Gerçeklik ve Kavram İlişkisi	8
2.1.2. Kavram Yanılgısı Çeşitleri.....	13
2.1.3.Kavram Yanılgıları ve Ontoloji	14
2.2.Bilimin Doğası ve Felsefi Bakış Açıları	20
2.2.1.Antirealizme Karşı Realizm.....	20
2.2.2.Yapılandırımacı Ontoloji ve Sorunları.....	23
2.2.3.Yapılandırımacı Pedagoji	24
2.2.4. Tarihten Örnekler	25
2.3. Bilgi Yapısı Teorileri	29
2.3.1. Teori Benzeri Bilgi Yapısı Teorisi (Knowledge As Theory Perspectives)	
.....	29
2.3.2.Parça Nitelikli Bilgi Yapısı Teorisi (Knowledge As Elements)	33
2.4 Alanyazın	36

2.4.1. Ontoloji Temelli Yapılan Araştırmalar	36
2.4.2. Isı Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları Hakkındaki Araştırmalar	40
2.4.3. Isı Sıcaklık Konusunda Yürütülmüş Ulusal Çalışmalar.....	46
BÖLÜM III	51
YÖNTEM.....	51
3.1. Araştırmanın Modeli	51
3.1.1. Tarama Modeli	51
3.2. Çalışma Grubu	51
3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları	53
3.4. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi	54
3.5. Verilerin Analizi.....	58
3.6. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	60
3.7. Araştırmacının Rolü	61
BÖLÜM IV	61
BULGULAR.....	61
4.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular	62
4.1.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Anket Verileri.....	62
4.1.2. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Görüşme Verileri	68
4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Isı Sıcaklık Kavramlarının Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular	77
4.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Anket Verileri	77
4.2.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Görüşme Verileri	84
4.3. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular	90
4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Anket Verileri.....	90
4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Görüşme Verileri.....	96
BÖLÜM V	103

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
5.1. Tartışma.....	103
5.1.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma.	104
5.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma.	111
5.1.3. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma.	115
5.2. Sonuç.....	121
5.3. Öneriler	124
KAYNAKÇA.....	125
EK 1. Öğrenciler, Öğretmen Adayları ve Öğretmenler İçin BOA.....	134
EK 2. Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme Formu	137
EK 3. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ	138
EK 4. Uygulama İzinleri	140

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Bilimsel Olgusallık Anketi (BOA) geliştirme örnekleme</i>	52
Tablo 2 <i>BOA uygulama örnekleme</i>	52
Tablo 3. <i>Bilimsel bilginin ontolojik boyutlarına yönelik görüşme formu (BBOBYF) için örneklem tablosu</i>	53
Tablo 4. <i>Kategoriler ve ilgili kodlar için bilimsel açıklamalar</i>	54
Tablo 5. <i>BOA için maddelerin ait olduğu kategoriler ve karşılık gelen ontolojik yanılgılar</i>	55
Tablo 6. <i>BBOBYGF soru öbekleri</i>	57
Tablo 7. <i>Kategorilere karşılık gelen ontolojik yanlış kodları</i>	59
Tablo 8. <i>Öğrencilerin ısının duyumsanması kategorisi anket verileri</i>	62
Tablo 9. <i>Öğrencilerin iletim kategorisi anket verileri</i>	63
Tablo 10. <i>Öğrencilerin yalıtım kategorisi anket verileri</i>	65
Tablo 11. <i>Öğrencilerin varlık kategorisi anket verileri</i>	66
Tablo 12. <i>Tanım kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri</i>	70
Tablo 13. <i>Isının duyumsanması kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri.</i>	71
Tablo 14. <i>Yalıtım kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri</i>	72
Tablo 15. <i>Varlık kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri</i>	73
Tablo 16. <i>İletim kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri</i>	74
Tablo 17. <i>Öğretmen adaylarının duyumsama kategorisi anket verileri</i>	77
Tablo 18. <i>Öğretmen adaylarının iletim kategorisi anket verileri</i>	79
Tablo 19. <i>Öğretmen adaylarının yalıtım kategorisi anket verileri</i>	82
Tablo 20. <i>Öğretmen adaylarının varlık kategorisi anket verileri</i>	83
Tablo 21. <i>Tanım kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri</i>	85
Tablo 22. <i>Isı duyumsanması kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri</i>	85
Tablo 23. <i>Yalıtım kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri</i>	86
Tablo 24. <i>Varlık kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri</i>	86
Tablo 25. <i>İletim kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri</i>	88
Tablo 26. <i>Öğretmenlerin ısının duyumsanması kategorisi anket verileri</i>	90
Tablo 27. <i>Öğretmenlerin iletim kategorisi anket verileri</i>	91
Tablo 28. <i>Öğretmenlerin varlık kategorisi anket verileri</i>	94

Tablo 29. Öğretmenlerin yalıtım kategorisi anket verileri	95
Tablo 30. Tanımlar kategorisi için öğretmen görüşme verileri	96
Tablo 31. Isı duyumsanması kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri	97
Tablo 32. Yalıtım kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri.....	98
Tablo 33. Varlık kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri	99
Tablo 34. İletim kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri	101



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Chi ve Slotta' ya (1993) göre ontolojik kategoriler	15
Şekil 2. Hatadan kaynaklanan ve karşılaştırılabilir olmayan boyutlardan kaynaklanan kavram yanılgısı.	17
Şekil 3. Chi (2016)'ye göre dört tip kavram yanılgısı.	19
Şekil 4. Öğrencilerin ısının duyumsanması kategorisine ait bilgi yapıları.	106
Şekil 5. Öğrencilerin ısının iletimi kategorisine ait bilgi yapıları.	108
Şekil 6. Öğrencilerin yalıtım kategorisine ait bilgi yapıları.	109
Şekil 7. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarına ait varlık kategorileşmesi	110
Şekil 8. Öğretmen adaylarının ısının duyumsanması kategorisine dair bilgi yapıları	112
Şekil 9. Öğretmen adaylarının ısının iletimi kategorisine dair bilgi yapıları	113
Şekil 10. Öğretmen adaylarının yalıtım kategorisine dair bilgi yapıları	114
Şekil 11. Öğretmenlerin ısının duyumsanması kategorisine dair bilgi yapıları.	116
Şekil 12. Öğretmenlerin ısı iletimi kategorisine dair bilgi yapıları.	118
Şekil 13. Öğretmenlerin yalıtım kategorisine dair bilgi yapıları.	118
Şekil 14. Çalışmada bulunan p-primler ve oluşma nedenleri	120

ÖZET

FEN BİLİMLERİ ÖĞRENCİ, ÖĞRETMEN ADAYLARI VE ÖĞRETMENLERİN BİLİMSEL BİLGİNİN ONTOLOJİK BOYUTLARINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

Bu çalışmanın öncelikli amacı, öğrencilerin, fen bilimleri öğretmen adaylarının ve fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilginin yapılandırılma sürecinin merkezinde yer alan temel kavramlara yönelik görüşlerini belirlemek, bilimsel bilgiye kaynaklık eden varlıkları, nasıl anlamlandırdıkları ve ne tür bilgi yapılarına ait olduklarını saptamaktır. Öte yandan, araştırma boyunca öğrencilerin, fen bilimleri öğretmen adaylarının ve fen bilimleri öğretmenlerinin gerçeklik algılarını araştırmak ve bu algılarının kavram yanılgıları üzerine etkilerini saptamak ve önerilerde bulunmak hedeflenmektedir.

Çalışma kapsamında karma yöntemin tarama deseni kullanılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak ısı sıcaklık konusunda ontolojik görüşleri saptayabilmek için Bilimsel Olgusallık Anketi (BOA) ve derinlemesine bilgi edinebilmek için ısı-sıcaklık konusuna yönelik yarı yapılandırılmış Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme (BBOBYG) Formu geliştirilmiştir hazırlanmıştır. BOA seçkisiz olarak belirlenen toplamda 345 7. sınıf öğrencisine, 106 fen bilgisi öğretmen adayına ve 96 fen bilimleri öğretmenine uygulanmıştır. BOA'nın uygulandığı katılımcılardan yine seçkisiz olarak belirlenen 38 7. sınıf öğrencisi, Ege bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıfına devam eden 16 öğrencisi ve 12 fen bilimleri öğretmenleri ile Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme (BBOBYG) yapılmıştır. Çalışma grubunun ontolojik anlayışları tanım, duyumsanma, iletim, yalıtım ve varlık alanında incelenmiştir. İletim, duyumsanma ve yalıtım konusunda tutarlılık incelenerek bilgi yapıları saptanmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin, tanımları ezberledikleri, ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirlerine karıştırdıkları, 13 kişi hariç ısıнын görülebilir olduğunu ve buhar gibi tıttığını ifade etmişlerdir. İletim konusunda 10 öğrenci dışındaki öğrenciler sıcaklık ve soğukluğun iletildiğini ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerden 21 kişinin bilgi yapısı teori benzeri 7 öğrenci ise parçacıklı bilgi yapısını göstermektedir. Isının yalıtımı konusunda ise 15 kişi parçacıklı bilgi yapısı, 13 kişi ise teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermektedir.

Öğretmen adaylarından 8 kişi tanımları doğru yapmış ve bilgileri tutarlıdır. 7 kişi tanımları doğru yapmasına rağmen ardından gelen sorularda tutarsızlık görülmüştür. 1 kişi ısı ve sıcaklık tanımlarını karıştırmıştır. Isının varlığı kategorisinde 6 öğretmen adayının ısıнын

görülebildiğine dair düşünceleri vardır. 3 öğretmen adayı ısının tütme gibi görüldüğüne dair ifadeleri vardır. Isının duyumsanması kategorisinde 8 kişide ısı ve sıcaklığa dair duyumsanma görülmemiştir. 8 kişide duyumsanma saptanmış 4 kişinin bilgileri parçacıklı bilgi yapısına, 4 kişinin bilgileri teori nitelikli bilgi yapısına ait özellik göstermiştir. Isının iletiminde enerji ifadesini kullanan öğretmen adaylarının (8 kişi) 5 kişisi teori benzeri bilgi yapısı 3 kişisi ise parçacıklı bilgi yapısına benzer özellikler göstermiştir. Sıcaklık ve soğukluk iletimi ifadesini kullanan 5 öğretmen adayından 3 kişi parçacıklı bilgi yapısına 2 kişi ise teori bilgi yapısına ait özellik göstermiştir. Tanecik iletimi olduğunu ifade eden 3 öğretmen adayının düşünceleri parçacıklı bilgi yapısı teorisine uyumlu özellikler göstermiştir. Isının yalıtımı düşüncesi çoğunlukla (9 kişi) tutarlı olup teori bilgi yapısı özelliği gösterirken, 3 kişi parçacıklı bilgi teorisine ait özellikler göstermiştir. Isı yalıtımında kavram yanılgısı gösteren öğretmen adaylarının düşüncelerinin teori benzeri yapıda olduğu saptanmıştır.

Öğretmenler tanım konusunda tutarlı doğru bilgi vermişlerdir. Isının varlığı kategorisinde ısı akışı ifadesini sıkça kullanmalarına rağmen sıvı veya gaz gibi davranışların olmadığını ifade etmişlerdir. Isı ve sıcaklığa dair duyumsanma görülmemiştir. 1 kişi hariç tüm öğretmenler enerjinin iletileceği konusunda teori bilgi yapısı özellikleri göstermiştir. 1 öğretmen parçacıklı bilgi yapısı özelliği göstermiştir. 1 kişi hariç tüm öğretmenlerde ısının yalıtımı düşüncesi teori yapısı göstermektedir. 1 öğretmenin verdiği kavram yanılgısı ifadesi parçacıklı yapıdadır.

Anahtar Kelimeler: Bilgi yapıları, ısı ve sıcaklık, kavram yanılgısı, ontoloji.

ABSTRACT

SCIENCE STUDENTS', AND PROSPECTIVE TEACHERS' VIEWS TOWARD ONTOLOGICAL DIMENSIONS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE

The primary purpose of this study is to determine the views of students, pre-service science teachers and science teachers about the basic concepts that are at the center of the structuring process of scientific knowledge, to determine the entities that are the source of scientific knowledge, how they make sense of it, and what kind of knowledge structures they belong to. On the other hand, throughout the research, it is aimed to investigate students', prospective science teachers' and science teachers' perceptions of reality and to determine the effects of these perceptions on misconceptions and to make suggestions.

The scanning design of the mixed method was used within the scope of the study. In this context, firstly, Scientific Factuality Questionnaire (BOA) was developed to determine ontological views on heat and temperature, and a semi-structured Interview on Ontological Dimensions of Scientific Knowledge (BBOBYG) Form for heat-temperature to obtain in-depth information. has been prepared. BOA was applied randomly to a total of 345 seventh grade students, 106 science teacher candidates and 96 science teachers.

Students stated that the students memorized the definitions, confused the concepts of heat and temperature, that the heat was visible except for 13 people, and it smoked like steam. On the subject of transmission, the students, except for 10 students, stated that warmth and coldness are transmitted. The knowledge structure of 21 of these students is theory-like, and 7 students show the fragmented knowledge structure. On the subject of thermal insulation, 15 people have a fragmented knowledge structure and 13 people have a theory-like knowledge structure.

Eight of the pre-service teachers made the definitions correctly and their information is consistent. Although 7 people made the definitions correctly, inconsistency was observed in the questions that followed. 1 person confused the definitions of heat and temperature. In the category of presence of heat, 6 pre-service teachers thought that heat can be seen. 3 pre-service teachers stated that the heat is seen as smoking. In the category of sensation of heat, no sensation of heat and temperature was observed in 8 people. Sensation was detected in 8 people. The information of 4 people showed the characteristics of fragmented knowledge, and the knowledge of 4 people showed the feature of a theoretical knowledge structure. Of the pre-service teachers (8 people) who used the expression of energy in the transmission of heat, 5 of

them showed similar features to theory-like knowledge structure and 3 people showed similar features to particle knowledge. Of the 5 pre-service teachers who used the expression of warmth and coldness transmission, 3 people showed the feature of particle knowledge structure and 2 people showed the feature of theory knowledge structure. The opinions of 3 pre-service teachers who stated that there was particle transmission showed features compatible with the theory of particle information structure. While the idea of thermal insulation was mostly (9 people) consistent and showed the feature of theory knowledge structure, 3 people showed features of particle information theory. It was determined that the thoughts of the pre-service teachers who had misconceptions in thermal insulation were formed in a theory-like structure.

Teachers gave consistent and accurate information about the definition. Although they frequently use the term heat flow in the presence of heat category, they stated that there is no liquid or gas-like behavior. There was no sensation of heat and temperature. Except for 1, all the teachers showed the characteristics of the theory knowledge structure that energy will be transmitted. 1 teacher showed the feature of fragmented knowledge structure. Except for one person, the idea of heat insulation in all teachers shows the theory structure. The misconception statement given by 1 teacher has a particle structure.

Keywords: Heat and temperature, knowledge structure, misconception, ontology.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırma konusu kapsamında problem durumu, amaç ve önem, problem cümlesi, alt problemler, sınırlılıklar ve kısaltmalara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fen bilimleri öğrencilerinin bilimi ve bilimsel kavramları nasıl öğrendiği ve nasıl anlamlandırıldığı fen eğitimi ve öğretiminin temel araştırma konuları arasında sayılabilir. Çünkü fen bilimleri içeriğindeki konular çoğunlukla görünür olayların ötesinde derinlemesine anlamayı gerektirmektedir. Bu kavramlar öğrencilerin zihin yapısı içerisinde hem kullanılan dilin hem de öğrencilerin algıları sebebiyle yanlış sınıflandırılabilen ve öğrenciler naif düşünce sistemlerine sahip olabilmektedirler. Fen ile ilgili konuları her ne kadar günlük yaşamdaki etkileşimler ile öğrenmeye başlasa da sistemli bir şekilde bilimsel bilgi yapılarının kavramlar, yasa ve teorilere kadar uzanan bir yelpazede öğretim içerisinde karşılaşmaktadır ve bu öğretim planlı bir şekilde fen derslerinde gerçekleşmektedir. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre fen öğretmenleri rehber görevi üstlenmektedir. Dolayısıyla öğretmenler, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde onlarla baş başadır. Öğretmenlerin mesleğe ilişkin deneyimlerinin başta kuramsal olmasına rağmen öğretmen olduktan sonraki ontolojik durumlarını görebilmek için öğretmen adayları ve öğretmenlerin zihinsel süreçleri önem taşımaktadır.

Piaget'e göre gerçeklik, zihnin ve zihnin içerisinde bulunduğu fiziksel dünyanın iş birliğidir ve akıl önce içsel duyuları keşfeder (Piaget, 1963). Öğrencilerin gerçeklik algıları, maddelerin “ne” olma özellikleri, kavramları sınıflandırmaları ontoloji temelinde açıklanmaktadır. Öğrenciler için kavramlar bilimsel gerçeklerden uzak ve kendi algılarına göre naif bir şekilde yapılandırılmışsa ontolojik (varlıklara atfedilen “ne” olma özelliği, varlıkların doğasına ve temel özelliklerine değinen bilim dalı) yanılgılar ortaya çıkabilir. Kavramların gerçeklikten uzak yapılandırılmaları öğrencilerin epistemolojik (bilginin “nasıl elde edildiği ve varlıklar hakkında sahip olduğumuz kavramlaştırma) anlayışlarını etkilemekte ve dolaylı olarak fen bilimlerindeki başarılarını düşürmektedir. Kavramlar madde temelli ve süreç temelli olmak üzere ikiye ayrılırlar (Chi ve Slotta, 1993). Isı, sıcaklık ve iletim süreç temelli kavramlardır ancak öğrenciler ısı kavramını madde kategorisine atfedebilmektedirler (Chi ve Roscoe, 2002). Chi ve Slotta'nın (1993) çalışmasında bahsedildiği üzere kavramlar farklı ontolojik kategorilere ait görülebilir. Örneğin ısı, sıcaklık ve enerji kavramları gerek

günlük yaşamda gerekse bilim ve teknoloji alanında geniş bir uygulama alanına sahip olduğu için fizikte önemli bir konudur. 4-5 yaş arası çocuklar tarafından ısı, çoğunlukla bir madde olarak tanımlanırken 8 yaşından büyük çocuklar tarafından ise dinamik ve sıvı olan bir “madde” (sıvı) olarak tanımlanır. Daha sonraki yaşlarda ısı hakkındaki baskın görüş, vücudumuzun organlarından akan sıvı gibi işlediğidir (Carlton, 2000; Erickson, 1979). Eğitim ortamlarının uygun şekilde düzenlenerek, gerekli farkındalığın oluşturulmadığı durumlarda verilen örneklerde de görüldüğü gibi bu tür yanlışlar bir kartopu gibi büyüyerek yerleşik inanışlara dönüşmektedir. Isı ve sıcaklık kavramlarının her ikisi de ontolojik açıdan süreç kategorisinin alt kategorisi olan olay kategorisinde yer almaktadır (Chi, 2013). Öğrenciler ısı ve sıcaklığı madde kategorisine alarak somut bir varlık olarak algılamaktadırlar. Bu şekilde yapılan yanlış kategorileştirme kavram yanlışına neden olmaktadır (Özalp, 2008). Öğrencilerin kavramsal değişim sürecinde istenilen performansı ortaya koyamamalarının altında yatan temel neden öğrencilerin olgulara ilişkin sahip oldukları ontolojik görüşleridir (Ünal Çoban & Ergin, 2010). Fizikte ısı kavramı öğrenciler için öğrenilmesi zor olan kavramlardan biridir. Çünkü bu kavram genellikle süreç kategorisine ait olan nedensel etkileşimler kategorisinde yer almaktadır (Chi, 2013). Sınıfta ısı kavramı anlatırken öğretmenler ısının bir yerden başka bir yere aktığını ifade ederler. Bilimsel görüşe göre bu bir enerji değişimidir ve süreç kategorisi içerisinde yer almaktadır. Ancak sınıfta ısının akması ifadesinin kullanılması öğrencilerin kavramı yanlış yapılandırmasına neden olabilir. Akma özelliği sıvı haldeki maddelerin özelliğidir. Bundan ötürü öğrenciler süreç kategorisinde yer alan ısı kavramını madde kategorisine yerleştirebilirler. Bu yanlış kategorizasyon sonucunda da ısının madde özelliklerine sahip olduğuyla ilgili kavram yanlışları ortaya çıkar (Johnson ve Southerland, 2000).

Öğrencilere öğretilen kavramların anlamlı ve kalıcı olması için zihinlerindeki çelişkilerin ve tutarsızlıkların ortaya çıkarılması gerekmektedir (Akgün, Gönen & Yılmaz, 2005). Bu nedenle eğitimcilere düşen görevlerden biri de eğitim-öğretim sürecinde, öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarını gidermek için gerekli olan kavramsal değişim yöntemlerini belirlemektir. Ancak kavramsal değişimin gerçekleşmesi için kullanılacak yöntemler öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının özelliklerine göre belirlenmelidir. Aynı kavram hakkında çeşitli kavram yanlışları olabilir. Ancak her öğrencinin kavram yanlışları aynı özelliklerden veya aynı kavram yanlışından kaynaklanmayabilir. Bu nedenle hangi kavram yanlışlarının yanlış ontolojik kategorizasyondan kaynaklandığı tespit edilmelidir. Çünkü birçok kavram yanlışının nedeni, öğrencilerin yaptığı ontolojik

sınıflandırmanın bilimsel olarak doğru olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Öğrencilerin kavram yanılgılarının hangi yanlış ontolojik kategorizasyon sonucunun belirlenebileceği belirlenebilirse öğrenme-öğretme ortamlarında hem öğretmenlere hem de öğrencilere olumlu katkılar sağlanacaktır.

Öğrencilerin bilgileri nasıl yapılandırdığını açıklayabilmek için alanyazında çeşitli teoriler mevcuttur. Ancak ülkemizde ontoloji temelinde yapılmış çalışmalar çok nadir olmakla birlikte çalışma grubu açısından eksik kalmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla öğrencilerle ve öğretmen adayları ile çalışılmış, fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi yapıları hakkında fazla çalışma bulunmamaktadır (Yürük ve arkadaşları, 2017; Apaydın, 2014; Akman, 2013; Şen ve Yılmaz, 2012; Ünal Çoban, 2009; Özdemir, 2007) Bu çalışmada öğretmen, öğretmen adayları ve öğrencilerin bilimsel bilginin ontolojik boyutlarına yönelik görüşleri açığa çıkartılacaktır.

1.2. Amaç ve Önem

Bilim alanında yetkin bireylerin yetiştirilmesi, sorunları tanıyan ve kanıta dayalı sonuçlar üretebilen ve doğal dünyanın açıklanmasına yönelik bilgi varlığına ve metodolojiden yararlanma becerisine sahip bireyler yetiştirmek anlamına gelmektedir (MEB 2018). Bu nedenle güncel fen öğretim programında tüm bireylerin fen okuryazarı olması amaçlanmıştır. Abd-El Khalick, Bell ve Lederman (1998)'e göre bilimsel okuryazarlık, bilimin, kavramların, prensiplerin, teorilerin ve bilim süreçlerinin kavranması ve bilim, teknoloji ve toplum arasındaki karmaşık ilişkilerin kurulması olarak görülmektedir.

Fen kavramaları genellikle öğrencilerin günlük yaşamdaki kavramlarından oluşur. Birbirinden farklı kavramsal yapılar basitçe birbirinden farklı diller anlamına gelir. Dilleri birbirinden farklı kavram yapılarına sahip insanların olayları algılama şekilleri ve ölçüleri de farklı olacaktır. Esas olan olayların gerçeğe uygun yani doğru bir şekilde anlaşılmasıdır (Kocabaş, 2001). Dolayısıyla öğrenciler fen dersinde sınıfa içinde bulundukları kültürel bağlamın ve özellikle de kullanılan dilin etkisi altında, kavramlara dair naif düşünce sistemine sahip olurlar. Bu naif düşünce sistemi bilimsel anlamdan farklılaştığında kavram yanılgısı terimi ortaya çıkmaktadır. Bazı kavramlar örneğin dalgalar, parçacıklar, enerji gibi olguları duyu organlarımızla doğrudan algılayamayız. Onlara zihnimize anlamlar biçeriz. O nedenle bireyin çevresi ile etkileşimleri, bu kavramlara yönelik deneyimleri zihinde oluşacak şemaların şekillenmesi açısından önemlidir.

Glaserfeld (1989, sf. 122); “Bir insanın öznel gerçekliği, eğitim alanındaki araştırmacıların ve bilhassa fen öğretmenlerinin ilgi göstermesi gereken bir yapıdır.” diyerek öznel gerçekliğe vurgu yapmıştır. Bu öznel gerçeklik zemininde, kavramları gerçek varlıklarından farklı olarak zihnimize farklı idealize ettiğimizde kavram yanılgıları ortaya çıkar. Dahlin (2003) çalışmasında algı temelli kavramların zihinde idealize edilmesi nedeniyle, kişinin zihinsel modellerinin günlük yaşamdaki var olan gerçekliğin önüne geçerek ontolojik tersinirliğin ortaya çıktığından bahseder. Ontolojik tersinirlik kavramını ileri sürerek bilimsel teorilerin ve modellerin, olguların 'arkasında' yatan gözlemin gerçekliğinden farklı bir şekilde algılanan görünmez bir dünyaya atıfta bulunur (Dahlin,2003). Bu da doğa biliminin indirgemeci eğilimi ile bağlantılıdır. Başka bir ifade ile olguların 'makro özellikleri' -yardımsız duyularımız tarafından gözlemlenebilen özellikler-mikro seviyedeki fenomenlere (moleküller, atomlar, genler) indirgenir.

Kişilerin gerçeklik algısına sezgisellik büyük bir ölçüde etki etmektedir. Renklerin nasıl oluştuğuna dair iki teori buna örnek verilebilir. Newton’un renk teoremine karşılık Goethe renklerin aydınlık ve karanlıktan oluştuğunu savunan bir düşüncüyü kaleme almıştır. Ancak Newton ve Goethe’nin renk teoremleri karşılaştırıldığında, Newton yaptığı deneyler sayesinde nesnel gerçekliği tarafsız bir şekilde kaydetmiş ve sezgiselliğini geri planda tutmuştur. Goethe ise sezgilerinin kurbanı olarak algılarının üzerinden düşüncesini oluşturmuştur (Zajonc,1998). Newton’un ışık teoremi bilimsel gerçekliğe en yakın tasvir olduğu için günümüze kadar gelmiştir. Renkler, ışık, karanlık gibi kavramlar belirli olguların arkasında yatan gerçekliklerdir (örneğin karanlığın ışığın yokluğu olması, renklerin gözümüze ulaşan farklı dalga boyları olması gibi). Goethe için teori, bize görüldüğü gibi olguların arkasında görünmez bir şeyi temsil etmez, tamamen sezgisel bir yapıdır (Dahlin,2003). Goethe’nin algıları düşünce ve davranışlarına etki ederek onun zihnini bir kalıba sokmuş ve gerçeklikten uzaklaştırmıştır. Fen öğretimindeki amaç, öğrencilere olguları bilimsel olarak öğretmek ise onların zihinlerinde öğretim sonucu oluşan kavramların bilimsel olanla eşdeğer olmasını sağlamaktır.

Isı ve sıcaklık ile ilgili konular ortaokul öğrencilerinin ve hatta ileri düzey öğrencilerin zorlandığı konular arasındadır. Öğrenciler ısı ve sıcaklık hakkında birçok sezgisel fikirlere sahiptirler ve bu fikirleri günlük yaşamlarında kullanırlar (Clark, 2006). Isı sıcaklık ve termodinamik anlayışının anlaşılmasında en az alana özgü ön bilginin etkisi olduğu kadar (Slone, Tredoux ve Bokhorst, 1996) ailesel ve kültürel deneyimler de etkilidir (Hewson ve

Hamlyn, 1984; Jones ve diğeri, 2000; Lubben ve diğeri, 1999). Bu günlük deneyimlerin bilimsel kavramlarla bütünleştirilmesi öğrenciler için önemli zorluklar doğurmaktadır (Harrison, Grayson ve Treagust, 1999; Linn ve Hsi, 2000; Wiser ve Amin, 2001).

Alanyazınında anlamaya dayalı bilgi yapısının nasıl olduğuna dair öne çıkan ve birbirleriyle yarışan iki teori bulunmaktadır. Teoriye Dayalı Anlayış (Knowledge as Theory) (Posner ve diğ., 1982; Carey, 1985; Vosniadou, 1994; Vosniadou ve Ioannides, 1998) ve Parçalara Dayalı Anlayış (Knowledge as Elements) (diSessa, 1993; Minstrell, 1994; Linn, 2004; Clark, 2006) bu iki rekabetçi teorilerdir. Çalışmamızın kavramsal çerçevesini bu iki temel kavramsal değişim teorisi oluşturmaktadır. Isı ve sıcaklık konusu kavramlarının zihinde nasıl yapılandığı ve bu süreçte öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin düşünce yapılarının neler olduğunun belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu tez çalışması ile öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin ısı sıcaklık kavramlarının ontolojik boyutuna ilişkin bilgi yapılarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarına dair ontolojik yanılgılarını saptamanın yanında, geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının, mesleklerinde deneyim sahibi öğretmenlerin ısı ve sıcaklık kavramlarına dair anlama yapılarını ve ontolojik boyutlarını karşılaştırılarak bu zihinsel yapıya neden olan etmenlerin tartışılması amaçlanmaktadır. Elde edilecek sonuçların MEB (2018) Fen Bilimleri öğretim programında belirtilen “bilgi varlığı ve metodolojiden yararlanma” hedefine ulaşmada öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin nezdinde katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

1.3. Problem Cümlesi / Alt Problem Cümleleri

PROBLEM CÜMLESİ

Fen Bilimleri öğrenci (ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin), öğretmen adayları ve öğretmenlerin ısı sıcaklık kavramlarının ontolojik boyutlarına yönelik görüşleri nelerdir?

ALT PROBLEMLER

1- Fen bilimleri (ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin) öğrencilerinin bilimsel bilginin ontolojik boyutlarına yönelik görüşleri nelerdir?

2-Fen bilimleri öğretmen adaylarının ısı sıcaklık kavramlarının ontolojik boyutlarına yönelik görüşleri nelerdir?

3-Fen bilimleri öğretmenlerinin ısı sıcaklık kavramlarının ontolojik boyutlarına yönelik görüşleri nelerdir?

1.4. Sınırlılıklar

İzmir ilindeki ortaokulların 7. Sınıflarında öğrenim görmekte olan öğrencilerle, Buca Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Öğretmen adaylarıyla, İzmir ilindeki okullarda görev almakta olan Fen Bilimleri öğretmenleriyle ve kullanılan veri toplama araçlarıyla sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Anket geliştirme araştırması kapsamında;

Veri grubunun uygulanan veri toplama aracına içtenlikle yanıt verecekleri ve öğrencilerin araştırmanın sonucunu etkileyebilecek herhangi bir etkileşimde bulunmayacakları varsayılmaktadır.

1.6. Tanımlar

Ontoloji: Varoluş, varlık ve gerçeklik gibi kavramları inceleyen felsefenin dalıdır. Varlıkların temel kategorilere nasıl gruplandırıldığı ve bu varlıklardan hangisinin en temel düzeyde var olduğu sorularını inceler. Bir konu alanında çeşitli bilim kavramları arasındaki ilişkileri sınıflandırmak ve özelliklerini açıklamaya yardımcı olmak için tasarlanmış bir organizasyon sistemidir (“Ontology,” t.y., par. 1).

Ontolojik yanılgılar: zihnin derinlere kök salmış ontolojik inançlardan etkilenen bir kavram yanılgısı sınıfıdır (Lucariello, t.y.). Örgün eğitim yetersizliğinde kişinin çevresindeki dünyayı anlamaya çalışırken öznel deneyimlerinden doğan saf veya sağduyulu (aklıselim) inançlardır (Chi,2016).

Ontolojik inanç: Varlığa ilişkin temel kategoriler ve özellikleri hakkındaki inançlar (Lucariello, t.y.).

Bilimsel bilginin ontolojik boyutu: öğrencilerin bilimsel gerçekçilik temelinde bilimsel çalışmaların hangi şartlarda bilimsel varlıkları oluşturduğu, tanımladığı, bunları nasıl gösterdiği vb. konular (Ünal Çoban,2009).

Kavram: zihinde tasarlanmış fikirdir.

Isı: kinetik enerjinin bir ortamdan veya nesneden diğerine veya bir enerji kaynağından bir ortama veya nesneye aktarılmasıdır. Termodinamikte ısı, biri diğerinden daha yüksek sıcaklığa sahip olduğunda iki şey arasında hareket eden enerji anlamına gelir. Ayrıca ısı enerjisi veya termal enerji olarak da adlandırılır.

Sıcaklık: bir sistemin durumunu anlatan bir özelliğidir. Sıcaklık bir sistemin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisiyle ilişkilidir. Sıcaklık arttıkça sistemin taneciklerinin ortalama

kinetik enerjisi de artar, tanecikler daha hızlı hareket eder. Azaldığında taneciklerin ortalama hızı da azalır, daha yavaş hareket ederler.

Fenomenolojik ilkelik (Phenomonological Primitives / P-prim): Genellikle hiçbir açıklamaya ihtiyaç duymadıkları için nispeten ilkel olan, ortak deneyimlerden gelen basit soyutlamalardır (diSessa,1988). Kişi bilimsel olarak temellendirmediği düşünceleri veya kavramları, farklı durumlarda bu bilgi parçacıklarını kullanarak karşılaştığı durumu açıklamaya çalışır (diSessa,1993). P-primler parça nitelikli bilgi yapısı ile ele alınır.

Duyumsanma: duyular yoluyla algılamak.



BÖLÜM II

2. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1.Bilim ve Bilgi

Fen kavramlarının ve bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere kazandırılması fen bilimleri eğitiminin ana temellerinden birisidir. Fen bilimleri dersinin temel taşı olan bilim kavramının, bilim insanları tarafından ortak ve net bir tanımı yapılamamıştır. Bunun nedeni olarak; bilimin sürekli gelişen ve değişen bir dizgesel bilgi olup, durağan olmaması görülebilir. Bilgi, bilen (insan) ile bilinen şey (nesne) arasında kurulan bağ veya bu bilişsel süreç içerisinde ortaya çıkan üründür (akt Çilingir, L.; Mengüşoğlu 1983: 51). Dolayısıyla “biliyorum” ifadesi kullanıldığında insan ile olgu veya obje arasında ortak bir bağ oluşmuş demektir. Kuşkusuz bilgi yalnızca bilgi olarak kalmaz, ona sahip olan insan ve topluma yansiyarak anlam kazanır. Geleneksel bilim anlayışının yerini modern bilim anlayışına bırakması, sistematik deneylerle kazanılmış bilgiler bütünü sayesinde gerçekleşmiştir. Ancak her bilgi günümüze gelene kadar doğru bilgi olarak ulaşamamıştır. Bilimin gelişmesi ile yeni paradigmlar doğmuş ve bilgi birikimimize katkıda bulunmuştur. Geleneksel bilim anlayışından modern bilim anlayışına kadar olan bilim insanlarının gerçeklik süreci gerçeklik ve kavram ilişkisi başlığında incelenecektir.

2.1.1. Gerçeklik ve Kavram İlişkisi

Dünyada meydana gelen olayların anlaşılması ve ifade edilmesi kelimelerle şekillenen kavramsal yapılarla gerçekleşmektedir. Kavram, soyut bir kelimedir ve tanımı değişik şekillerde yapılmıştır. Öner (2008: 22)’e göre bir şeyin zihnimizdeki tasavvurudur. Başka bir tanıma göre “iki veya daha fazla nesne veya olay sınıflandırılabilir ve böylece diğer nesne ve olaylardan bazı özellikleri nedeniyle ayrılabilir ve işte o bir kavramdır” şeklinde ifade edilir. Yaşantı sürecindeki deneyimlerimiz sonucunda iki veya daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre bir arada gruplayıp diğer varlıklardan ayırt ederek zihnimizde bir düşünce birimi olarak depolarız. Bu düşünce birimlerine kavram denir (Ayas,2008). Bu tanımlardan hareketle kavramların, varlıklarla ilgili yaşantılar sonucu insan zihninde şekillendiğini söylemek mümkündür.

Fen bilimlerinin konusu doğada meydana gelen değişimler olduğuna göre bu bilimler gerçekliği en iyi şekilde yansıtmayı hedeflemelidirler. Bilim tarihi boyunca geliştirilen teorilerde kullanılan kavramlar ve bunların meydana getirdiği yapı -örneğin teoremin dili ve

kavramsal yapısı gerçekliği anlamamız için önemlidir. Sokrates, Platon (Eflatun) ve Aristoteles Batı bilim anlayışının dayandığı en önemli üç felsefecidir. Sokrates, felsefe çalışmalarının kavramların açık bir şekilde tarif edilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Sokrates'e göre felsefenin amacı, kavramlarımızın herkes tarafından kabul edilebilir ve doğru tariflerinin yapılmasıdır. Herhangi bir alanda bilgi kazanmamız burada kullanılan kavramların geliştirilmesine bağlıdır (Kocabaş, 2001; Bechtel, 1988). Sokrates çoğunlukla soyut kavramlarla, nesneler üzerinde durmuştur ve onun ardından öğrencileri Platon ve Aristoteles da gerçeklik hakkında düşünmüşlerdir. Platon kavramları kendi başına “var olan” fikirlere (idea) ya da “formlara” benzeterek önemli olanların bunlar olduğunu öne sürmüştür. Aristoteles ise dünyadaki varlıklar üzerine düşünerek bunların form ve maddelerden meydana geldiğini söylemiştir. Aristoteles'in varlık ve doğa anlayışı 17. yy. bilim anlayışının oluşmasında oldukça etkili olmuştur. Pek çok alanda otorite konumuna gelen Aristoteles düşüncesi ve bu düşüncenin doğrudan ya da dolaylı ürünleri olan canlıların sınıflandırılmasından astronomi sistemlerine dek geniş bir yelpazedeki kuramlara karşı aykırı örnekler git gide birikse de yöntem konusundaki kuşku gecikmeli olarak su yüzüne çıkmıştır. Francis Bacon Aristoteles'e, onun eski yöntemlere karşı, yeni bir yöntem, yeni bir bilim ve mantık sistemi oluşturarak Novum Organum isimli kitabı kaleme almıştır. Aristoteles'in Organon (Mantık) eserine karşıt bir biçimde Novum Organum (Yeni Mantık), tümdengelimci skolastik paradigmadan, tümevarımcı bilimsel paradigmaya geçişin öncülüğü başlatmıştır.

Francis Bacon'ın “İdoller Öğretisi” ya da “Putlar Öğretisi”, insanın zihnini kuşatan ve böylece insanın doğayı tam ve doğru biçimde anlamasını ve anlamlandırmasını engelleyen tipik hataları, doğal eğilimleri ve kusurları açıklayan bir felsefi anlayıştır (Zagorin, 2001). Bu putlar insanın zihnini gölgeler ve kişinin doğruya ulaşmasını engeller. Bacon'ın put incelemesi, sistematik çarpıtma ve hatalardan sorumlu olan zihinsel, psikolojik ve sosyal olarak ortaya çıkan eğilimleri ve inançları belirlemek için geniş bir yelpazedir. Dünyayı daha iyi anlayabilmek için bu putların kırılması gereklidir.

Bacon bu putları 4 kategoride incelemiştir; kabile (insanlaştırma analogileri), mağara (bireysel özellikler), çarşı (dil etkisi), tiyatro putları (otorite etkisi). Bacon, tüm bu putlar yıkıldıktan sonra bir yöntem ortaya koyarak doğa bilimleri ve diğer araştırma alanlarında kılavuzluk edecek bilimsel bir yöntem ortaya koymaya çalışmıştır. İnsan, zihnini meşgul eden tüm bu yanılsamalardan ve sınırlamalardan kurtulmalı, doğaya ve dış gerçekliğe ulaşmaya çalışmalıdır. Ancak böylelikle nesnel gerçekliğe ve nesnenin kendi gerçekliğine ulaşılabilir.

Bu putlar öğrencilerin informal ortamdan sınıfa getirdikleri öncü kavram yanlışlarına benzetilebilir. Bu putların aşılabilmesi kavram öğreniminde engel oluşturabilmektedir.

Kant'da Aristoteles gibi felsefe varlık kavramı üzerine çalışmıştır ve varlıkları algılamamızın zihnimizde gelişen kategoriler aracılığıyla olduğunu söylemiştir (Sullivan, 1974). Ona göre kavramların zihnimizde şemalaştırıldığını ve nesneleri bu şemalarla algıladığımızı ifade etmiştir;

“Bir cismi algılayabilmemiz için zihnimizin, şemalaştırılmış kategorileri (kavramları) duyu verilerimize uygulaması gereklidir. Buna göre algıladığımız varlıklar, şemalaştırılmış kategorilerin duyu verilerine uygulanmasının ürünleridir. Bilgimiz bu şekilde zihnimizde oluşturulmuş varlıklarla sınırlıdır.” (Bechtel, 1988'den akt., Kocabaş, 2001 s,14).

Matthews (2017), Kant'ın gerçeği hiçbir zaman tam olarak anlayamayacağımızı ifade ettiğini belirtmiştir. İnsan zihnindeki gerçeklik, oluşan çarpıtılmış kavramlar sadece fen öğretiminde değil insanların tüm yaşamında sorun yaşamasına sebep olabilmektedir. Eğitimcilerin ilgilendiği kavram yanlışları kişinin gerçekliğiyle ilişkilidir. Bir sonraki başlıkta kavram yanlışları tanıtılarak gerçeklik ile ilişkisi tartışılacaktır.

1.1.3.Kavram Yanlışları

Fen bilimleri kavramlarının öğrenciler tarafından nasıl öğrenildiği, fen öğretiminin temel sorunlarından birisidir. Öğretmenler, yoğun çabalarına rağmen öğrencilerin sınıfta anlatılan temel fikirleri anlamadıkları durumlarla çokça karşılaşır.

Öğrencilerin fen derslerinde, kendi düşünme şekillerinde iyi kurulmuş ancak öğretmenlerin ve bilim insanlarının fikirleriyle tutarsız olan belirli fikirleri ve kavramları getirdikleri genel olarak kabul edilmektedir. Fen dersindeki en iyi öğrencilerden bazıları sorulan sorulara doğru cevapları verse de daha derinlemesine sorgulandıklarında doğru ezberlenmiş kelimeleri kullanabilirler ve bu da öğrencilerin temel kavramları tam olarak anlamadıklarını ortaya koymaktadır. Öğrenciler genellikle, bilimsel kavramları tam olarak anlamadan sayısal problemleri veya karşısına çıkan soruları çözmek için bu algoritmaları kullanabilirler. Örneğin küçük yaş grubuna anaokulu eğitimlerinde veya yetişkinler tarafından “Güneş doğar ve batar” ifadesi öğretilir. Bu ifade ile öğrenciler zihinlerinde Dünya etrafında dönen bir Güneş imgesine sahip olurlar ve bu zihinsel bir model olarak çocukların zihninde yer edinir. Yıllar sonra çocuklar formal eğitime geçtiklerinde Dünya'nın döndüğü bilgisi

verilir. Bu öğrenciler için zordur. Çünkü öğrenciler daha sonra, kendi gözlemlerine dayanarak, kendileri için anlamlı olan zihinsel bir imgeyi silmek ve onu sezgisel olarak kabul edilebilir olmayan bir modelle değiştirmek gibi zor bir görevle karşı karşıya kalırlar (Vosniadou, 1994). Dünya etrafında dönen Güneş örneği öğretmenlerin sıklıkla karşılaştığı kavram yanlışlarından birisidir.

Alanyazınında kavram yanlışısının birçok tanımı vardır. Öğrenciler fen sınıflarına girdiklerinde, genellikle doğal dünya hakkında ön bilgi veya anlayışlara sahip olurlar. Bu kavramlar, okuldaki fen deneyimlerini ve anlayışlarını etkileyecektir. Bu ön bilginin bir kısmı daha ileri, resmi eğitim için iyi bir temel sağlarken, diğer kavramlar hali hazırda kabul edilen bilimsel bilgi ile uyumsuz olabilir. Önceki bilginin önemi ve bu bilginin yerine bilimsel olarak sağlam bilgiye dönüşmesine yardım etme mücadelesi, gelişimsel ve öğretim psikolojisi ve fen eğitiminde geniş bir araştırma geleneğini teşvik etmiştir (Tomita, 2008).

Kavram yanlışısı teriminin bilimsel alan yazında yaygın olarak kullanılmasına rağmen, tüm araştırmacılar öğrencilerin önceki bilgilerini kavram yanlışları olarak tanımlamayı kabul etmiyorlar. Kavram yanlışısı teriminin birçok eş anlamlısı vardır.

Başlangıçta kavram yanlışları (Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994) olarak anılan bu kavramlar aynı zamanda saf kavramlar (Champagne ve Klopfer, 1984), bilimsel olmayan inançlar (Lawson ve Weser, 1990), eğitim öncesi inançlar (Chinn ve Brewer, 1993), sezgisel bilgi (Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou ve Papademetriou, 2001), fenomenolojik ilkeler veya p-primler (diSessa, 1993), yönler (Minstrell, 1992) veya alternatif çerçeveler (Driver, 1981) olarak alanyazında geçmektedir. Terminolojiden bağımsız olarak, önemli olan, kabul edilen bilimsel anlayışla uyumsuz olsa da öğrencilerin ön bilgilerinin bir mantık ve nedenselleştirme sistemiyle iç içe olduğunu kabul etmektir (Tomita, 2008).

Smith, diSessa ve Roschelle (1993) uzmanların ve öğrencilerin bilimsel kavramları yorumlamalarının çok farklı düzeylerde olduğundan bahsetmiştir. Dolayısıyla araştırmacılar, kavram yanlışlarının, alternatif inançların ve önyargıların daha ayrıntılı bir tanımını yapmışlardır en yaygın kullanım olan kavram yanlışısı öğrencilerin fikirlerinin yanlış veya hatalı olduğunu vurgularken, alternatif kelimesi daha göreceli bir epistemolojik görüşe dikkat çeker. Öğrencilerin önceki fikirleri her zaman onarım veya değiştirme gerektiren yanlış kavramlar olarak eleştirilmez, ancak uzmanların görüşlerinden tamamen farklı anlayışlar olarak anlaşılır. Öğrencilerin alternatif kavramları, farklı tarihsel dönemlerden bilimsel

teorilere paralel bir şekilde uzman kavramlarıyla karşılaştırılmaz. Önyargılar ve naif inançların, uzman kavramların öğrenilmesinde geçerlilikleri veya yararlılıkları hakkında net bir gösterge olmamasına karşın, öğretim öncesi öğrencilerin ilgili konularda fikir sahibi olduğu ve bunların öğrenme üzerindeki önemi net bir şekilde görülmektedir. Ancak bu ifadeyi kullanan araştırmacılar bu terimin olumsuz yanlarına odaklanmakta ve bu terimin epistemolojik boyut farklılıklarını göz ardı etmektedirler. Öğrencilerin kavramlarının içeriği, uzman kavramlarının içeriğinden farklı olarak değerlendirilmelidir.

1993'te Smith ve arkadaşları, kavram yanılgısı araştırmalarında yaygın olarak yer verilen yedi iddiaya yönelik yorumlamada bulunmuşlardır:

1. *Öğrencilerin kavram yanılgıları vardır:* Sınıfa geldiklerinde halihazırda bulunan bazı anlayışlara sahiptirler. Öğretilmek istenen olgu veya kavramlara ait görüşleri mevcut olabilir ve bu görüşler bilimsel olanlarla uyuşmayabilir.

2. *Kavram yanılgıları ön öğrenmeden kaynaklanır:* Öğrencilerin, kavram yanılgılarının ya sınıfta ya da sosyal dünyayla olan etkileşimlerinden getirdikleri ön öğrenmelerinden kaynaklandığı düşüncesi oldukça yaygındır. Örneğin, "hareket bir kuvvet anlamına gelir" yanılgısının kökeni, nesneleri itme ve çekmeyle ilgili basit algısal-motor deneyimlere dayanır.

3. *Kavram yanılgıları kalıcı olabilir ve öğrenciler arasında yaygın olabilir, güçlü bir şekilde tutulabilir ve değişime karşı dirençli olabilir:* En zor olanlarından birisi, öğrencilerin kavram yanılgılarını değiştirmek için bir öğretim almalarına rağmen inatla onları devam ettirmeleridir. Böyle zamanlarda bu, verilen öğretimin yanlış olduğu anlamına gelmez. Öğrencinin zihnine önceki kavram yanılgısı ile yarışan doğru kavram aktarılabilir.

4. *Kavram yanılgıları öğrenmeye müdahale eder:* Smith ve ark, Clement (1982) ve Resnick (1983)'in çalışmalarına atıfta bulunarak "Fizik alanındaki araştırmacılar, kavram yanılgılarının öğrencilerin laboratuvar olaylarını ve sınıf gösterilerini yanlış algılamasına neden olduğunu bildirdiler" (Smith, 1993, s.121).

5. *Kavram yanılgıları değiştirilmelidir:* Bu değişim genellikle yerine geçme olarak tanımlanır: Daha bilimsel olarak doğru fikirler geliştirilmeli ve mevcut kavram yanılgılarının yerini almalıdır. Öğrenme hem bilimsel kavramların kazanılması hem de kavram yanılgısının giderilmesi içindir. Araştırmacılar tarafından kavram yanılgılarının ortadan kaldırılmasının olumsuz sonuçlara yol açmadığı, çünkü bunların uzmanlıkta üretken bir rol oynamadığı varsayımı, değiştirme görüşünün altında yatmaktadır.

6. *Öğretim yanlışlarıyla çatışmalıdır:* "Yüzleşme, sınıfta dışsal, sosyal bir etkileşim olarak başlar, ancak yüzleşmenin başarılı olması için, kavram yanlışlığı ve bilimsel kavram arasındaki rekabet öğrenciler tarafından içselleştirilmelidir. Yüzleşme ve değiştirme bu nedenle ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Başarılı bir öğretimsel yüzleşme, değiştirme yoluyla öğrenmeye götürür" (s.122).

7. *Çalışma kavram yanlışlarını tanımlamalıdır:* Matematik ve fen öğretimindeki çalışmaların ana hedefi mümkün olan tüm konulardaki kavram yanlışlarını belirlemektir.

2.1.2. Kavram Yanlışlığı Çeşitleri

Kavram yanlışlığı 5 ana başlık altında incelenebilir (Committe on Undergraduate Science Education, 1997):

1. *Önyargı kavramları:* Kökenleri günlük hayata dayanan kavramlardır. Örneğin, birçok insan yeraltından akan suyun derelerde akması gerektiğine inanır, çünkü yeryüzünde gördükleri su akarsularda akar. Önyargılı kavramlar, diğerlerinin yanı sıra öğrencilerin ısı, enerji ve yerçekimi hakkındaki düşüncelerden en fazla zorluk çektiği konulardır (Brown ve Clement, 1991)

2. *Bilimsel olmayan inançlar:* Dini veya batıl öğretiler gibi bilimsel eğitim dışındaki kaynaklardan öğrenciler tarafından öğrenilen görüşlerdir. Örneğin bazı öğrenciler Dünya'nın oluşumu veya yaşam formları hakkındaki görüşlerini dini eğitim yoluyla edinmişlerdir. Nazar, yaratılış teorisi vb.

3. *Kavramsal yanlış anlamalar:* Bu yanlışlar, öğrencilere kendi önyargılı kavramlarından ve bilimsel olmayan inançlarından kaynaklanan paradokslar ve çatışmalarla yüzleşmeye neden olmayacak şekilde bilimsel bilgi öğretildiğinde ortaya çıkar. Öğrenciler sağlam bir öğretim için yanlışlarıyla yüzleştirilmeli ve kendi fikirlerinden şüphe duyarak yeni bilgiye açık olmalıdırlar.

4. *Anadilden kaynaklanan kavram yanlışlığı:* Dil zihnin aynasıdır. Bu kavram yanlışlığı günlük kullanımdaki bir kelimenin bilimsel bağlamda başka bir ifade içermesi ile oluşabilir. Buna en güzel örnek çay içinde "eriyen" küp şekerdir. Çözünme olayı olurken maddenin gözden kaybolması eriyip sıvıya karışması kafa karışıklığına sebep olabilir. Isı dışarı kaçıyor, soğuk içeri giriyor, buzullar geri çekiliyor örnekleri dil kullanım hatasına örnek olarak verilebilir.

5. *Olguusal kavram yanlışlığı:* Genellikle erken yaşta öğrenilen ve yetişkinliğe kadar tartışılmadan yerini korumuş inançlardır. Örneğin "aynı yere iki kere yıldırım düşmez" ifadesi size şu an saçma gelebilir ancak bu düşünce inanç sistemimizde bir yerlerde gömülü olabilir.

Her ne kadar anadil ve olgusal kavram yanlışları genellikle öğrencilerin kendileri tarafından bile kolayca düzeltilse de bir öğretmenin, öğrencinin önyargılı kavramları ve köklü bilimsel olmayan inançları göz ardı etmek ilerleyen öğretimler için büyük bir engel oluşturacaktır. Carey (2000), öğrencilerin sınıfa gelirken varlıkların “ne” olduklarını bilerek veya “neye benzediklerine” dair bilgilerle gelmelerinin öğrenmelerinin önündeki en büyük engel olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler bilimsel topluluk tarafından doğru olduğu kabul edilen kavramları benimsemeden önce, kendi inançlarıyla ilgili zorluklar ve sınırlılıklarla yüzleşmeli, ardından sunulan bilimsel modeli anlamak için gerekli bilgiyi yeniden oluşturmaya çalışmalıdır. Bu süreçte öğretmene düşen görevler şunlardır:

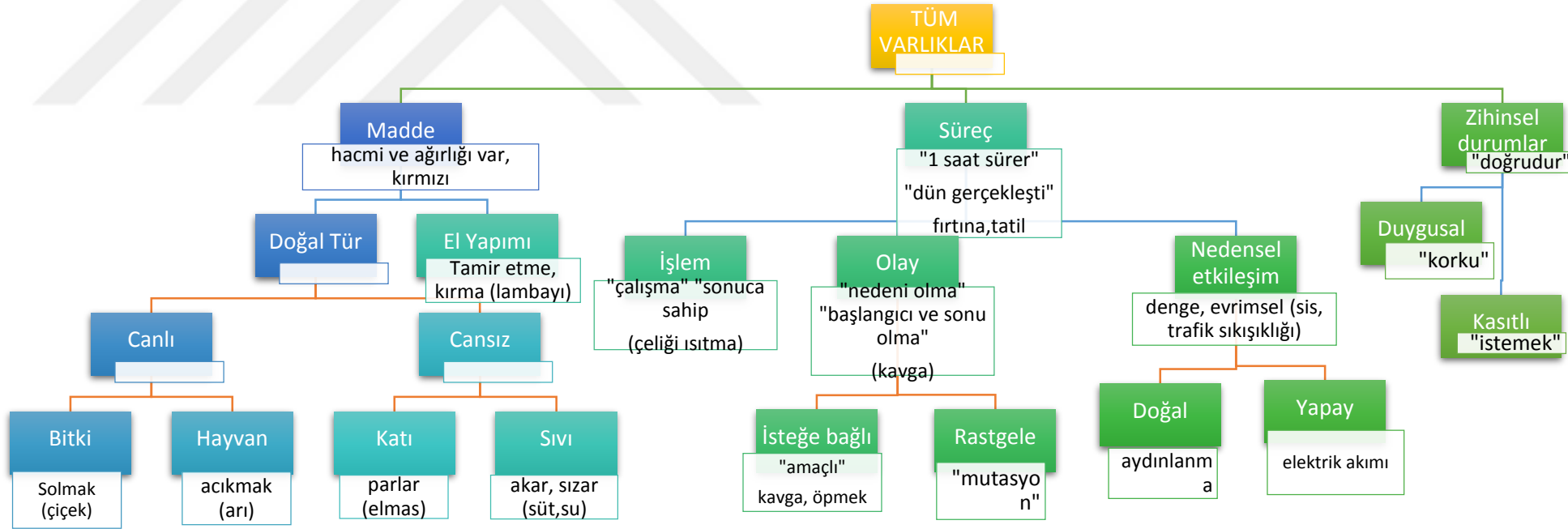
- Öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek.
- Öğrencilerin kavram yanlışlarıyla yüzleşmeleri için bir ortam sağlamak.
- Öğrencilerin bilgilerini bilimsel modellere dayalı olarak yeniden yapılandırmalarına ve içselleştirmelerine yardımcı olmak.

2.1.3.Kavram Yanlışları ve Ontoloji

Kavram yanlışları için genel olarak tanıma baktığımızda genel olarak kabul edilmiş bilimsel bilgilerle çelişen inançlardır (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Saf (toy) bilim, kişisel epistemoloji, halk bilgisi veya alternatif kavramlar olarak alanyazınında çeşitleri mevcuttur. Ontolojik bilginin doğası, psikoloji alanyazınında öncelikle Keil’in (1979) dikkatini çekmiştir. Ontoloji, bilgimizi kavramsal olarak farklı kategorilere ayırır, ancak ayırım kolayca anlaşılabilir da tanımlanması biraz zor olur.

Slotta ve Chi (1993) epistemolojik, psikolojik ve metafizik olmak üzere kavramları 3 varsayımda incelemişlerdir. Temel olarak bu varsayımların ontolojik kategorilere ayrıldığını ifade etmişlerdir. Epistemolojik varsayıma göre tüm varlıklar madde, süreç ve zihinsel durum olarak üç kategoriden birine aittir (Şekil 1). Metafizik varsayıma göre pek çok bilimsel kavram, süreç kategorisinin alt kategorisi olarak yer alan belli kurallara dayalı etkileşimler kategorisindedir. Psikolojik varsayımda ise alternatif kavramların çoğunun tüm varlıkların ve özelliklerinin madde kategorisinde görülmesinden kaynaklandığı yer almaktadır.

Şekil 1. Chi ve Slotta' ya (1993) göre ontolojik kategoriler



Madde kategorisindeki varlıklar kütleye ve hacme sahip olma, renkli olma gibi ontolojik özelliklere sahiplerdir. Süreç kategorisinde yer alan varlıklar için fiziksel bir özellik tanımlanamaz. Örnek vermek gerekirse süreç kategorisinde yer alan uyuma, yürüme gibi kavramların; kütle, hacim, renk gibi özelliklere sahip olması beklenemez. Süreç kategorisinin bir alt kategorisi olan olay kategorisi de içerisinde bulunan üyelerin sahip olduğu, başlangıcı ve sonu bir kendilerine ait bir zaman diliminde ait olma gibi ontolojik özelliklere sahiptir (Chi, 1992). Nedensel etkileşimler kategorisi kavram yanlışlığının en fazla görüldüğü kategoridir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu enerji, kuvvet, elektrik, ısı, ışık gibi fiziksel süreçlere madde özellikleri yüklemekte ve böylelikle ontolojik olarak yanlış sınıflandırmaktadırlar (Ünal Çoban, 2009). Olay kategorisindeki kavramların bir nedeni olmasına rağmen nedensel etkileşimler kategorisindeki kavramların bir nedeni yoktur (Chi ve Slotta, 1993). Nedensel etkileşimler kategorisinde yer alan ısı, ışık, kimyasal bağ, kuvvet ve akım gibi kavramların bir başlangıcı ve sonu yoktur.

Chi' ye (2013) göre kavramsal öğrenme iki koşulda gerçekleşebilir. İlk durumda, bir öğrenci bir kavram hakkında doğru bir ön bilgiye sahip olabilir, ancak öğrenilecek kavramın tamamı hakkındaki anlayışı eksiktir. Bu durumda öğrenme, doğru bilgi ile öğrencinin anlayışlarındaki boşlukları doldurma sürecidir. İkinci durumda, bir öğrenci öğrenilecek kavramla çelişen ön bilgiye sahiptir. Bu durumda öğrenme, öğrenilecek kavramla tutarlı olan fikirlerle yanlış ön bilgileri değerlendirme, gözden geçirme ve değiştirme sürecidir. Bu ikinci durumda, yanlış ön bilgi bir kavram yanlışlığıdır. Eğitimciler kavram yanlışlıklarını düzeltmek için sınıfa herhangi bir öğretim stratejisi sunmadan önce, bunların nasıl ortaya çıktığını düşünmek ve kavram yanlışlıklarının doğasını belirlemek önemlidir.

Kavram yanlışlarının iki şekilde ortaya çıktığı düşünülmektedir; öğreniyeye dayalı kavram yanlışları ve ontolojik kavram yanlışları. Öğreniyeye dayalı kavram yanlışları, günlük yaşamdaki etkileşim sonucu geliştirilen yanlış bilgilerle alakalı inançlardır. Bu inançlar, bir bireyin haberlerde, sosyal medyada, arkadaşlarından veya ailesinden ve hatta sınıfta karşılaştığı yanlış bilgilere dayanabilir. Örneğin “insanlar beyinlerinin sadece %10’unu kullanırlar” ifadesi herhangi bir deneysel bir temeli olmayan nispeten yanlış bir kanıdır ve Limitless (2011), Lucy (2014) gibi filmlerde konusu geçmiş olup konu üzerine saygın makalelerde bile atıfta bulunulmuştur (Hughes, S. ve ark, 2013).

Ontolojik yanlışlar ise tamamen kişisel deneyim yoluyla geliştirilir. Ontolojik yanlışlar genellikle örgün eğitim yokluğunda kişinin çevresindeki dünyayı anlamaya çalışırken öznel deneyimlerinden doğan saf veya sağduyulu (aklıselim) inançlardır (Chi, 2016).

Ontolojik yanlışlar kişisel deneyimlerden kaynaklı sebeplere dayandığından her birey için farklıdır. Örneğin Güneş'in her gün gökyüzünden geçişi kişiye Güneş'in Dünya etrafında dolandığını düşündürür. Bu tür kavram yanlışları kişinin belli bir düşünce modeline (örneğin yer merkezli evren (jeosantrik) modeli) sahip olduğunu gösterebilir (daha fazla örnek için (bkz: Bölüm 2.2.4.Tarihten örnekler)).

Bazı kavram yanlışları düzeltilmeye diğerlerinden daha fazla dirençlidir. Chi (2016), kavram yanlışlarının, varlıkların genellikle birbirinden farklı iki kategorinin birbirine girmesinden kaynaklandığını ifade etmektedir. Kavram yanlışları “hatadan kaynaklanan” (inaccurate) veya “karşılaştırılabilir olmayan” (incommensurate) olabilir. Eğer yanlış hatadan kaynaklanıyor ise kabul edilmiş bilimsel duruma kıyasla yanlıştır, ancak aynı boyut veya ‘niteliktedir’. Eğer kavram yanlışlığı, karşılaştırılmaz boyutlardan kaynaklanan bir yanlış ise bilgi farklı, hatalı “boyut” ya da niteliktedir. Örneğin bir hamsinin balina ile aynı boyutta olduğunu söylemek doğru değildir ama en azından aynı sınıfa aittir (Şekil 2).

<i>Büyüklik karşılaştırılmıştır ama sonuç yanlıştır</i>	
Balina ve hamsi aynı boyuttadır	—————→ Hatadan kaynaklanan kavram yanlışlığı (Inaccurate)
<i>Memeli ve balık üyesi aynı kategoriye konmuştur</i>	
Balina, hamsi gibi bir balıktır	—————→ Karşılaştırılmaz boyutlardan kaynaklanan kavram yanlışlığı (incommensurate)

Şekil 2. Hatadan kaynaklanan ve karşılaştırılabilir olmayan boyutlardan kaynaklanan kavram yanlışlığı.

Chi (2016), bu iki geniş yanlış kategorisini dört alt türe ayırır. Yanlış inançları ve kusurlu zihinsel modelleri yanlış kavramsallaştırma türleri olarak tanımlarken, hataları ve eksik şemaları da karşılaştırılabilir olmayan yanlış türleri olarak tanımlar.

HATADAN KAYNAKLANAN KAVRAM YANILGILARI

1. Yanlış inançlar

Genellikle tek bir cümle ile kalıplaşmış inançlardır. Yanlış oldukları için hatalıdır, ancak yine de aynı ‘boyuttadırlar’ veya kabul edilen inançla aynı niteliğe atıfta bulunurlar

Balınanın hamsiyle aynı büyüklükte olması, yanlış inancın bir örneğidir. Veya başka bir örnek olarak biyolojinin solunum konusunu işlerken öğrenciler bazen kalbin alyuvarları tekrar oksijenlendirmekten sorumlu olduğunu düşünürler. Gerçekte ise bu görevi akciğer üstlenmekte ve son adım olarak kalbe temiz kan gelmektedir. Dolayısıyla yanlış organından bahsedildiği için bu tamamen yanlıştır.

2. Kusurlu zihinsel modeller

Zihinsel bir model, bir kavramın veya kavramlar sisteminin içsel bir temsilini oluşturan çeşitli, tutarlı bireysel inançlardan oluşur. Kişi zihinsel modellerini, eylemler, ilişkiler veya sonuçlar hakkında tahminde bulunmak için bir simülasyon gibi kullanabilir. Örneğin güneş sistemi zihinsel bir modeldir. Bu modeli kullanarak gezegenlerin güneşle nasıl ilişkili olduğuna ve dünyanın özellikleri hakkında yorumlar yapabiliyoruz. Kusurlu zihinsel modeller hatalıdır çünkü modelin yanlış varsayımları, bilimsel olarak doğru modelin varsayımlarıyla çelişir. Bu modeller kendi içlerinde tutarlıdır. Örneğin antik yunandaki yer merkezli evren modeli (jeosantrik model) kendi içerisinde Güneş'in hareketini açıklayabilmektedir ama bilimsel olarak yanlıştır.

KARŞILAŞTIRILABİLİR OLMAYAN BOYUTLARDAN KAYNAKLANAN KAVRAM YANILGILARI

1. Kategori hataları

Çevremizdeki dünyayı organize etmemiz ve tanımlamamız sınıflandırma yaparak gerçekleşir. Her kategorinin kendine has kuralları ve özellikleri vardır. Örneğin sürüngenler kategorisine yerleştirilen herhangi bir canlının derisinin pullu olması, soğukkanlı olması ve yumurtayla çoğalması gibi özellikleri olduğu söylenebilir. Bu özellikler sıcakkanlı, vücudu kıllarla kaplı ve doğum yapan “memeliler” kategorisinden tamamen farklıdır. Bununla birlikte “sürüngenler” ve “memeliler” kategorileri “canlılar” kategorisinin altında olup “eşyalar” kategorisinden tamamen farklıdır. Çünkü canlılar kategorisi hareket edebilme, solunum yapabilme, tepki verme ve çoğalabilme özelliklerine sahipken “eşyalar” kategorisi bu özelliklere sahip değildir. Kategori hatası, bir kavram yanlış kategoriye yerleştirildiğinde ortaya çıkar ve o kategorinin özelliklerini alır. Örneğin bir balınayı balık olarak düşünmek yaygın bir kategori hatasıdır.

2. Eksik şema

Kategori hataları, öğrenci kategori hakkında doğru bilgi sahibi ancak kavramı yanlış kategorilendirmişse ortaya çıkar. Ancak öğrenci mevcut kategoriye ve onun özelliklerini bile anlamamışsa eksik şema nedeniyle yanlış kategorize etme gerçekleşir. Eksik şemaların neden olduğu kavram yanılgıları inatçı ve düzeltilmesi zordur çünkü yalnızca kavram yanılgısının yanlış kategorideki bir fikir veya kavramdan kaynaklandığının saptanması ve aynı zamanda öğrenciye doğru kategoriye ve özelliklerini aşlamak gerekir.



Şekil 3. Chi (2016)'ye göre dört tip kavram yanılgısı.

Yanlış anlamamanın türü, onu düzeltmek için en iyi yaklaşımı belirlemek için kullanılabilir. Yanlış inançları düzeltmek, hatalı bilgiyi çürütmek kadar basit olabilir; örneğin bir öğrenciye bir balinanın hamsiden çok daha büyük olduğunu söylemek yanlış inancı düzeltebilir. Bununla birlikte, bir öğrenciye balinanın balık değil de memeli olduğunu söylemek gibi basit bir çürütme, öğrencinin 'memeli' kategorisine ve onu tanımlayan özelliklere aşina olmasına bağlıdır. Kategoriye aşina iseler, sadece bir kategori hatası yapıldığını tanımlamak ve belki de bir balinanın solungaçlardan değil de bir hava deliğinden nefes aldığını belirtmek, öğrencinin kategorilerini yeniden düzenlemesi için yeterli olabilir. Bununla birlikte, öğrencinin bir memelinin özelliklerini bilmemesinden dolayı eksik bir şeması varsa, onlara bir balinanın aslında bir memeli olduğunu söylemenin anlamlı bir kavramsal değişikliğe yol açma olasılığı düşüktür.

Fen eğitimcileri ve bilişsel bilimciler insanların bilimi nasıl öğrendiklerini ve bu bilgileri günlük hayatlarında nasıl kurguladıklarını araştırır. “Öğrenme nasıl gerçekleşir ve bu süreçte zihinde neler olmaktadır?” sorusu fen öğretiminde etkin açıklama araçlarından kavramsal değişim ve bilgi yapısı teorilerine yönelik araştırmaları tetiklemiştir. (Greca ve Moreira, 2000; Limon ve Mason, 2002, Özdemir ve Clark, 2007; Vosniadou, Ioannides, Dimitrakopoulou ve Papademetriou, 2001; Vosniadou, 2002; Vosniadou, Baltas ve Vamvakoussi, 2007).

2.2.Bilimin Doğası ve Felsefi Bakış Açıları

İnsanoğlu çevresindeki olup biten olaylara, olgulara “neden, nasıl, niçin” sorularını sorarak ve kişisel düşünce dünyasını, gözlemleri ile birleştirerek bir sonuca ulaşmaya çalışır. Bilimin asıl amacı fiziksel dünya hakkında bilgi edinmektir. Öğrencilere fen bilimleri dersinde bireylere yaşamı bilimsel doğrularla anlama, kavrama anlayışının kazandırılmaya çalışıyoruz. Bilimin en basit ve en kapsamlı bir şekilde tanımlamaya çalıştığı dünyada, altta yatan bir düzen vardır. Bilimin durağan ve sabit bir yapıdan oluşmadığına tüm araştırmacılar katılmaktadır. İnanç ve yöntemlerdeki zamana yayılmış köklü değişimler nedeniyle bilim dinamik, değişken ve deneyseldir ve gelişimi hala da devam etmektedir. Mevcut bilimsel bilgiyi eksiksiz ve nihai olarak kabul edemeyiz. Okul ders kitaplarında anlatıldığı gibi tek bir bilimsel yöntem yoktur. Bilimsel bilginin üretimi teorik sözlere ve tarihsel ve sosyal faktörlere bağlıdır.

Bilimsel kuramların doğruluğu bilim insanlarından bağımsız olarak var olan dünya özellikleri tarafından belirlenir. Bu ayrılık bilimsel teorilerin ve iddiaların doğruluğunu ve yanlışlığını belirleme kriterleriyle ilgilidir. Gidding “bir gözlemcinin varlığından bağımsız nesnel, dışsal bir dünya vardır” cümlesiyle filozofların ontolojik teoride gerçeklik (realizm) dediği olguyu ifade etmiştir (Eflin,1998; Alters, 1997, s.40). Realistlere göre, bir teori veya hipotezin doğru olup olmadığı dünyanın gerçekte nasıl olduğu konusu için önemlidir. Doğa, bilim insanının değil, bilimsel gerçeklerin (doğrunun) hükmüdür. Cleminson, “Bilim insanının ayrı oldukları bir dünyayı değil, parçası oldukları bir dünyayı incelediklerini” iddia etmiştir (Eflin,1998; akt Alters, 1997, s. 41). Bu ilke, doğanın kısmen veya tamamen bilim insanlarının bilişsel, teorik veya sosyal özellikleri tarafından belirlendiği anlamına gelebilir. Ryan ve Aikenhead ise savundukları “Kendi kendini tayin eden uzmanlar arasındaki fikir birliği, bilimsel bilginin temelidir” bu ilke ile anti realist olarak konumlanmaktadır (Eflin,1998; akt Alters, 1997, s. 41). Sosyal yapılandırımcılık olarak bilinen bilim çalışmalarında hareketin temsilcisi olan bu ifade, doğayı bilim insanlarıyla bilimsel inançların hakemi olarak değiştirir.

2.2.1.Antirealizme Karşı Realizm

Yapılandırımcılık, bilimin olayları ve olguları açıklamak için bilimsel kuramlarda varsayılan kuramsal varlıkların gerçekliği ve biline bilirliliği konusunda realistler (gerçekçiler) ve anti realistler (gerçekçilik-karşıtları) arasındaki fikir tartışmalarına neden olmuştur. Bu fikir ayrılığı bilim insanları, araştırmacılar ve öğretmenler arasında özellikle manyetik alan, elektron, kütle çekim kuvveti gibi teorik, gözlemlenemeyen kuramsal yapılar ve varlıklar hakkında gerçekleşmektedir.

Realist görüş, dünyanın ve dünyaya dair bilgimizin iki ayrı şey olduğunu söyler; bir şeyi nasıl öğrendiğimiz ile o şeyin kendisi aynı değildir. Algılar her şeyin ölçütü değildir. Realizm, teorik olarak ortaya konmuş varlıkların (ör; kuarklar, ekonomiler veya biyolojideki türler gibi) nesnel olarak var olup olmadığını ve bunları açıklayan teorilere veya yasalara göre davranıp davranmadığına dair metafiziksel soruyla ilgilenir. Bu alanlardaki bir realist, çoğu zaman bu varlıklar hakkındaki teorilerin başarılı olamayacağı gerekçesiyle bu tür varlıkların var olduğuna inanmaktadır. Van Fraassen (1980) aşağıdaki ifadesiyle realizmin güzel bir özetini anlatır:

“Bilim, kendi kuramlarında bize, dünyanın nasıl olduğuna ilişkin harfi harfine doğru bir öykü sunmayı hedefler ve bir bilimsel kuramın kabul edilmesi, o kuramın doğru olduğu inancını içerir (Van Fraassen 1980, s8)

İdealistler veya anti realistler, bunun yerine ya bu tür varlıkların var olmadığına ya da teorilerin başarısının var olduklarını güvenilir bir şekilde kanıtlamadığına inanırlar. Teorileri ve teorik varlıkları, dünyayı anlamamıza ve manipüle etmemize yardımcı olan araçlar olarak görürler (Eflin, 1998). İdealizmde, kişinin dışında hiçbir şeyin gerçek olmadığı ileri sürülür ve buna göre dış dünya bir yanılsamadır. Realizmde ise yapılandırmacıların hep söylediği gibi “nesnel bir gerçekliğin” var olduğu ama bizim buna erişimimizin olmadığı ve hatta duyularla algılanan dünyanın bile (hayvanlar, bitkiler, nesneler) daima bilgimizin dışında kaldığı ileri sürülür.

Summer (2017), Felsefede “Wittgensteinvari” bir gerçekçi görüş ailesinin varlığına değinerek, bu görüşlerin ortak özelliklerini şu şekilde sıralar:

- Dünyanın gerçekliğine ve bağımsızlığına *ontolojik* bir adanmışlık vardır. Bu ontolojik adanmışlık gözlemlenemeyen şeyler dâhil dış varlıklar ve olaylar, kişiden bağımsız olarak vardır.
- Bilimsel iddialar ile dış varlıklar ve olaylar arasındaki bağlantıyı kullanarak, bilim, dünya hakkındaki iddialarda bulunan *anlambilimsel* (semantik) adanmışlık vardır.
- Bilim, hem gözlenen he de gözlenmeyen dünyadaki varlıklar ve süreçler hakkında hakikati gösteren iddialarda bulunan *epistemolojik* adanmışlık vardır. Gözlemlenen dünya, sıradan görüşün ortaya çıkardığı gündelik dünya iken (balonlar, kuşlar, kalemler vb.) gözlemlenmeyen dünya ağıtlar ve çıkarımlarla işaret edilen dünyadır (moleküller, atomlar, elektronlar vb.)

- Bilimin hedefi ve amacı, dünya hakkında doğru olan ifadeler ve kuramlar oluşturan *aksiyolojik* (değer öğretisi) adanmışlık vardır. Fayda veya ekonomik kazanç gibi başka amaçlar ikincildir ya da doğruculuğun yan ürünüdür.

Her ne kadar bu adanmışlıklar ayrı ayrı listelenmiş olsa da birbirleriyle bağlantılıdır. Bir varlık hakkında gerçekçi ontolojik iddia, bunun niteliklerine dair epistemolojik iddiayla bağlantılı olmalıdır. Çünkü gerçekçi ontolojik iddia, epistemolojik iddia olmaksızın ayakta duramaz (Matthews, 2015).

Teorilerin en önemli özelliklerinden birisi de araştırılan konu ile ilgili bilim insanları arasında iletişimi sağlayan bir üst dil olmasıdır (Kocabaş,2001). Fiziğin teorik çerçevesinde yinelenen bir başka tartışma konusu, elektromanyetik olayları yorumlamak için Newton ve Maxwell modelinin kullanılmasıdır. Newton ve Maxwell modellerinin, yükler arasındaki etkileşimleri yorumlamak için kullanıldığında, farklı bir ontolojik ve epistemolojik statüye ait olduğu, ancak birbirlerine zıt olmadığı dikkat edilmelidir. Bu, bilimsel topluluğun her ikisini de varsaydığı anlamına gelir, ancak bunlardan birinin daha yüksek kavramsal seviyesi ve gücü kabul edilir. Maxwell' in çerçevesinin kavramsal olarak daha üstün olduğu ve daha açıklayıcı bir güce sahip olduğu söylenmektedir. Yine de alan teorisini inşa etmek, eski çerçevenin önceden edinilmesini (yani, Coulomb'un elektrik yükü ve kuvvetinin ön koşullarını bilmeden elektrik alanını tanıtmak mümkün değildir) ve teorik yetersizliklerinin kabul edilmesini gerektirir (Berkson 1974).

19. yüzyılın başında ortaya çıkan yeni model, yüklü cisimler arasında anında işleyen "uzaktan hareket" kuvvetlerini ortaya koyması anlamında Newton'un fiziğiyle uyumludur. Etkileşimler, Coulomb yasası ile hesaplanabilen merkezi kuvvetlerdir. Yükün korunmasına ilişkin yasa ve Coulomb'un yüklü cisimlerin çekimine ilişkin yasasıyla, elektrik "modern bilim" düzeyine yükseltilmiştir. Sonuç olarak, Faraday elektrik teorisini saha çizgileri kavramını kullanarak daha karmaşık ve verimli açıklamalara yönlendirene kadar, "uzaktan eylem" teorilerinin neredeyse tek ilgi odağı haline gelmesidir (Whittaker 1987). 19. yüzyılda, farklı keşifler, elektromanyetik olayları yorumlayan Coulomb modelinin yeniden düşünülmesi gerektiğini göstermiştir. Oersted deneysel olarak, Wise mesafesindeki tüm eylemler için merkezi kuvvetler kavramının tersine, bir elektrik akımı ile bir pusula arasında "enine eylemlerin" var olduğunu göstermiştir.

2.2.2.Yapılandırmacı Ontoloji ve Sorunları

Yapılandırmacılar çoğunlukla idealist bir ontoloji ya da bilimsel ve gündelik nesnelerin varoluşsal statüsü hakkında idealist bir kuram benimserler; yani, çeşitli şekillerde dünyanın insan düşüncesi tarafından yaratıldığını ve insan düşüncesine bağlı olduğunu savunurlar (Eflin, 1998). Çeşitli bilim sosyologları Kuhn’dan esinlenerek, farklı gözlemcilerin “farklı dünyalarda yaşadığını” ve o dünyaları yarattıklarını ifade etmişlerdir. Farklı gözlemcilerin farklı deneyimleri olmasının yanında, içinde yaşadıkları dünyanın gözlemciden gözlemciye değişmesi büyük bir muğlaklık yaratmaktadır. İçinde yaşadığımız dünyanın gözlemcilere göre değişmesi bir gerçek değildir, tıpkı bu çeşitli dünyaların gözlemciler tarafından yaratıldığını söyleyen daha ileri iddialar gibi tartışmayı gerektirir. Önemli bir sosyal yapılandırmacı olan Kenneth Gergen’e göre “Dünya’nın yapılandırıldığı ve yapılandırılabilceği çok çeşitli yollar vardır” (Matthews, 2017; Gergen, 1994, s.82).

2.2.3.1.Eğitsel İdealizm

Ernst von Glasersfeld radikal yapılandırmacılığı şöyle açıklamıştır:

“Realist, kendi yapılandırmalarının, bağımsız bir şekilde var olan yapıların kopyası ya da yansıması olduğuna inanırken, yapılandırmacı deneyimleyen kişinin tüm yapıları yaratan olduğunun farkındadır... yapılandırmacıya göre, bilen kişinin kendisinin deneyim parçacıklarını koordine ederek oluşturduğu yapılardan başka yapı yoktur.” (Von Glasersfeld 1987, s. 104)

Fen eğitimcisi Staver’e göre (1998), yapılandırmacılara göre, gözlemler, olaylar, nesneler, veriler, yasalar ve kuramların gözlemciden bağımsız olmadığını savunduklarını doğal olguların yasalara uyan doğasının, betimlenen doğanın değil, doğayı betimleyen bizlerin özelliği olduğunu açıklayarak ontolojik idealist görüşü ifade etmiştir. Bu hatalı bir görüştür çünkü gözlemler ve teoriler açıkça bize bağlı, ama ne gözlemlenen nesneler ne de nesnelerin yapıları bize bağlıdır. Bir bilim insanının “gözlemleri” “olaylarla” ve “nesnelerle” aynı kefeyle koyması felsefi olarak yanlıştır. Realistlerin ve her bilim insanının gözünde, bu sınıflar arasında kategorik farklar vardır.

Driver’e göre (1988), herkese açık bilgi olarak bilimin, bir “keşiften” daha çok dikkatlice kontrol edilmiş bir “yapılandırma” olduğunu ve bilim insanlarının kuramsal varlıkları (manyetik alanlar, genler, elektron orbitalleri vb.) yapılandırıp sonrasında bunlara bir “gerçeklik” kazandırdığını ifade ederek idealist görüşü onaylamıştır. Ancak burada ifade edildiği gibi jeofizikçiler kuramlarını açıklamadan önce Dünya’nın bir yapısının olmadığı

veya fizikçiler kuramlarını herkese sunmadan önce atomların yapısının var olmadığı söylenemez. Driver'ın "belirli bir kavram insan yapılandırmasıdır sonuç olarak kavramın atıfta bulunduğu şey mevcut değildir" argümanı hatalı ve yaygındır. İnsan yapılandırması olan tüm kavramların varoluşsal bir referansı olamaz (Matthews, 2017).

2.3.2.Sosyolojik İdealizm

Yapılandırmacı eğitimcilerin kabul ettiği ontolojik idealizm, benzer bir idealizmi yansıtır. Emile Durkheim:

"Eğer düşünce özgürleşecekse, kendi nesnesinin yaratıcısı haline gelmek zorunda; bu hedefe ulaşmanın tek yolu, düşünceyi, bizzat kendisinin yaratması ya da yapılandırması gereken gerçeklikle uyumlu hale getirmektir. Dolayısıyla düşüncenin amacı, verilen gerçekliği kopyalamak değil, geleceğin gerçekliğini yapılandırmaktır. Demek ki fikirlerin değeri artık nesnelere atıfta bulunarak belirlenemez; faydalarına göre az ya da çok "yararlı özelliklerine" göre belirlenmelidir (Akt Matthews,2017; Durkheim 1972, s. 251).

Latour ve Woolgar (1986), "Dışarıda-var-lık'ın (out-there-ness)" bilimsel çalışmanın nedeninden ziyade bilimsel çalışmanın sonucu olduğunu ve gerçekliğin, bilimsel yapılandırmanın nedeninden ziyade sonucu olduğunu ifade etmişlerdir. Gerçek ve teorik nesnelere ilişkin düşünceler, fiziksel ve düşünsel etkinlik birbirlerine karıştırılmaktadır. Realistler, gerçekliğin kendisinin, bilim insanlarının ya da gözlemlerinin zihinlerine tam anlamıyla yansımadığını kabul ederler. Bilim uygulamada gerçek nesneleri değil, bilimin teorik araçlarıyla betimledikleri haliyle gerçek nesneleri ele alır. Örneğin yere düşen bılardo topları belirli ivmeye ve kütleyle sahip cisimler haline gelir, bezelye tarlaları belirli özellikler barındıran fenotiplere dönüşür. Kütle, gen, hücre, atom gibi kavramlar, bu teorik kavramları yaratan bilim insanlarının gelenekleri ve düşünsel çabaları ile oluşmuştur. Bu kavramlar aslında birer teorik araçtır. Kavramların (teorik araçların), insanlar tarafından yapılandırılması, doğal nesnelerin yalnızca teorik çerçevede ele alınması, gerçek nesnelerin insan yaratımı olduğunu ya da gerçek nesnelerin kendilerine atfedilen kavramsal yapıların bilimsel değerinin belirlenmesinde rol oynamadığını göstermez.

2.2.3.Yapılandırmacı Pedagoji

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, matematiğe ve fen pedagojisine büyük bir etkide bulunmuştur. Öğretmen eğitimi programlarında yapılandırmacılık ağırlıklı olarak benimsenmektedir. Biz öğretmenler olarak yapılandırmacılığın öğretimsel ve pedagojik

yönlerini esas alıyoruz. Yapılandırmacılık bireyin kendi içsel dinamiklerini referans olarak alır. Bu noktada eğitimciler olarak bazı şeylerin farkında olmamız gerekmektedir. Bilim tarihi boyunca bilimin bize sunduğu veriler doğrultusunda hayatımızı anlamlandırmaya çalışıyoruz. Örneğin büyük patlama teorisi bize evrenin nasıl oluştuğu ile ilgili bilgi vererek düşünce dünyamızı şekillendirmektedir. Bizim düşünce dünyamızı etkileyen nesnel bir dünyanın (out-there-ness) var olması ve bu fiziksel dünyayı maddi koşullar belirlemektedir. Yapılandırmacı yaklaşım, öğrenmenin zihinde şemalar yoluyla oluştuğunu açıklarken referans noktası hala dış dünyadır. Fen bilimleri dersi bu ifade için güzel bir örnek teşkil etmektedir. Birey kendi içsel sezgileri ile olguları, olayları veya kavramları, keşif-buluş bağlamında nasıl öğreteceğimiz bir sorun olmaktadır. Biz kendi düşüncelerimizi, teorilerimizi veya açıklamalarımızı elde ettiğimiz olgusal deney sonuçlarına göre düzenlemekteyiz. Bu nedenle bizim referansımız her zaman bizim de içinde bir parçası olduğumuz dış dünyadır. Dış dünyaya ne kadar realist bir bakış açısıyla yaklaşırsak eninde sonunda kendi iç dünyamızı da iyi yapılandırmış olacağız. Bu noktada fen eğitiminin doğasına yakışan en güzel bakış açısı bilimsel realizm olmalıdır.

Pek çok fen bilimleri eğitimcisi, büyük oranda soyut olan (ivme, kuvvet, genler, vs.), deneyimlerden uzak (atomun yapısı, hücre bölünmeleri, vs.), önceki kavramlarla bağlantısı bulunmayan (virüs, elektromanyetik ışımlar), sağduyuya yabancı ve gündelik deneyimlerle, beklentilerle ve kavramlarla çelişen bilimsel bilgilerin, yapılandırmacı öğrenme teorisiyle nasıl öğretileceğini bulmakta zorlanmaktadır (Matthews, 2017).

2.2.4. Tarihten Örnekler

Çevremizdeki dünyayı anlamaya çalışırken her seferinde gerçeğe ulaşmayı ümit ettiğimiz bilimsel bir yolculuğa çıkarız. Bilim tarihi boyunca bilim insanları bu gerçekleri bulabilmek için bilgilerini, sabırlarını ve önsezilerini birlikte kullanmışlardır. Ancak şu anki bilimsel olarak kabul ettiğimiz bilgi birikimlerine kadar bilim insanları da içinde bulundukları dünyayı anlayabilmek için teoriler veya düşünceler üretirken her zaman doğru sonuca ulaşmayı başaramamışlardır. Unutulmamalıdır ki bu çabaların sonucunda en değerli bilimsel gerçeklere bizi daha da yakınlaştırmış ve nihayetinde günümüzdeki bilgi birikimi halini almıştır. Bilimsel bilginin bu değişebilirlik özelliği sayesinde ilerleyen yıllarımızda, şu anki kabul ettiğimiz gerçeklikten farklı bir noktaya gelebileceğimizi de dikkate almak gereklidir.

Tarihte şüphesiz en çok üzerinde tartışılmış gerçeklik Dünya'nın şekli ve çevresindeki gezegenlerin dizilişidir. Antik çağlarda insanlar dünyanın bir tepsi gibi düzlem halinde ve bu düzlemin de bir öküzün boynuzlarının üzerinde yerleştiğini düşünmüşlerdir. Neden kaynaklandığını bilemedikleri depremleri de öküzün boynuzunu silkelediği için dünyayı

salladığı şeklinde nedenselleştirmişlerdir (Akman, 2012). Düz dünya algısı Galileo bilim sahnesine çıkana kadar geçerliliğini sürdürmüştür. Dünyanın sadece düz veya yuvarlak olması değil hareket edip etmemesi veya çevresindeki gezegenlerin nasıl konumlandığı da sorun olmuştur. Eski çağlardan daha yakın bir zamana kadar insanlar Dünya'nın evrenin merkezinde olduğunu ve geri kalan her şeyin onun etrafında döndüğünü düşünüyordu. İnsanların böyle düşünmesinin en büyük nedeni gözlemlerin bu doğrultuda olmasıdır. Çünkü güneş doğudan doğup, insanların üzerinden geçip, batıdan Dünya'nın çevresinde dönüyormuş gibi gözükür. Bunun nedeni olarak insanların benmerkezciliği söylenebilir. Bu Dünya merkezli evren düşüncesinin en önemli kahramanı Batlamyus isimli bilimcinin çalışmalarıdır (Aranson,1999). Batlamyus, basit bir deney yaparak bir taşı havaya atmış ve yere düşüşünü izledikten sonra taşın hareketi Dünya'ya geri döndüğü için “Taşın hareketi Dünya-merkezli olduğuna göre gökyüzündeki nesnelerin hareketleri de Dünya-merkezli olmalı” şeklinde düşünmüştür. Dünya merkezde olmak üzere diğer gezegenler onun etrafında çemberler üzerinde hareket ediyorlardı. Bu jeosantrik model İskenderiye'den Roma'ya, oradan Arapçaya çevrilip tüm Ortadoğu'ya oradan da Avrupa'ya yayılmıştır. Bilim insanları astronomi çalışmalarını geliştirdikçe gezegenlerin Batlamyus' un dikkatinden kaçan hareketler yaptıklarını keşfettiler. Bu süreç 1400'lü yıllarda Kopernik büyük bir cesaretle Batlamyus'a karşı çıkana kadar sürdü. Kopernik'e göre Güneş her ne kadar hareketli gibi görünse de hareketsizdi sadece Dünya hareket ediyordu. Kopernik'in ölümünden sonra yapılan araştırmalar onun haklı olduğunu ortaya çıkardı. Günümüzde uydu teleskopları sayesinde evrendeki yerimiz hakkında daha fazla şey biliyoruz. Hatta artık sadece Güneş'in evrenin merkezi değil; Samanyolu gökadasını oluşturan milyarlarca yıldızdan yalnızca birisi olduğunu biliyoruz.

Başka bir örnek olarak kokuşma sonrası böceklenmenin nasıl olduğu verilebilir. Sadece gözlem yaparak şekerin etrafındaki karıncaları veya yağmur suyu birikintisinde kurbağa larvaları oluştuğunu düşünen insanlar “kendiliğinden oluşum (spontane jenerasyon)” fikrini ortaya atmışlardır. Bir hayvan aniden, başka hiçbir canlı ile teması olmadan ortaya çıkarsa “kendiliğinden oluşum” gerçekleşmiş olurdu. 1600'lü yıllarda, Van Helmond kendiliğinden oluşum teorisini sınamak isteyerek, kirli, terli bir gömlek yığınının buğday serpererek canlılığın oluşup oluşmadığını gözlemledi. 21 gün sonra gömleklerin arasında fareler buldu ve “terli gömlekler ve buğday karışımı fare doğuruyor” sonucunu çıkardı. Bu biyogenez düşüncesi Redi ve Spallanzani tarafından 17. yüzyılda çürütülmüştür (MEB, 1979).

İlkel kabilelerde Tanrı vergisi olarak kabul edilen ateşin nasıl oluştuğu konusu da tarihte bilim insanları tarafından oldukça tartışılmıştır. Ateşe odun attığımızda yanarken, toprak attığımızda sönmesini insanlar bir mantığa oturtmaya çalışmışlardır. 1600’lü yılların sonlarında Alman bilimci Stahl ateşe “filojiston” isimli görünmeyen bir maddenin neden olduğunu ileri sürmüştür (Britannica, 2017). Bu teoriye göre bir madde yandığı zaman içindeki filojiston ortaya çıkıyordu ve alevler de patlayan filojistondur. Stahl, filojistonun maddelerin içerisine girip çıkabildiğini düşünerek, içinde fazla filojiston olan maddenin daha hızlı yandığını ve filojistonu alınmış maddelerin hiç yanmadığını savunmuştur. Stahl’a göre en küçük tahta kıymıkları bile yandığı için filojiston çok küçük maddelerden oluşmuştur. Yapılan gözlemler de filojiston düşüncesini destekler yöndeydi. Örneğin odunlar yanarken küçüldüğü için veya kağıtlar yanarken buruştuğu için insanlar maddelerin içinde filojistonun çıktığını düşünmüşlerdir. Bu düşüncüyü destekleyen başka bir argümana ateşin üstünün kapatılarak söndürülebileceğiydi. Nesnenin üstü kapandığında filojiston rahatça ortaya çıkamıyor, bu yüzden de nesnenin yanması zorlaşıyordu. Ancak daha sonraları metallerin yandığı zaman buruşmadıklarını aksine ağırlıklarının daha da arttığını fark ettiler. Bu gözlem filojiston düşüncesinin çürütülmesi için güzel bir fırsattı ancak Stahl kuramını gözden geçirmek yerine filojistonun ağırlığının negatif ağırlıkta olduğunu söyleyerek bu kuramı savunmaya devam etti. Helyum balonu bile havadan daha hafif olduğu için uçabilir ancak helyum balonunun bile ağırlığı pozitifdir. Eğer bir cismin negatif ağırlığı olsaydı –örneğin bozuk paraların ağırlığı eksi değerde olsaydı onları cebimize koyduğumuzda hafifler, çıkarttığımızda ise ağırlaşır. Ancak hiç kimse bu düşüncüyü çürütecek derecede bir argüman bulamadığı için bu düşüncenin varlığı neredeyse yüz yıl sürmüştür. İlerleyen yıllarda İrlandalı kimyacı Robert Boyle, yanma için havanın gerekli olduğunu ortaya koymuştur (Eaton, 2021). Robert Boyle. Antoine Lavoiser oksijen adlı filojistonu alınmış gazda bir metal yaktığı zaman metallerin ağırlığının arttığını ve oksijen miktarının azaldığını görmüştür (Aranson, 1999). Bu keşif nesnelerin filojiston verdikleri için değil, oksijenle tepkimeye girdikleri için yandığını kanıtlayarak, filojiston düşüncesinin tarihe karışmasına neden olmuştur.

18. yüzyılda bilim insanlarının çoğu maddelerin parçacıklardan oluştuğuna inanmaktadır (Challoner, 2015). Bu parçacıkların da hareket ettikleri düşünülmüştür. Bilim insanları parçacıkların hareket edebilmesi için bir sıvı gibi akması, ağırlıksız olması–çünkü ısı ve elektriği tartmaya yönelik yapılan deneyler başarısız olmuştur- ve cisimlerin içine nüfuz edebilmesi gerektiğini düşünmüşlerdir. Her bir olgunun “tartılamayan sıvılar” denen çeşitli sıvılar tarafından taşındığı düşünülmüştür. Örneğin Benjamin Franklin fırtınalı bir havada yaptığı uçurtma deneyinde yıldırımın elektrikten kaynaklandığını gösterse de bir sıvı

tarafından taşındığı yanlışına kapılmıştır. Bilimsel ispatların yoğun olduğu 18. yy.da tartışılmayan sıvılar kuramının desteklenmesindeki en önemli etken yapılan gözlemlerdir. Buna en iyi örnek gravzant halkasıdır. Bir halkanın içinden ucu ucuna geçen metal top, ısıtıldıktan sonra aynı halkadan geçememesi, ısının bir sıvı olarak topa aktarıldığı ve ısı sıvısının topun taneciklerini ittirerek topun büyümesine neden olması inandırıcıdır. Yine bu düşünceye göre ısı sıvısı sıcaktır. Işığın sıcak cisimlerden yayıldığı, elektriğin de sıcak kırılcımlar çıkarttığı düşünülürdü. Top kızgın bir alevle ısıtılırken ısı sıvısına ait parçacıkların alevden topa geçtiği, top ne kadar sıcaksa içinde o kadar ısı sıvısı olduğu düşünülmüştür. Topun içine giren ısı sıvısına ait parçacıkların, metal parçacıklarının arasında dolaşarak metal parçacıklarını birbirinden uzaklaştırdığı düşünülmüştür.

Isının ve ısı transferinin nasıl gerçekleştiği bilim tarihinde çeşitli görüşlere neden olmuştur. 18. Yüzyıl boyunca pek çok bilim insanı ısının bir sıvı, sıcaklığın ise bir cismin içinde toplanan sıvının yoğunluğu olduğunu düşünmüşlerdir (Brittanica, 2016). Bu düşünce kalorik teorisi veya diğer adıyla ısı sıvısı teorisi olarak geçmektedir. Kalorik teorisi, ısının kalorik denen akışkan benzeri, kütsüz, renksiz, kokusuz ve tatsız, bir cisimden diğerine akabilen bir madde olduğunu öne sürmektedir (Çengel, 2011). Fransız bilim insanları Antoine Lavoiser ve Pierre-Simon Laplace, farklı maddelerin ısı kapasitelerini ölçmek için “buz kalorimetresi” isminde bir alet icat etmişlerdir. Lavoiser ısının bir sıvı olduğunu hatta “kalorik” ismiyle adlandırdığı kimyasal bir element olduğunu düşünmüştür. Isının yüksek sıcaklıktaki bir cisimden alçak sıcaklıktaki bir cisme “akması” bir sıvının, yüksekteki bir yerden alçaktaki bir yere akışına benzemesi nedeniyle "kalorik" adı verilen ve sıvı gibi düşünülen bir madde olarak ele alınmıştır. Lavoiser’e göre cisim kalorik kaybettikçe cismin sıcaklığı azalıyor, kazandıkça artıyordu. Bir cismin ne kadar ısı içerdiğini hesaplayabilmek için o cismin çevresi buzlarla kaplı kapalı bir kaba koyduktan sonra eriyen buz tartılarak cismin ısı kapasitesini saptayabiliyorlardı. İskoç kimyacı Joseph Black farklı maddelerin sıcaklığını bir derecece artırmak için gereken ısı miktarını ölçmüştür. Bu ısı miktarının bir maddenin ne kadar ısı sıvısı bulundurabildiği ile ilgili olduğundan bu terime “ısı kapasitesi” demiştir (Challoner, 2015). Isının bir sıvı olmadığı şu an bilinse de bilim insanları hala ısı kapasitesi terimini kullanmaktadır. Ancak kalorik teorisi sürtünmeden oluşan ısı enerjini açıklayamamaktaydı. Benjamin Thompson bir silah fabrikasında top namlularının delinmesini izlerken kesme aletleri ile metal silah namluları arasındaki sürtünmeden büyük miktarda ısı açığa çıktığını fark etmiştir. Isı eğer bir sıvı olsaydı çok çabuk bir şekilde tükenmesi gerekirdi ama sürtünme sonucunda açığa çıkan enerji namlular delindikçe ortaya çıkmaya devam ediyor şeklinde düşünerek ısının bir sıvı değil, bir hareket türü olması gerektiği sonucuna varmıştır.

Ardından İngiliz James P. Joule'un deneyleri, kuşku duyanları ısının bir madde olmadığına ikna etti ve böylelikle kalorik teorisi geçersiz kılındı.

2.3. Bilgi Yapısı Teorileri

Alanyazınında anlamının yapısının nasıl olduğuna dair öne çıkan ve birbirleriyle yarışan iki teori bulunmaktadır. Teori benzeri bilgi yapısı araştırmacıları (Carey, 1999; Chi, 2005; Ioannides ve Vosniadou 2002; Wellman ve Gelman, 1992), öğrencilerin bilgi yapılarını kendi içinde tutarlı benzer durumları aynı şekilde açıklama yeteneğine sahip geniş teorik yapılar olarak ifade ederken, Parçacık olarak bilgi yapısı araştırmacıları (Clark, 2006; diSessa, Gillespie ve Esterly, 2004; Harrison, Grayson ve Treagust, 1999; Linn, Eylon ve Davis, 2004) ise öğrencilerin herhangi bir kavrama ilişkin bilgi yapılarının birbiri ile tutarsız benzer durumları aynı şekilde açıklamayan küçük bilgi parçacıklarından oluştuğunu savunmaktadır. Alanyazında öğrencilerin bilgi yapılarının hangi bilgi yapısı teorisine uyumlu olduğunu araştıran çalışmalar mevcuttur (Özdemir, 2018; Apaydın, 2014; Akman, 2013; Clark, 2006). Aşağıda her bir teori başlık altında özetlenmiştir.

2.3.1. Teori Benzeri Bilgi Yapısı Teorisi (Knowledge As Theory Perspectives)

Strike & Posner (1982), öğrencilerdeki kavramsal yapıların nasıl değiştiğini anlayarak öğrencilerde öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini anlayabileceklerini ifade etmişlerdir. Teori benzeri bilgi teorisi araştırmacıları bu görüşü oluştururken Piaget'nin bilişsel gelişim kuramından büyük ölçüde etkilenmişlerdir. Kavramsal değişimi açıklamak için Piaget'in asimilasyon (özümseme) ve uyum (adaptasyon) kavramları ile Kuhn'un (1962) paradigma değişimi (paradigm shift) kavramları ile benzerlikler kurmuşlardır (örneğin, Carey, 1985, 1999; Wiser & Carey, 1983).

Kuhn'un paradigma değişimi kavramına veya Piaget'in uyum kavramına karşılık gelen en önemli kavramsal değişim teorilerinden biri Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından tanımlanmıştır. Posner ve arkadaşları öğrencilerin mevcut bilgisi işlevselse ya da öğrenci kendi anlayışıyla sorunları çözebiliyorsa bu anlayışı değiştirmeye ihtiyaç duymadıklarını ifade eder. Eğer öğrencinin düşüncesi karşısına çıkan çözemiyorsa öğrenci bu düşüncede orta düzeyde değişiklik yapabilmektedir. Buna "kavramsal yakalama" (Hewson, 1981) veya "zayıf yeniden yapılandırma" (Carey, 1985) denir. Öğrenci bu durumdayken Piaget'nin özümseme ve uyumsama durumlarını göstermezler. Öğrenciler olağan düşüncelerini terk etmek ve başarılı bir kavramsal değişimle bilimsel bir anlayışı kabul etmek için düşüncelerinden *hoşnutsuz olması* gerektiğinden bahsederler. Öğrenmenin olabilmesi için

bu radikal değişime “kavramsal değişim” (Hewson, 1981) veya “radikal yeniden yapılanma” (Carey, 1985) denir. Öğrenciye kabul ettirilmesi gereken bilginin öğrenci için anlamlı olacak kadar *anlaşılır*, doğru gözükecek kadar *makul* ve problemi çözebilecek kadar *verimli* olması gerekmektedir. Buradaki ana amaç öğrenciyi mevcut düşüncesinden tatminsiz kılarak zihninde bilimsel bir çatışma yaratmaktır. Bu görüş, bir öğrencinin inançları ve öğrencinin bilgisi arasındaki etkileşimden kaynaklanan kavramlarını belirlemek için çok etkili bir teori olmuştur. Kuhn, bilim insanları tarafından kabul görmüş olan tüm inançlara veya problemlerin nasıl anlaşılması gerektiği konusunda üzerinde hemfikir olunan geleneklere paradigma adını vermiştir (Güneş, 2003). Örneğin tarihte Kopernik astronomisinin, Newton dinamiğinin veya dalga optiğinin zamanında kabul görmüş gelenekler olduğunu ve bunların her birinin birer paradigma olduğunu ifade etmiştir. Kuhn’a göre bilim insanları bilimsel bir sorgulama veya model ortaya koyarken paradigmalardan yararlanıyorlardı ve bu yüzden bilimsel sorunların temelinde paradigma kavramı yatıyordu. Kuhn (1970) bu durumu şöyle açıklamıştır;

“Bir konuda zihinsel veya kavramsal modele sahip olmak demek o konuda bir paradigmaya sahip olmak demektir. Bilim insanlarının hangi deneyleri nasıl yapacaklarını, hangi sorunları öncelikli kabul edeceklerini, hangi soruları soracaklarını belirleyen şey sahip oldukları paradigmalardır. Belirli bir paradigmaya sahip olmayan bir bilim insanı olguları bir araya bile getiremez, çünkü paradigmanın olmadığı yerde bilimin gelişmesini sağlayan tüm olgular eşit derecede önceliklidir. Bir olgu diğerlerinin içinden seçilmiş ise bu paradigma sayesinde olur.” (Güneş,2003; Kuhn (1970) Sayfa: 67, 70-72).

Posner ve diğerleri (1982) kavramsal değişim açıklamalarını kavramsal ekoloji perspektifine yerleştirmişlerdir. Kavramsal ekoloji bir öğrencinin epistemolojik inançlarına dayanan kavram ve fikirlerden oluşur. Bu düşünce çoğu parça olarak bilgi savunucusu tarafından reddedilmiş olsa da birçok teori benzeri bilgi savunucusu bu kavramsal ekoloji mimarisini kendi perspektifleri olarak benimsemiştir (Özdemir, 2007). Kavramsal ekoloji perspektifinden, bir öğrencinin fikirlerini ve problemlerle etkileşimini etkileyen durumlar ontolojik kategoriler ve epistemolojik inançlardır. Bu nedenle, kavram yanlışları yalnızca yanlış inançlar değildir; kavram yanlışları, öğrenmeyi bilimdeki paradigmalara benzer bir şekilde düzenler ve kısıtlar. Diğer bir deyişle, öncül kavramlar değişime oldukça dirençlidir çünkü kavramlar, bir öğrencinin kavramsal ekolojisindeki bilişsel yapılardan bağımsız değildir. Bazı kavramlar diğerlerine bağlanır ve düşünce ve algı oluşturur. Kavramlar arasındaki bu ağ tabanlı ilişki nedeniyle, bir kavramın değişimi diğerlerinde de değişiklik

gerektirir. Bu sebepten ötürü Strike ve Posner (1992) bu kavramsal değişim teorisinin kavram yanılgılarına uygulanan uygulamadan çok, bir dizi epistemolojik varsayımın içine gömülü olduğunu, bu epistemolojinin bireyi kavram ekolojisindeki bileşenlerle nasıl etkileşime girip geliştiğini ve yine bu kavramsal ekolojinin deneyimle nasıl bir sentez oluştuğunu anlamak olduğunu savunmaktadırlar.

Teori olarak bilgi perspektifini destekleyen başka bir araştırmacı olan Carey (1985), yetişkinlerin ve çocukların kavramlarının her birinin tutarlı, ancak birbirleriyle kıyaslanamaz olduğunu savunur. Her bireyin kendi teori benzeri bilgi yapılarına sahip olduklarını ve bu tutarlı düşünceleri sürdürdüklerinden bahseder. Carey'e (1991) göre kavramsal değişim üç süreçle sağlanabilir: *değiştirme*, *farklılaştırma* ve *birleştirme*. Değiştirmede, bir kavram başka bir kavramın yerini alır, bu bir üzerine yazma sürecidir. Farklılaşma, bir kavramın bir veya daha fazla yeni kavramlara ayrıldığı bir süreçtir, örneğin köpek kavramı, kangal ve buldok terimlerine ayrılır. Birleşme, farklılaşma sürecinin tam tersidir. Daha genel bir köpek kategorisine kangal ve buldok gibi tek bir kavramda birleşen iki veya daha fazla kavramı içerir. Carey'e (1999) göre kavramlar ve inançlar sezgisel (naif) bilginin temel taşlarıdır. İnançlar, kavramları birbirlerine bağlayan ilişkisel parçalardır. Örneğin "karıncalar böcektir" cümlesi iki farklı kavram olan karıncaları ve böcekleri ifade eder. Kavramlar arasındaki ilişkilerin değişimleri daha kolay olsa da kavramlardaki değişim daha zordur. Çünkü sezgisel teoriler ve inançlar kavramları kısıtlar. Öğrenciler kavramlara dair bilgilerini arttırdıkça naif teorik bilgi yapılarını zaman içinde yeniden düzenlerler. Öğrenciler öğretim görmeye devam ettiğinde, nitelikli naif bilgi yapılarını bilimsel olarak doğru olan kavramsal yapılara dönüştürürler. Dolayısıyla bireysel kavramlardaki kavramsal değişim aşamalı bir süreçtir.

Öte yandan Vosniadou (1994)'nın teori olarak bilgi yapısı görüşü, naif bilişsel yapıya sahip öğrencilerin zihinsel yapılarının bilim insanlarının bilişsel yapısına benzediğini söyler. Vosniadou'ya göre öğrenci bir kavrama yüklediği anlamı gösteren zihinsel modeller ile açıklar. Çünkü böyle bir zihinsel yapı, ait olduğu bilişsel dönem için kendince bir tutarlılığa sahip, birbirlerinden izole ve bağımsız kavramlardan oluşur. Birey formal öğretim dışında sınıfa, kendi deneyimlerinden yola çıkarak oluşturduğu; belirli bir kavramsal çerçeveye sahip, tutarlı ve naif bilişsel yapılarla (başlangıç model) gelir (Vosniadou ve Ioannides,1998). Ardından fen öğretimi sürecinden geçer ve yeni bilgiler var olan kavramsal çerçeve ile etkileşime girerek yeni sentezlenmiş (sentetik model) bir bilgi oluşur. Bu yeni yapılar da belirli bir çerçeve yapısına sahiptirler. Yeni bilgi yapısı bilimsel bilgi ile tutarlıysa, eski bilgi yapısının yerine geçerek (bilimsel model) kavramsal değişim son bulur. Carey (1999), çok

küçük çocukların bile teoriler geliştirdiği ve fenomenler hakkında tahminlerde bulunduğunu söyler. Çocukların nedensel açıklamaları, revizyona ve köklü değişime tabi olan ontolojik bağları yansıtır. Vosniadou (1994) çalışmasında öğrencilerin başlangıçtaki naif kavramların ve sonra oluşturdıkları kavramların da bilimsel kavramlar gibi dönem içi tutarlılık gösterdiğini iddia eder. Hatta bu kendi içerisindeki tutarlılığı bilim insanlarının hipotezlerine benzeterek tek farkın hipotezlerini test etme durumlarının olmadığından bahseder. Örnek olarak Vosniadou (1994) çalışmasında öğrencilerle kuvvet kavramını çalışmış ve öğrencilerin başlangıçtaki kavramsal modeli (içsel kuvvet), daha sonradan sentezlenmiş modeli veya melez modeli (içsel-kazanılmış kuvvet) ve bundan ayrı olarak bilimsel modeli (kütle çekim kuvveti) tanımlamıştır. Bu teori şunu ortaya koymaktadır ki öğrenciler, informal ortamlarda kendi deneyimlerinden yola çıkarak fiziksel evren ve doğayla ilgili çerçeve teoriler oluşturur (Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou, 1994; Vosniadou ve Ioannides, 1998; Ioannides ve Vosniadou, 2002).

Öğrencilerin evren algılarında rol oynayan bu olgular (örneğin kuvvet olgusu,) öğrencinin algılarını sınırlar ve bir çerçeve teori oluşturur. Vosniadou (1994) çalışmasında öğrencilerin Dünya'nın uzayda düz bir zeminde yer aldığını ve hareket sisteminin yukarı ve aşağı yönler göre düzenlendiğini ve desteklenmeyen nesnelerin aşağı yönde düştüğüne yönelik çerçeve teorilerinin varlığından bahseder. Vosniadou'a göre öğrencilerin bu çerçeve teorilerinin değiştirilmesini sağlamak, kavramsal değişimi gerçekleştirecektir. Dolayısıyla yalnız hareket, kuvvet, enerji gibi kendine has olgularla ilgili kavramsal yapılara yönelik değişiklikler, beklenen kavramsal değişimi sağlamazlar. Vosniadou (1994), öğrencilerin bu naif statik evren algısı değiştirilmediğinde, öğrenciler hareketsizlik durumuyla ilgili mantıklı bir açıklamaya gereksinim duymayacaklar ve eğer hareketli durum var ise açıklama yapma gereği duyacaklardır. Yine öğrenciler evrendeki yön algılarını bilimsel bir temele oturtmadıkça boşluktaki cisimlerin hareketlerini aşağı ve yukarı bağlamına dayanarak açıklayacaklardır. Öğrenciler onlara yöneltilen kuvvet, enerji ve hareket gibi kavramlarla ilgili sorulara daima belirli tutarlılıkta naif cevaplar vereceklerdir.

Öğrenciler sınıfta bir otorite figürünün (öğretmen) talimatına dayanarak inançlarında değişiklikler yaparlar, ancak ontolojik ve epistemolojik bağlantılardan dolayı hala tam bilimsel teoriden yoksundurlar. Zihindeki bu yeni modellerin gelişimi, bir öğrencinin çerçeve teorisini tamamen yeniden yapılandırmak için ontolojik bağlantılarının değiştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Carey'in görüşüne benzer şekilde Vosniadou, çocukların bilimsel modellerinin çerçeve teorileri tarafından kısıtlandığını iddia eder.

Kavramsal değişim teorisi Chi (1992)'nin kavramsal değişim için ontolojik bir değişim gerektiği argümanıyla tutarlılık göstermektedir. Chi'ye göre kavramsal değişim zor bir süreçtir çünkü öğrenciler ya kavramı bilimsel olandan farklı bir ontolojik kategoriye koyarlar ya da kavramı koyabilecek uygun bir kategori bulamazlar. Öğrenciler bu ontolojik bağlantılarının farkına varırlarsa bilimsel teorilerle kendi teorilerinin uymadığını anlarlar ve ontolojik bağlantılarını, kategorilerini ve teorilerini yeniden düzenleyerek kavramları doğru kategorilere atayabilirler. Ancak bu değişim kolay olmayacaktır. Araştırmacılar bu köklü değişikliklerin aniden gerçekleşmediğini aksine kademeli ve zaman alıcı bir süreç olduğunu ifade ederler. Chi'nin argümanı sadece ontolojik kategorileri değiştirmeye odaklanırken, Vosniadou ve Ioannides (1998) ontolojik değişimin kavramsal değişim sürecinde gerekli olan değişikliklerden sadece birisi olduğunu ifade ederler.

Özetle teori benzeri bilgi perspektifi öğrencilerin teorilere benzer naif bilgi yapıları geliştirdiğini ve bu teorilerin epistemolojik ve ontolojik bağlantılara dayanan tutarlı yapılar olduğunu söyler. Öğrencilerin bu alternatif kavramları öğrenmeyi kısıtlar ve bu tutarlı yapı kendince devam eder. Bu perspektif çeşitli mekanizmalar aracılığıyla kavramlarda devrimci değişimi savunur. Bazı araştırmacılar kavramsal değişim teorilerini, Piaget'in asimilasyon ve uyum kavramı veya Kuhn'un paradigma değişimi açıklamasına göre yerleştirirler. Bazı araştırmacılara göre ontolojik değişimler ve zihinsel modellerin evrimi önerilir. Farklı alanlarda çalışmalar mevcuttur. Örneğin astronomi (Vosniadou ve Brewer, 1992), ısı ve sıcaklık (Wiser ve Carey, 1983) gibi. Son olarak teori benzeri bilgi perspektifinden kavramsal değişim, herhangi bir olguya yönelik oluşturulmuş şahsi açıklamaların çerçeve teoriler ile kuvvetli derecede ilişkili olduğu şeklinde özetlenebilir.

2.3.2.Parça Nitelikli Bilgi Yapısı Teorisi (Knowledge As Elements)

Teori benzeri bilgi görüşü fen bilimleri eğitim araştırmacıları tarafından geniş bir destek görürken diğer bir perspektif olan parçacık bilgi yapısı teori bilgi yapısından oldukça farklıdır (örneğin Brown, 1995; Clark, 2006; diSessa, 1988, 1993; Hunt ve Minstrell, 1994; Linn, Eylon ve Davis, 2004). Anderson (1993) ve Thagard (1992)) Bu teoriyi ortaya koyan DiSessa (1993), Vosniadou'dan (1994) farklı olarak öğrencilerin bilgi yapılarının parçacıklı, birden fazla yarı bağımsız öğelerden oluştuğunu ve bu öğelerin bir ağ gibi birbirleriyle ilişkili olduğunu savunur. Bu yarı bağımsız etmenler; fenomenolojik ilkeler (p-prims), gerçekler, yönler, anlatılar, kavramlar ve zihinsel modeller naif bilgi yapıları üzerinde etkilidir. Bu yapılar kişinin bilimsel bilgisi artsa bile birbirleriyle bağlantılı bu parçalı yapıya ait düşünce birimleri her zaman varlığını sürdürecektir. Çünkü bu düşünce birimleri kavramsallaşmamış

yapılardır. Bu görüşün belirli bilim insanları tarafından farklı alanlarda çalışılmıştır. DiSessa daha çok öğelerin doğasına odaklanır. Clark boylamsal değişim süreçlerine, Minstrell öğrencilerin sınıfta kullandığı yönere, Linn ise öğrencilerin öğelerin yeniden düzenlendiği ve birbirine bağlandığı sürece odaklanır.

Bu birden fazla yarı bağımsız etmenin bulunduğu yapı, naifçe ve doğallık hissiyle kişiyi yanıltan karmaşık bir yapıdır. Andrea diSessa (1988) bu yapı içerisindeki fenomenolojik ilkeller (tezimin anket kısmında olgusal ilkellik ifadesi olarak kullanılmıştır) (phenomonological primitives/ p-prims) üzerinde yoğunlaşmıştır. "Fenomenolojik" kelimesi, p-primlerinin genellikle günlük deneyimlerimizde görüldüğü anlamına gelir. "İlkel" kelimesi ise, insanların genel olarak kendi p-primlerini analiz edemeyeceklerini veya gerekçelendiremeyeceklerini ifade etmek için kullanılır (diSessa, 2014). Kişi, durumları onlara göre görür. P-primler, kişinin fiziksel dünya hakkındaki ilk bilgi yapılarının, küçük ve ayrı bilgi parçalarının yapılandırılmamış bir koleksiyonudur. Bu bilgi parçaları, fenomenlerin soyutlamaları olarak üretilir ve belirli karakteristik durumlarda etkinleştirilir (Ioannides ve Vosniadou, 2002). DiSessa'nın teorisi Strike ve Posner'ın (1992) kavramsal ekoloji (conceptual ecology) yaklaşımına uymaktadır, bir kavramın bilimsel olarak doğru karşılığını öğrenmemiş bir öğrencinin, farklı durumlarda farklı bilgi parçalarını yani olgusal ilkelleri kullanarak karşılaştığı durumu açıklamaya çalıştığını belirtmektedir (Özdemir, 2007). Bireysel p-primler zayıf bir şekilde daha büyük kavramsal bir örgüye veya kavramsal ağlara bağlanır (diSessa, 1988). P-primler itme, çekme, fırlatma ve tutma gibi fiziksel dünya ile etkileşimlerimizi yansıtan bir mekanizma duygusuyla geliştirilir. DiSessa en güçlü p-prim örneği olarak Ohm kanununu gösterir. Öğrencilerin birçok nedensel durumu, belirli bir "sonuca" ulaşmak için bir tür "direniş" karşı hareket eden bir "etmen" olarak anlayabileceklerini belirtir. İnsanlar, belirli sonuçlar için çaba gösteren örnek temsilcilerdir. Daha iyi sonuç elde etmek için "daha çok çalışırız" (örneğin, daha çok bastırırız) (bu, bir nesnenin daha hızlı veya daha uzak hareket etmesi olabilir). Sürtünme veya nesnenin boyutu gibi çeşitli araya giren "dirençler" çabalarımızı hafifletebilir. Ohm'un p-prim'i, okulda daha yüksek bir başarıya ulaşmak için daha çok çalışmak gibi bir düşünceyi akla getirir. Cansız durumlarda, eylemlilik, olayları gerçekleştirmek için bir adım olarak görülebilir. Örneğin, hızlı hareket eden bir nesne, bir etmen olarak yorumlanabilir veya bir pil, "voltaj" adı verilen bir tür "çaba" uygulayabilir. Belirli durumlara uyan fikirlerimizin olması garip değil (bir topun daha hızlı hareket etmesi için daha sert atışlar yapmak). Bu tür fikirler, mükemmel fikirler oldukları için "yerleşiktir". Gerçek dünyadaki birçok durumda iyi uyarlar. Ohm'un p-primiyle ilgili sorun, yanlışlığı değil, belirsiz bağlamsallığıdır. Öğrenciler, uygulanmaması gereken yerlerde

Ohm'un p-primini uygulamaya eğilimlidirler ve daha derin ilkelerin, geçerli olduğu durumlarda bile Ohm'un p-priminin yerini alabileceğini ve geliştirebileceğini bilmiyorlar.

Küçük çocuklar olayları “çünkü işler böyledir, işler böyle yürür” mantığıyla açıklamaya çalışır (DiSessa, 1993, s.112). Bu şekilde bir düşünce tarzı, öğrencilerin akıl yürütmelerini etkiler (Özdemir, 2007; Ueno, 1993). “Ay beni takip ediyor” “neden?” “Çünkü öyle!”. Kişiler özellikle de çocuklar belirli bir sorgulama sonrası fikirlerinin arkasında duramazlar. Bu da düşüncelerinin iyi yerleşmiş bir teori özelliği göstermemesinden kaynaklanır. Örneğin Dünya ve Güneş örneğindeki gibi, “Küçük Görünen Şeyler Gerçekten Küçüktür”; büyük şeyler her zaman küçük şeylerden daha büyük görünür. "Daha Fazlası Daha İyidir" herhangi bir miktardan daha fazlası, küçük bir miktardan her zaman daha iyidir. Bu düşünce de uzun süredir ısınan bir tavanın ısı kaynağından daha sıcak olacağı düşüncesini geliştirebilir.

DiSessa (1988), p-primlerin bir teori gibi mantıklı nedenselleştirme altında tartışılmayacağını ifade eder. Örneğin, "kuvvet eşittir kütle çarpı ivme" ifadesi Newton yasalarının net bir şekilde üst düzey analizini sağlayabilir, ancak aynı şey p-primler için yapılamaz. Newton yasaları tartışılabilir, açıklanabilir ve hatta deneysel sonuçlarla desteklenebilirken, bu şeyler p-primler için yapılamaz. Çünkü p-primler kişi anlık bir cevaba ihtiyaç duyduğunda belirir. DiSessa, yüzlerce veya binlerce p-priminin olduğunu savunur. Yani, dünyanın nihai açıklaması için kişisel arayışımız sadece birkaç genel ilkeyle sonuçlanmaz. Hiçbir p-prim Newton yasaları kadar derin ve karmaşık değildir. Dolayısıyla, sahip olduğumuz deneyimler dizisini “korumak,” için bunların çoğuna sahip olmalıyız.

P-primler kişinin olguları deneyimleri ve gözlemlerinin soyutlanmasından oluşur. Bir örnek verecek olursak “Güneş mi daha büyüktür yoksa Dünya mı?” sorusuna karşılık Dünyanın daha büyük olduğunu savunan birisi bir p-prim sahibidir. Bu bilgi resmi olarak öğrenilmemiş, günlük hayatın deneyimi ile kazanılmıştır ve olgu üzerindeki algıyı gösterir. Kişinin kendi gözlemleri sonucu yaptığı bir nedenselleştirmenin ürünüdür. Çünkü Güneş Dünya’dan bakıldığında küçük yuvarlak bir disk gibi görünür. Bu cevap sorulan soruya bir yanıt verebilmiştir ancak kişiden bu cevabını derinleştirmeleri istendiğinde kişi zorlanacaktır. Çünkü bu düşünce iyi geliştirilmiş bir teori değil, anlık bir cevap verebilmek için kullanılmış bir problem çözme aracıdır. Başka bir ifadeyle p-primlere zihnin kısa yolları denebilmektedir. DiSessa bu p-primlerin bağlama göre nasıl oluştuğunu ve etkinleştğini tanımlamak için ipucu (cuing) öncülü, güvenilirlik öncülü ve yapılandırılmış önceliklerden bahseder.

P-primler teori statüsünde değildirler çünkü çerçeve teoriler gibi düzenli ve organize edilmiş değildirler. Bu küçük bilgi yapıları kavramsal değişim sürecine uğrarken teori bilgi yapısı gibi silme veya değişim işleminden geçmek yerine yeni bilgi eklenirken yeniden düzenleme gerçekleşir (Özdemir 2007).

2.4 Alanyazın

2.4.1.Ontoloji Temelli Yapılan Araştırmalar

Cobern (1990), radikal yapılandırmacılığın bilim öğretimindeki etkisini sorgulamıştır. Ontolojik inançların, öğretmen davranışında sosyal ve maddi faktörlerden daha kritik bir faktör olduğunu söyleyerek, ontolojik inanç kültürün ilginç bir yönü olduğunu ve bir fen bilgisi öğretmenliği programı sırasında kültürel etki konusundaki tartışmalara dahil edilebileceğinden bahseder.

Ünal Çoban (2009), doktora tezinde modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal, anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisini araştırmıştır. Ayrıca çalışmada araştırmanın konusu ile alakalı ‘Bilimsel Bilginin Varlık Alanına Yönelik Görüş Ölçeği’ geliştirerek 7. sınıflarla ön test ve son test uygulayarak yarı deneysel bir desen izlemiştir. Yaklaşık 6 hafta boyunca deney grubuna fen dersi modellemeye dayalı olarak işlenirken, kontrol grubunda Fen Bilimleri programına uygun işlenmiştir.

Yine Ergin ve Ünal Çoban (2011), çalışmalarında, modellemeye dayalı etkinliklerle yürütülen fen ve teknoloji dersinin öğrencilerin bilimsel bilginin varlık alanına yönelik düşüncelerine etkisi incelenmişlerdir. Bulgularında modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel bilginin varlık alanıyla ilgili görüşlerini olumlu etkilediğini ve öğrencilerin aynı anda çok boyutlu gerçeklik anlayışlarına sahip oldukları ifade etmişlerdir.

Clark (2006), çalışmasında öğrencilerin 8. sınıf termodinamik müfredatındaki bir dönem boyunca kavramsal değişimini analiz etmiş, 50 öğrenciyle, 8. sınıf dönemlerinde ve daha sonra sonraki ilerlemelerini takip etmek için 10. ve 12. sınıf yıllarından önce 5 kez görüşülmüştür. Mülakat sorularıyla, öğrencilerin günlük durumlarda termodinamiği anlamalarını araştırmıştır. Çalışmada, ısı enerjisi/sıcaklık, yalıtım/iletim, termal denge ve ısı akışı alanında ortaya çıkan kavramları keşfetmenin yanı sıra öğrencilerin sezgisel kavramlarını araştırmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin açıklamalarının, çoklu ve parçalı, birbiriyle ilişkili, bağlama göre değişen, çelişkili, tutarsız yapıda olduğunu belgelemiştir. Araştırmaya göre öğrencilerin anlamlandırmaları parçacıklı bilgi yapısı teorisine uygundur.

Özdemir (2007), çalışmasında öğrencilerin kuvvet kavramı konusundaki bilgi yapılarını tespit etmiştir. 8 öğrenci ile klinik görüşme yaparak bu görüşmelerde bir takım araç ve gereçlerle oluşturulan farklı durumlarda, kuvvetin olup olmadığını sormuş ve cevaplardaki nedenselliği araştırmıştır. Öğrencilerin, kuvvet kavramı için birçok anlama ve bu yorumlarda tutarsızlıklara rastlanmıştır. Araştırmada öğrencilerin kuvvet konusundaki bilgi yapılarının parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ile örtüştüğü belirlenmiştir.

Özdemir ve Clark (2007), çalışmalarında öğrencilerin bilgi yapılarının, teori nitelikli bilgi yapısı teorisi ile mi, parça nitelikli bilgi yapısı ile mi açıklanabileceğini araştırarak eğitim açısından etkileri tartışılmıştır. Bu iki teorinin karşılaştırılması sonucunda parça nitelikli bilgi yapısının eğitim yönünden daha etkili olabileceği belirtilmiştir.

Apaydın (2014), ortaokul öğrencilerin suyun kaldırma kuvvetine yönelik anlamalarını inceleyerek bilgi yapılarını ortaya çıkarmış ve hangi kavramsal değişim teorisiyle uyduğunu belirlemiştir. 8 öğrenciyle yaptığı görüşmede soru setlerine verilen yanıtlar arasında tutarlılık aranmıştır. Soru setlerine verdikleri cevaplar arasında tutarsızlık bulunan öğrencilerin (6 öğrenci) parçacıklı bilgi yapısına uygun bilgi yapılarının olduğunu ifade etmiştir.

Yine Apaydın ve diğ. (2014), ilköğretim öğrencilerinin “ışık” kavramına yönelik bilgi yapılarını ortaya çıkarmışlardır. Klinik görüşme yöntemi kullanılan araştırmada 21 5. sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarının, teorik kavramlarla ilgili boyutunun parça nitelikli bilgi yapısı teorisine, betimsel kavramlarla ilgili boyutunun ise teori nitelikli bilgi yapısı teorisine uygun olduğu belirlenmiştir.

Apaydın ve diğ. (2018) öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarına ilişkin bilgi yapısını, gerekçelendirme becerilerini ve kavram yanılgılarını incelemişlerdir çalışmada fenomenolojik yaklaşım kullanılmıştır. Araştırmaya farklı okullardan toplam 21 7. sınıf öğrencisine araştırmacılar tarafından hazırlanan deneysel etkinlik örnekleri ile yarı yapılandırılmış görüşme tekniği uygulanmıştır.

Özdemir (2018), yüksek lisans tezinde öğrencilerin buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının teori nitelikli mi yoksa parça nitelikli mi olduğunu tespit etmiştir. Amaca uygun şekilde öğrencilerin bilgi yapılarını ortaya çıkarabilmek için aynı bilgiyi ölçen ama farklı bağlamlara veya durumlara sahip olan açık uçlu 13 soru seti

hazırlayarak setler arası tutarlılığı araştırmıştır. Öğrencilerin geneline bakıldığında buharlaşma ve kaynama kavramları konusundaki bilgi yapısının parça nitelikli bilgi yapısı ile örtüştüğü saptanmıştır. Öğrencilerin sınıf seviyeleri bazında gelişim düzeyleri ile buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin bilgi yapıları arasında "Buharlaşma ve Sıcaklık İlişkisi" ve "Bir Eşya İçindeki Sıvının Buharlaşması" kategorilerinde anlamlı bir fark varken diğer kategorilerde böyle bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Turcotte (2008), 5 ve 6. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilerin suyun kaldırma kuvveti ile ilgili bilgi yapıları incelenmiş ve parçalı bilgi yapısı teorisine uygun oldukları sonucuna varmıştır.

Dahlin (2003) "The Ontological Reversal: a figure of thought of importance for science education" isimli çalışmasında, ontolojik tersinirliğin tanımını yapmış ve öğretmen adaylarının ontolojik tersinirliğe sahip olup olmadığını araştırmıştır. 23 öğretmen adayına ışığın yapısı ile ilgili Newton ve Goethe'nin ortaya attıkları birbirinden farklı teorilerini sunmuş ve Goethe'nin teorisinin neden bir bilim sayılamayacağını tartıştırmıştır. Alternatif bakış açılarının bilimsel olup olmadığının üstünde durarak Fen öğretiminde bu tür düşüncenin eğitimsel sonuçlarının üzerinde durmuştur.

Şen ve Yılmaz (2012), üniversite öğrencilerinin erime ve çözünme konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarıp, ontolojik kategoriler temelinde incelemişlerdir. Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalında Temel Kimya dersini alan toplam 25 öğrenci katılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, beş açık uçlu soru ve Bilimsel Düşünme Yetenekleri Testi (BDYT) kullanılmıştır. BDYT'den elde edilen puanlara göre somut operasyon döneminde 7, geçiş ve soyut operasyon döneminde 9'ar öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevapların analizi sonucu öğrencilerin erime ve çözünme konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin madde kategorisinin alt kategorisi olan mikroskobik tanecik ile makroskobik madde kategorileri arasında yaptıkları yanlış kategorileştirmeler sonucu kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca süreç kategorisinin bir alt kategorisinde yer alan olay kategorisindeki erime ve çözünme kategorilerinin de öğrenciler tarafından birbiriyle karıştırıldığı belirlenmiştir.

Volfson ve arkadaşları (2019), ısı transferi, ses yayılımı ve entropi kavramını Chi'nin kategori kaymalarına göre incelemişlerdir. Çalışmada, lise ve fizik lisansı, kimya ve mühendislik öğrencileri ile yürütülmüştür. Öğrencilerin ısıyı anlamalarını kolaylaştırmak için

öğretmenler tarafından materyalist düşünme göz ardı edilmemesi gerektiğini. Aksine öğretmenler, öğrencilerinin ısıya materyalist özellikler yükleme eğilimlerinin farkında olması gerektiğini savunmuşlardır.

Yakışan ve arkadaşları (2007), biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler konusundaki alternatif kavramlarını tespit etmiştir. 32 biyoloji öğretmenliği öğrencisi ile yapılan çalışmada tohumlu bitkilerle ilgili kavramları sorgulayan 13 açık uçlu soru verilmiştir. Ayrıca çeşitli bitki isimleri verilerek öğrencilerden bu bitkileri tohumlu-tohumsuz ya da çiçekli-çiçeksiz bitki olarak gruplandırmaları istenmiştir. Soruların ardından 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmış, öğretmen adaylarında tohumlu bitkilerle ilgili pek çok alternatif kavram saptanmıştır. Öğrencilerin yaklaşık yarısı bilimsel olarak tohumlu (çiçekli) bitki kabul edilen diğer bitkileri tohumlu fakat çiçeksiz bitkiler olarak gruplandırmadıklarını, özellikle çim, kavak, söğüt, maydanoz gibi bitkileri tohumsuz-çiçeksiz, gülü ise tohumsuz-çiçekli şeklinde kategorize ettikleri görülmüştür. Bilimsel olarak birbiri yerine kullanılan tohumlu bitki ve çiçekli bitki kavramlarını öğrencilerin farklı iki kavram olarak algıladıkları ve renkli yaprakları olmayan bitkilerin tohumlu oldukları halde çiçeksiz bitkiler olduklarını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanında öğrencilerde tohumlu bitki, çiçekli bitki, basit ve bileşik çiçek, tozlaşma ve dölleme, meyve, basit-bileşik meyve, tohum, açık ve kapalı tohumlu bitki, monokotil ve dikotil bitki, çiçek-meyve-tohum ilişkisi konularında da pek çok alternatif kavramların olduğu tespit edilmiştir.

Yavuz ve arkadaşları (2014), yaptıkları tarama çalışmasında yatay düzlemde yarışan düzenekler için, yarış sonucunu tahmin etmede kütlenin, ortaokul öğrencileri tarafından nasıl anlamlandırıldığını araştırmışlardır. Öğrencilerin kütle kavramı hakkında günlük hayattaki gözlemlerinden yapılandırdıkları şemaların, sınıf düzeyi, cinsiyet gibi değişkenler bakımından farklılık gösterip göstermedikleri analiz etmişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar tarafından geliştirilen ve beş açık uçlu sorudan oluşan Yarış Soru Seti, 738 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin kütlesi en az olan aracın yarışı kazanacağını belirttiklerini; fakat kütle miktarının yarış sıralaması tahmininde tek ölçüt olarak kullanılmadıklarını göstermiştir. Öğrenciler tarafından kullanılan şemalardaki bilgi yapılarının detaylı analizi nitel olarak analiz edilebileceğini böylece öğrencilerin yarış probleminde kütle ilişkisini anlamlandırmada, Teorik nitelikli bilgi yapısı (Ioannides ve Vosniadou,2002; Chi, 2005) veya Parça nitelikteki bilgi yapısında (diSessa, Gillespie ve Esterly,2004) olup olmadıkları ortaya konulabilirliğini ifade etmişlerdir.

Martin, M.S., (2003), daha önce biyoloji eğitimi almış bireylerde virüs ve bakterilerin özelliklerine ilişkin sistematik kavram yanlışlarını incelememiştir. Bakteriler, virüsler, amipler ve proteinler olmak üzere dört varlığın muhtemel özellikleri ile ilgili ifadeleri içeren 100 Doğru / Yanlış maddeden oluşan anketini 90 öğrenciye uygulanmıştır. Sonuç olarak ezberlenmiş veya yanlış yapılanmış bilginin, bireyin virüsleri tam ve doğru bir şekilde anlaması için yeterli olmadığını ifade etmiştir.

Echevarria, M., (1999) Ortaokul öğrencilerinin genetikteki üç haftalık bir sorgulama çalışması sırasındaki bilimsel akıl yürütme ve bilgi oluşturma yapısını incelemiştir. Öğrencilerin ontolojik anlayışlarının alan bilgilerini ve yaptıkları araştırmalarını nasıl yürüttüklerini etkilediğini söylemiştir.

Turgut (2009), 70 kişilik Fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada mülakatlar yaparak öğretmen adaylarının bilimsel bilgi ve yöntem algılarını araştırmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye yaklaşımının realist anlayışa denk düştüğünü ve gerçek bilimsel bilgiye giden yol için bir bilimsel yöntemin varlığını ifade ettiklerinden bahsetmiştir.

2.4.2. Isı Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanlışları Hakkındaki Araştırmalar

Çeşitli araştırmalar (Erickson 1979, 1980; Brook ve ark 1984, 1985; Tiberghien 1985; Duit ve Kesidou 1988; Linn ve Songer 1991; Kesidou ve Duit 1993; Lewis ve Linn 1994; Grayson ve ark 1995; Harrison ve ark 1999), öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda bilim insanlarının fikirlerinden farklı fikirlere sahip olduklarını göstermiştir. Öğrenciler bu fikirleri günlük deneyimlerinden ve hatta okuldaki yanlış temsil edilen öğretilerden elde edebilirler. Alanyazın incelendiğinde öğrencilerde ısı ve sıcaklık kavramlarının tanımı, ısı iletimi ve yalıtımı konusunda aşağıdaki konularda öğretim öncesi ve hatta sonrasında görülen kavram yanlışları ve anlama güçlükleri şu şekilde sıralanabilir (Tamkavas,2016):

*Isı bir maddedir. Isı enerji değildir.

*Isı, hava veya buhar gibi maddi bir maddedir

*Sıcaklık, belirli bir malzeme veya nesnenin bir özelliğidir. (Örneğin, öğrenciler metalin doğal olarak plastikten daha soğuk olduğuna inanabilir.)

*Sıcak ve soğuk farklıdır.

*Soğuk, bir nesneden diğerine aktarılır.

*Eşyaları sıcak tutan nesneler (kazaklar, eldivenler, battaniyeler) ısı kaynaklarıdır.

*Bir nesnenin sıcaklığı, boyutuna bağlıdır.

- *Kaynama, bir maddenin ulaşabileceği maksimum sıcaklıktır.
- *İki tür ısı vardır, soğuk ısı ve sıcak ısı
- *Bir nesnenin sıcaklığı, boyutuna bağlıdır
- *Isı sıcaktır, ancak sıcaklık soğuk veya sıcak olabilir
- *Isı ve sıcaklık arasında hiçbir fark yoktur
- *Bazı maddeler doğal olarak diğerlerinden daha soğuktur
- *Sıcak ve soğuk zıttır ve her ikisi de akışkan maddelerdir.
- *Isı transferi sıcaklık eşitlendiğinde hemen durmaz.
- *Hava, yalnızca hava ile çevrili olan diğer cisimleri soğutur
- *Isı, ısı ve soğuk nötrlenene kadar soğuk vücut tarafından çekilir.
- *Sıcaklık, ısı miktarıdır.
- *İki cisim aynı sıcaklıktaysa, aynı enerji veya ısıya sahiptirler.
- *Isı, farklı malzemelere farklı kolaylıkla girer ve çıkar.
- *Farklı malzemeler ısıyı çeker veya ısıyı farklı şekilde tutar.
- *Oda sıcaklığında soğuk hisseden nesnelerin farklı sıcaklıkları vardır.
- *Nesnelerin içinde belli miktarda ısı olabilir.
- *Nesneler çevrelerinden daha sıcak olabilir.
- *Suyun sıcaklığı kaynama noktasını aşabilir
- *Sabit ısı, ısı değişiminin mümkün olmadığı anlamına gelir
- *Metaller soğuğu çeker, tutar veya soğurur.
- *İletkenler, ısıyı yalıtkanlardan daha yavaş iletir.
- *Yün nesneleri ısıtır.
- *İzolatörler ısıyı emer / hapseder.

Isı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarının çoğu varlık tabanlı kavramlardır (Ericson1979; Harrison ve ark. 1999). Örneğin öğrenciler ısıyı, hava, gaz veya buhar gibi varlıksal olarak algılamaktadırlar (Ericson 1979, 1980; Jara-Guerro 1993). Genellikle ısı ve sıcaklık kavramlarını birbirinin yerine kullanmaktadırlar (Jara-Guerro, 1993). Öğrencilerin aynı ortamda uzun süre kalan cisimlerin aynı sıcaklığa sahip oldukları düşüncesini anlamaları konusunda zorlandıkları ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi, dokunma duyusunun sıcaklığın tespitinde yeterli olduğunu düşünmeleri ve cisimlere dokunduklarında onları farklı sıcaklıkta hissetmeleridir.

Çocukların ısı ve sıcaklık hakkındaki düşünceleri Erickson (1979, 1980) tarafından belgelendirilmiştir. Erickson, çocukların ısı ve sıcaklık hakkındaki fikirlerinin bir modelini belirleme amacıyla ve bu bilginin bir öğretim ortamında nasıl kullanılabileceğini gösteren iki

konuyu bir dizi açık uçlu gayri resmi görüşme yaparak, yaşları 6-13 arasında değişen 12 Kanadalı çocukla klinik görüşme yöntemiyle açık uçlu sorularla röportaj yapmıştır. Çocuklar ısı ve sıcaklığın aynı kavramlar olduğunu, “sıcak ısı” ve “soğuk ısı” terimlerini kullanarak ısının soğğun tersi olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, çocuklar ısıyı, kalorik ısı teorisini (bkz: Bölüm 2.2.4.Tarihten örnekler) yansıtan somut bir madde olarak algılamışlardır. Çocukların diğer bir inancı ise sıcaklığın veya soğğun hava veya buhar gibi nesnelerin içine veya dışına akabilen bir tür madde olduğudur.

Erickson (1980), 76 beşinci sınıf, 117 7. sınıf ve 83 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile yaptığı çalışmada çocukların ısıyı cisimlerden ayırmadaki zorluklarını belgelemiştir. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık hakkındaki inançlarını belirlemek için Kavramsal Profil Envanteri (CPI) adlı bir araç geliştirmiştir. Derinlemesine klinik görüşmeler sırasında belirlenen Kinetik Teori, Kalorik Teori ve Çocukların Teorisi şeklinde üç farklı teori gözlemiştir. Önce konu ile ilgili sınıf önünde bir gösteri yapmış ve ardından öğrencilerden altı kutuplu ölçek üzerinde yargılarını yapmaları isteyerek araştırmayı iki aşamada gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak Erickson, kalori teorisinin diğer bakış açılarından daha yüksek oranda görüldüğünü ve daha önce genç öğrencilerin sıcak ve soğğun farklı maddelerin kendine özgü nitelikleri olduğunu düşündüklerini bildirmiştir. Birkaç yıl sonra, Erickson (1985) ısı ve sıcaklık ile ilgili çalışmaları gözden geçirerek, çoğu öğrencinin, daha yüksek bir sıcaklıktaki nesnelerden daha düşük bir sıcaklıktaki nesnelere ısı transferinin farkında olduğu ve bu süreç için kendilerince mantıklı açıklamalara sahip olduklarını ifade etmiştir. Erickson ayrıca öğrencilerin bir nesnenin sıcaklığının büyüklüğü ile ilgili olduğuna inandığını bildirmiştir. Örneğin, 76 çocuğun (12 yaşında) yarısından fazlası büyük bir buz küpünün küçük bir buz küpünden daha düşük bir sıcaklığa sahip olacağını düşünmüştür.

Tiberghien (1985) çoğu öğrencinin formal eğitim gördüğü bir grupta çalışarak, öğrencilerin kinetik moleküler teori hakkındaki fikirlerini ortaya koymuştur. Tiberghien, çocukların ısının sıcak olduğu konusunda bir fikre sahip olduğunu, ancak sıcaklığın soğuk veya sıcak olabileceğini ve bazılarının ısı ve sıcaklık arasında bir fark olmadığını düşündüğünü belirtmiştir. Aynı zamanda çocuklar, erime veya kaynama sırasında sıcaklığın değiştiğini düşünmüşlerdir.

Clough ve Driver (1985), 16 ve daha üst yaşlardaki öğrencilerle yürüttüğü çalışmada hem ısı konusundaki kavramsal anlamaları incelenmiş hem de ısı kavramının nasıl anlatılabileceği ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Öğrencilerin ısı kavramı ile çok küçük

yaşlarda tanıştığını ve ömür boyunca bu kavramla içi içe olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada öğrencilerin ısı kavramı ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür.

Duit ve Kesidou (1988), öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını haritalamak amacıyla ısı, sıcaklık ve enerjinin geleneksel bir şekilde öğretildiği dört yıllık fizik eğitimi alan 14 10. sınıf öğrencisi (15-16 yaş) ile klinik görüşmeler gerçekleştirmiştir. Bu öğrencilerin yaklaşık %80'i, farklı sıcaklıklardaki iki cisim teması geçtiğinde, ısı değişim sürecinin bir sonucu olarak aynı sıcaklığa ulaşamayacaklarını düşünmüşlerdir. Ayrıca görüşme yaptıkları 14 öğrenciden sadece 2'si soğuk, etrafı hava ile çevrili ise diğer vücutları soğutacak nitelikte olduğu görüşüne sahiptir. Aynı zamanda öğrencilerin, sıcak ve soğuk kendi varlıkları olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler, ısı alışverişini açıklarken, ısı ve soğuk dengelenene kadar ısının soğuk vücut tarafından çekildiğini söylemişlerdir. İlk olarak Su-Yuen Mak ve Young (1987) öğrencilerin "ısıyı" "soğuk" tam tersi olan "sıcak" olarak düşündüklerini ifade etmiştir. Ek olarak Duit ve Kesidou öğrencilerin ısı transferin sıcaklıklar eşitlendiğinde hemen durmadığını düşündüklerini kayda geçirmişlerdir. Bu konuyu takiben Duit ve Kesidou (1993), 34 10. sınıf öğrencisi (15-16 yaş) ile klinik görüşme yaptıkları araştırmalarında, bu yanlışın altında yatan sebebi araştırmışlardır. Bu tür düşünmenin ana nedenleri, ısının farklı malzemelere girip çıkma kolaylığı, farklı malzemeler ısıyı farklı şekillerde tutması veya kaybetmesi ve parçacıkların birbirine eşit derecede yakın olmaması ve farklı niteliklere sahip olması olarak verilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun (%53) sıcaklığı ölçülebilen bir değişken olarak gördüğünü, ısının ölçülebilir bir kavram olarak görmediklerini, sadece %21 civarında öğrencinin kavramı açıklamak için parçacık modelini kullandığını ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin bir kısmı sıcaklığı "bir vücutta bulunan ısı miktarı" olarak görmüştür. Buna ek olarak, bazıları da sıcaklığı bir vücuttan diğerine geçen bir şey olarak gördüler, açıklamalarına göre derece kavramı taşınan sıcaklık miktarını göstermiştir.

Yine Kesidou ve Duit (1993), 10 sınıflar ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin termodinamiğin ikinci yasasını nasıl anlamlandırdıklarını anlamaya çalışmışlardır. Çalışmalarında öğrencilerin "Sıcaklık bir enerji şeklidir ve/veya ısının birimidir". "Parçacıkların oynaması ısıdır.", "Isı yüksek sıcaklıktır." "Sıcaklık bir maddeden diğer maddeye geçebilmektedir." şeklinde kavram yanlışları saptanmıştır.

Wiser ve Amin (2001), 8. Sınıfı yeni bitirmiş öğrenciler ile yaptıkları 5 haftalık çalışmada öğrencilerin ısı kavramında ontolojik bir değişim yaratmanın zorluklarını incelemişlerdir. Öğrencilerin termodinamik konusunda bilimsel görüşü öğrenirken, temel engelin ontolojik olduğunu ifade ederek: öğrencilerin ısı kavramını "sıcak" olarak

düşündüklerini, bilimsel olarak geçerli kavramın ise ısı alışverişi olduğunu vurgulamışlardır. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık arasındaki ayrımı yapamadıklarını ve ısıyı geniş bir nicelik olarak görmeye karşı direnç gösterdiklerini, ontolojik olarak ısıya “sıcak” olarak bakmaya neden olduğunu ve bu durumu “ısının enerji olamayacağını, çünkü enerjinin sıcak olmadığı” şeklinde açıkladıklarından bahsetmektedir.

Brook ve arkadaşları (1984, 1985), öğrencilerin ısı ve sıcaklık hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmak için araştırma yapmıştır. 15 yaşındaki 300 öğrenci ile çalışılan bu araştırma, “Öğrenciler ısı ve sıcaklık arasında ayrım yapıyor mu?” “Öğrenciler, hal değişikliği oluşturmak için ısının gerekli olduğunu ve hal değişikliği sırasında sıcaklığın sabit kaldığını anlıyorlar mı?” “Maddenin parçacıklı modeli açısından hal değişimini anlıyorlar mı?” ve “Öğrenciler malzemeler aracılığıyla ısı iletimini nasıl kavramsallaştırır?” konularına odaklanmıştır. Çalışmada öğrencilere yazılı sorular aracılığıyla 7 soru sorulmuştur. Öğrencilerin 'ısı ve sıcaklık aynıdır', 'ısı ve soğuk zıt kavramlardır ve her ikisi de akışkan maddelerdir' ve 'bazı maddeler diğerlerinden doğal olarak daha soğuktur' gibi çeşitli görüşlere sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin, ısı iletimini ve hal değişimi olgusunu taneciklerin davranışı açısından pek açıklayamamışlardır. Ayrıca, öğrencilerin ısının daha yüksek sıcaklıkta bir nesneden daha düşük sıcaklıktaki bir nesneye aktarıldığını anlamak için taneciklerin davranışını anlamalarına gerek olmadığını savunmuşlardır.

Grayson ve arkadaşları (1995) 11 yaşındaki 5. Sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramlarının gelişimini izlemek için 'Sorgulamayla Fizik: Isı ve Sıcaklık' adlı ders materyali uyguladılar. Öğrencilerin “Nesnelerin içinde belirli miktarda ısı olabilir”, “Oda sıcaklığında farklı hissedilen nesneler farklı sıcaklıklara sahiptir”, “Nesneler çevrelerinden daha fazla ısınabilir.” “Suyun sıcaklığı kaynama noktasını aşabilir” şeklindeki görüşleri saptanmıştır.

Lewis ve Linn (1994) bir çalışmada ergenlerin, yetişkinlerin ve bilim insanlarının sahip olduğu ısı ve sıcaklık kavramlarını tanımlamışlardır. Gerçek dünyadaki olguların tahminlerini ve açıklamalarını almak için 37 ortaokul öğrencisi, 9 yetişkin ve 8 kimyager ve fizikçi ile klinik görüşmeler yapmışlardır. Pek çok öğrenci, metallerin diğer malzemelerden daha iyi "iletmesine", "emmesine", "hapsetmesine" veya "tuttuğuna" ve alüminyum folyonun, soğuk nesneleri soğuk tutmak için yün veya pamuktan daha iyi olacağını çünkü yünün nesneleri ısıtacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Üniversite öğrencilerinin ısı ve iş hakkındaki fikirlerini anlamak amacıyla Roon (1992) ve Roon ve ark (1994) tarafından iki çalışma derlenmiştir. Roon (1992), öğrencilerin

"sabit ısının" "ısı değişiminin mümkün olmadığı" anlamına geldiğini ve ısının bir işlem miktarı yerine "durum miktarı", "vücuttaki bir şey" olarak algılandığını düşündüklerini bildirmiştir. Sonraki çalışmada, Roon ve ark (1994), öğrencilerin ısı anlayışının 'enerjik ısı kavramı' olarak adlandırdıkları şey olduğu sonucuna varmışlardır, çünkü öğrenciler ısıyı bir tür enerji olarak algılamışlardır.

Linn ve Songer (1991), öğrencilerin temel termodinamik öğretimini geliştirmek için, önceki test sonuçlarını kullanarak bir müfredat tasarlamışlardır. Bu müfredatta, kalorik teoriye benzer "ısının akışı" fikrine dayanan ısı olgularının 'pragmatik bir modelinin' öğretilmesine odaklanmışlardır. Çalışmada deneyler için 13 hafta ve eğitim için 20 hafta ayrılmıştır. Öğrencilerin termodinamik anlayışlarını değerlendirmek için HTA (Isı ve Sıcaklık Değerlendirme) testlerini kullanmışlardır. Kinetik teori modelinin öğrenciler tarafından göz ardı edildiğini ve deneylerinin sonuçlarını teori ile bütünleştirmediklerini ileri sürmüşlerdir.

Harrison ve arkadaşları (1999), dikkatle tasarlanmış bir kavram değiştirme yaklaşımının 11. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık kavramları üzerindeki etkisini araştırmak için bir sınıftan seçilen 5 öğrenciyle derinlemesine bir vaka çalışması yaptı. Araştırmada, Lawson'ın (1978) Formal Akıl Yürütme Testi ve Erickson'un (1980) Kavramsal Profil Envanteri (CPI) kullanılarak bu testler ön test, son test ve kalıcılık testi olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Hewson, farklı bakış açılarının ifade edilmesinin, istenen kavramsal çerçevenin elde edilmesini hiçbir şekilde engellemediğini öne sürmüştür.

Öğrencilerin ısı ve sıcaklıkla ilgili öğrenme zorluklarının üstesinden gelmek için farklı öğretim yaklaşımlarının etkilerini test etmek için de çalışmalar yapılmıştır (Rogan, 1988; Linn ve Songer, 1991; Harrison ve ark, 1999). Alternatif teorilere sahip çocuklar tarafından kinetik ısı teorisinin anlaşılmasını etkileyen temel faktörleri belirlemek için Rogan, sonuçların Fen öğretmenleri tarafından daha kolay uygulanabilmesi için sınıf temelli bir çalışma yürütmüştür. Araştırmaya yaş ortalaması yaklaşık 14 olan 145 öğrenci ile 'belirli öğretim stratejilerinin kullanılması kavramsal değişime neden olabilir mi?' sorusuna cevap aramıştır ve bunu üç tema olarak incelenmiştir. İlk olarak, öncül ısı kavramları dikkate alınan öğrencilerin, ısı enerjisi konusunda kavramsal bir değişim yaşamaları istendi. Bu değişim için, Hewson (1981) tarafından önerilen kavramsal değişim yaklaşımına dayanan öğretim dizisi tasarlanarak test edilmiştir.

Frederik ve ark (1999) öğretmen adayları ile yürüttüğü araştırmada, öğretmen adaylarının fen ve matematik kavramlarıyla ilgili kavramsal güçlüklerinin öğrencilerinininkine

çok benzer olduğunu ifade etmiştir. Hazırladıkları sorularda ısının bir varlık olarak nitelendirildiği, soğğun sıcaklığın tersi olduğu, nesnelerin ya sıcak ya da soğuk olabildiği, ısı ve sıcaklığın arasında fark olmadığından bahsedilmiştir. Isı hakkındaki yanlış kaynaklarından birinin “ısıyı bir sistemden başka bir sisteme akan enerji” olarak açıklamak yerine “ısının bir tür enerji” şeklinde ifade edilmesinden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Erickson ve Tiberghien (1985), 20 öğretmen adayı ile yaptıkları çalışmalarında kavram yanlışlarının 'ısı' ve 'sıcaklık' kelimelerinin günlük kullanımından kaynaklandığını iddia etmektedir. 'Isıyı içeride tut', 'soğğu dışarıda tut', 'ısı bir çubuk boyunca hareket eder', 'ısı kazanılır' ya da kaybedilir' şeklindeki ifadelerin yanlışları tetiklediğini, ayrıca ısı iletiminde sıcaklığın akarken zıt yönde soğukluğun aktığı düşüncesinin var olduğunu ifade etmişlerdir.

Thomaz ve ark. (1995), yaptıkları çalışmada ısı hakkındaki kavram yanlışlarını beş ana başlıkta toplamışlardır. Bunlar; ısının bir çeşit madde gibi düşünülmesi, ısı ile sıcaklık arasındaki farkı ayırt etmekteki bilgi yetersizliği, faz geçişlerindeki sıcaklıkların anlaşılabilmesi, bir cisme ısı uygulanmasıyla artan sıcaklık ve dokunduğumuz cismin zamanla sıcaklığının artması arasındaki karışıklıklar gibi konulardır.

2.4.3. Isı Sıcaklık Konusunda Yürütölmüş Ulusal Çalışmalar

Alanyazında ısı ve sıcaklık hakkında yapılmış çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların; ısı ve sıcaklık hakkındaki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik olanlar ve ısı ve sıcaklık konusunun nasıl öğretilceğini ve belirlenen kavram yanlışlarından nasıl kaçınılacağını ve bunların üstesinden nasıl gelineceği ile ilgili olduğu görölmektedir.

Kocakölah ve Turan (2019) çalışmalarında kavramsal değişim yaklaşımına dayalı, ısı sıcaklık konusundaki 5. Sınıf öğrencilerinin anlayışlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 5E öğrenme modeli kullanılarak 23 5. Sınıf öğrencisi üzerinde uygulama yapılmıştır. Araştırmada kavram yanlışlarını belirlemek için kavramsal anlama testi ve ısı sıcaklıkla ilgili bir metin kullanılmıştır. Öğretim öncesinde bu metin ve kavramsal anlama testi öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin ısı sıcaklık metni ve kavramsal anlama testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunduğu görölmüştür. Bulgularda öğrencilerin bir tencerenin ocaktan “sıcaklık” aldığı, çorba ile metal kaşık arasında “sıcaklık” aktarımının gerçekleştiğini ifade eden ısı ve sıcaklık kavramlarının karıştırıldığına yönelik bulgular bulunmuştur.

Kaptan ve Korkmaz (2001), Sınıf Öğretmenliği okuyan 2. sınıf öğrencilerinden oluşan 65 öğrenci ile çalışmamalarında, öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık kavramlarını ayıramadıklarını, bu kavramları öğrenmede güçlük yaşadıkları tespit etmişlerdir. Çalışmanın verilerini toplamak için açık uçlu soru içeren anket uygulamışlardır.

Başer ve Çataloğlu (2005), 7. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularındaki kavramları öğrenmeleri ve fen bilgisi dersine karşı tutumlarını incelemek üzere 74 (38 deney, 36 kontrol grubu) öğrenci ile kavramsal değişime yönelik bir öğretim tasarlamışlardır. Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının araştırmak üzere ısı ve sıcaklık kavramları testi (ISKT) kullanılmıştır. Öğretim öncesi ve sonrası veri toplama aracı olarak kullanılan ısı ve sıcaklık kavramları testinin sonuçlarına göre iki farklı gruptaki öğrencilerin ortalama puanları arasında, deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Kavram yanlışlarının arasında “sıcaklık aktarılır, ısı aktarılamaz.”

Kocakulah ve Kocakulah (2002), ortaöğretim birinci sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin ısı, sıcaklık, hal değişimi ve ısı iletimi ile ilgili kavramsal yapılarını ortaya koymuşlardır. 15 yaşındaki 259 öğrenci ile açık uçlu altı soruya verdikleri yanıtlar ve 4 öğrenciyle yapılan ikili görüşmeler incelenmiştir. Öğrencilerin sıcaklık ile ısı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu vurguladıklarını ancak iki kavramın farklı olduğunu bilmelerine rağmen bu farkı açıklayamadıklarını belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin sezgi yoluyla geliştirdikleri çeşitli zihinsel yapıları göstermektedir. Bu zihinsel yapılar çoğunlukla mevcut bilimsel görüşle tutarsızdır.

Acemoğlu ve Doğan (2019), fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını incelemişlerdir. Olgü bilim deseni kullanılan bu çalışmada öğretmen adaylarının sıcaklığı bir enerji çeşidi, ısıyı ise bir ölçüm olarak yanlış bir şekilde ifade ettikleri gözlemlenmiştir.

Aydoğan ve ark. (2003), “Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanlışları” isimli çalışmalarında ısı ve sıcaklık kavram testi geliştirmişlerdir. Bu testi lise ve üniversitede öğrenim gören 1017 öğrenciye uygulamışlar ve öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını saptamışlardır.

Yumuşak (2008), fen bilgisi öğretmen adaylarının temel fizik konularına ilişkin kavram yanlışlarını ve nedenlerini saptamak amacıyla yaptığı çalışmasında yanlışları listelemiştir. Isı ve sıcaklık aynıdır, sıcaklık maddenin miktarına veya büyüklüğüne bağlıdır, bir nesnenin sıcaklığı yapıldığı maddenin türüne bağlıdır, ısıtılan nesnelerde ısı emişi nesnenin

büyüklüğüne bağlıdır, bazı nesneler diğerlerinden daha çok ısı çekebilirler ve maddelerin ısı emmeye dirençleri vardır, “yünlü maddeler nesneleri sıcak tutmak için iyiyken, soğuk tutmak için iyi olmadığı”, “alüminyum folyo nesneleri soğuk tutmak için en iyi madde olduğu” yanlışları öğretmen adaylarında görülmüştür.

Gönen ve ark. (2005), “Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Olarak Geliştirilen Çalışma Yaprağının Uygulanabilirliğinin İncelenmesi” adlı çalışmalarında konuyla ilgili alanyazınında ifade edilen kavram yanlışlarını dikkate alarak bir çalışma yaprağı geliştirerek 38 fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda geliştirilen çalışma yaprağının, araştırılan konuyla ilgili öğrencilerin uygun anlamalar geliştirmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Gülbüz (2008), yüksek lisans tezinde, kavramsal değişim metinlerinin, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini araştırmıştır. ısı ve sıcaklık konusunda öğrencilerin birçok kavram yanlışının bulunduğunu ve çalışmada kullanılan kavramsal değişim yaklaşımı yönteminin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve başarılarının yükselmesinde önemli bir rol oynadığı sonucuna varmıştır.

Durmaz ve Aydın (2019), araştırmalarında epistemolojik inançların 8. sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konusunda bilgi düzeyine etkisini incelenmiştir. 823 8. sınıf öğrencisi ve bu öğrencilerin fen bilimleri dersine giren 15 fen bilimleri öğretmeni ile çalışılmıştır. ısı ve sıcaklık kavram bilgilerini ve bu bilgiye etki eden epistemolojik inançları belirlemek için “Isı ve Sıcaklık Öğrenci Kavram Testi”, Epistemolojik İnanç Anketi” ve “Isı ve Sıcaklık Öğretmen Kavram Testi” veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Verilerin analizinde nicel veri analizi yöntemleri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda öğrencilerin; epistemolojik inançlarının ısı ve sıcaklık kavram bilgilerini yordadığı, epistemolojik inanç düzeyleri arttıkça ısı ve sıcaklık kavramları bilgilerinin de da arttığı, ısı ve sıcaklık kavramları bilgi düzeyi ile epistemolojik inanç ölçeği alt boyutları arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bu analizlerden öğretmenlerin; ısı ve sıcaklık kavram bilgileri yüksek olanların öğrencilerinin de ısı ve sıcaklık kavram bilgileri puan ortalamalarının yüksek olduğu, onlardan epistemolojik inanç düzeyleri yüksek olanların öğrencilerinin de epistemolojik inanç düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Karakuyu (2006) doktora tezinde Afyonkarahisar’a bağlı Sandıklı ve Hocalar ilçelerindeki çeşitli liselerdeki öğrencilerin ısı-sıcaklık kavramlarının nasıl birbirinin yerine

kullanıldıklarını belirlemek ve ısı-sıcaklık konularındaki algılama hatalarını analiz etmiştir. Bu amaçla toplam 215 öğrenciye Kavram Yanılgı Belirleme Testi uygulamıştır. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık hakkında kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmüştür. Bazı öğrenciler günlük konuşmalarında ısı ve sıcaklık terimlerini birbirlerinin yerine kullanmaktadırlar. Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerde, ısı ve sıcaklığın doğası, ısıнын bileşimi, ısıнын hareketi, ısıнын etkileri, ısı ve madde, sıcaklığın tanımı, sıcaklığın değişimi gibi konularda kavram yanılgıları tespit edilmiştir. “Soğukluk hissi vücuda doğru olan soğukluğun transferidir, sıcaklık hissi de vücuda doğru olan sıcaklığın transferidir”, “Isı ve soğukluk birbirinin tersi gibi görünmektedir” düşünceleri saptanmıştır. Bazı öğrencilerin ‘ısı’ kelimesini bir isim olarak kullandığını, “Isı cisimlerin içine ve dışına doğru akıyor” şeklinde düşündüklerini ifade etmiştir. Bu görüşün ısıнын madde olduğu anlayışını göstermekte olduğunun altını çizmiştir. Öğrencilere göre cisimlerin parçacıkları, mikroskobik özelliklere sahiptirler. Öğrenciler ısıнын bir maddeye transfer edilmesiyle parçacıkların bileşenlerinin genişlediğini veya eridiğini düşünebilirler. Transfer yöntemlerinde ısıнын enerji olduğu anlayışının kabul edilmesi durumunda, ısı ile cismin sahip olduğu iç enerji farkını anlamalarının daha zor olabileceğini ve birçok öğrencinin soğuk ve ısıyı birbirinin tersi gibi algıladığını yazmıştır.

Ültay ve ark (2015) yaptıkları çalışmada okul öncesi öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal bilgilerinin ve konu ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramların belirlenmişlerdir. Çalışmanın sonucunda katılımcılarda yüksek oranda tekrar eden kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. ısı-sıcaklık konusundaki kavramsal bilgilerinin eksik olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının bu konuda oldukça fazla kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür “Maddelerin sıcaklık tutma kapasitesi vardır”, “sıcaklık maddenin cinsine bağlıdır”, “Yünlü maddeler cisimleri sıcak tutmak için kullanılan en iyi maddedir” ve “maddeler arasındaki ısı alışverişi madde miktarına bağlıdır” alternatif kavramları tespit edilen alternatif kavramlardan bazılarıdır.

Uzoğlu ve Gürbüz (2013) tarafından 3. sınıfta öğrenim gören 75 fen ve teknoloji öğretmen adayı ile yapılan çalışma, fen ve teknoloji öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgılarını incelemiştir. Veri toplama aracı olarak öğrenme amaçlı yazma aktivitelerinden mektup yazma aktivitesi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun Sıcaklığın bir enerji olduğunu, ısıнын bir sıcaklık olduğunu, maddenin sahip olduğu ısıya öz ısı denildiğini, ısıнын maddenin sahip olduğu kinetik

enerji olduğunu, ısının maddenin sahip olduğu potansiyel enerji olduğuna dair yanılgılarına sahip olduğu tespit edilmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölüm içerisinde araştırmanın modeli, araştırma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve veri analizi bölümlerine yer verilmektedir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada Fen bilimleri öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerinin bilimsel bilginin ontolojik boyutlarına yönelik görüşlerinin belirlenmesi için karma araştırma yöntemi (nitel ve nicel bir arada) kullanılmıştır. Karma yöntemler, bir araştırma çalışmasında nitel ve nicel araştırma ve verilerin birleştirilmesini veya entegrasyonunu içerir (Creswell, 2013). Nicel ve nitel arasında bir köprü kurmak, her iki yaklaşımı tek başına kullanmaya oranla araştırma problemlerini daha iyi anlamamızı sağlar. Karma yöntem resmin bütünü görülebilmesine, sayısal ve sözel değerlerin beraber kullanımı ile açıklama kolaylığının sağlayarak açıklama gücünün artırılmasını sağlar (Tunalı, Gözü, Özen, 2016). Araştırma tarama modelinde yürütülmüştür.

3.1.1. Tarama Modeli

Tarama modelleri mevcut durumu ortaya koymak için tercih edilirler (Çepni, 2007). Tarama çalışmalarında araştırılmak istenen olayın veya problemin mevcut durumu nedir ve neredeyiz sorusuna cevap aranır. Tarama çalışmalarında örneklem oldukça geniş tutulur. Bu nedenle genellikle anketler kullanılarak nicel veriler toplanır (Creswell, 2013).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemi veri toplama araçları geliştirme örnekleme ve uygulama örnekleme olarak ikiye ayrılmıştır. Veri toplama araçlarından *Bilimsel Olgusallık Anketi* (BOA) (EK1) geliştirme uygulamasının örneklemi İzmir İli Buca ilçesinde bulunan bir devlet okulu 6. Sınıf öğrencileri seçilmiştir. Uygulamanın örneklemi ise İzmir ili Buca ilçesinde bulunan, İzmir ili Buca ilçe Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı merkez öğretim okulları arasından seçilmiş beş ortaokuldaki 7. Sınıf öğrencileri ve Ege bölgesindeki bir devlet üniversitesi eğitim fakültesinde okumakta olan fen bilimleri öğretmen adayları ve Ege bölgesinden seçilmiş (6 İzmir, 3 Muğla, 2 Uşak, 1 Kütahya) fen bilimleri öğretmenleri oluşturmaktadır. Çalışmanın nicel veri toplama aracı Bilimsel Olgusallık Anketinin (BOA) örnekleme de BOA'nın geliştirilme ve uygulama örnekleme olmak üzere iki bölümde ele alınacaktır. BOA'nın geliştirme örnekleme BOA'nın konusu olan 6. sınıf Isı ve Sıcaklık

Ünitesi, pilot olarak seçilen İzmir İli Buca ilçesinde bir devlet okulunda 6 A şubesine uygulanmıştır. Uzman görüşü alınarak son hali verilen BOA Buca ilçesinde belirlenen şehir merkezindeki ilköğretim okulu öğrencilerine uygulanmıştır. Geliştirilen BOA tüm örnekleme ortak uygulanmıştır. Çalışılan örnekleme ilişkin bilgiler Tablo 2’ de sunulmuştur.

Tablo 1. *Bilimsel Olgusallık Anketi (BOA) geliştirme örnekleme*

Öğrenci	Sayı
Kız	12
Erkek	17
	29

BOA’nın uygulama örnekleme basit seçkisiz örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup, örneklem özellikleri Tablo da (Tablo 2) sunulmuştur.

Tablo 2 *BOA uygulama örnekleme*

VeriToplama Aracı BOA	Öğrenci örnekleme	Öğretmen Adayı Örnekleme	Öğretmen Örnekleme	Örneklem Toplam
Kadın	175	82	51	308
Erkek	170	24	45	239
Toplam	345	106	96	547

Çalışmanın BOA uygulama örnekleme 345 öğrenci, 106 öğretmen adayı, 96 öğretmen ile sınırlandırılmıştır.

Çalışmanın nitel veri toplama aracı olan *Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme Formu* (BBOBYGF) (EK 2) katılımcılardan görüşme yoluyla veri toplandığından evrene genellenmeyerek çalışma gruplarıyla sınırlıdır. Klinik görüşmelerin temel aldığı nitel araştırmalar özel durumları incelemeyi amaç edindiklerinden elde edilen sonuçların dış geçerlik kaygısı olmadığı için genellenebilirlik iddiasına sahip değildir (Karataş ve Güven, 2003). Piaget tarafından geliştirilen çocukların düşünme yaklaşımını takiben, öğrencilerin kavram yanılgıları hakkında bilgi edinmenin olağan yolu, bireysel öğrenci görüşmeleridir (Chandrasegaran, Treagust, 2007). Alan yazın incelendiğinde, araştırmacılar tarafından en sık kullanılan iki yöntemin, örneklerle ilgili görüşmeler ve olaylar hakkındaki görüşmeler olduğu görülmüştür (Erickson,1979; Vosniadou, 2001, diSessa, 1993; Dahlin,2003; Apaydın, 2014). Çalışmanın BBOBYGF kullanılan nitel kısmında ulaşabilir olan 66 kişilik bir çalışma grubu ile çalışılmıştır.

BBOBYGF için BOA geliştirme örneklemindeki çalışma grubu öğrenciler BOA uyguladıktan sonra sınıf ortamında ısı ve sıcaklık ünitesi hakkında BOA soruları tartışılmıştır. Öğrencilerin yanılgıları saptanarak BOA anketinin devamı hakkında BBOBYGF soruları oluşturulmuştur. Tablo 3. *Bilimsel bilginin ontolojik boyutlarına yönelik görüşme formu (BBOBYF) için örneklem tablosu*

Veri toplama Araç BBOBYGF	Öğrenci Çalışma Grubu	Öğretmen Adayı Çalışma Grubu	Öğretmen Çalışma Grubu	Çalışma Grubu Toplam
Kadın	23	11	9	43
Erkek	15	5	3	23
Toplam	38	16	12	66

Öğrenciler için çalışma grubu fiziksel koşullar ve zamanlama göz önünde bulundurularak toplamda basit seçkisiz örnekleme yöntemiyle 38 kişi ile sınırlandırılmıştır. Öğrenciler ısı ve sıcaklık konusunda 5 ve 6. Sınıflarda eğitim almışlardır. 7. Sınıfta ısı ve sıcaklık konusu bulunmamaktadır (MEB 2018). Öğretim sonrası belirli bir süre geçtikten sonraki düşünceleri görebilmek, bilişsel düzey yeterlilikleri ve sınav kaygısı taşımamalarından ötürü 7. Sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Öğretmen adayları ve öğretmenler için ise çalışma grubu fiziksel koşullar ve zamanlama göz önünde bulundurularak öğretmen adayları için 16, öğretmenler için ise 12 kişilik çalışma grubu oluşturulmuştur. Öğretmen adayları Buca Eğitim Fakültesinde okumakta olan 3. sınıf Fen Bilimleri öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Araçları

Veriler öğrencilerin, öğretmen adaylarının, öğretmenlerin ısı sıcaklık konularına ilişkin bilgi yapılarının ontolojik kategorilerini açığa çıkarmak için iki aşamada toplanmıştır. Öncelikle çalışma grubunun ısı ve sıcaklık ünitesine dair sahip oldukları önbilgiler ve ontolojik yanılgılara yatkınlıklarını açığa çıkartmak için BOA uygulanmıştır. Anketlerden elde edilen veriler ve saptanan yanılgılar ile ilgili derinlemesine araştırma yapabilmek için anket sorularıyla ilişkili görüşme soruları hazırlanmıştır. BOA ve BBOBYGF soruları alanyazında karşılaşılan belli ontolojik kategorilere göre düzenlenmiştir. Bu kategoriler; tanım, duyumsanma, iletim, yalıtım ve varlık olarak 5 kategori olarak belirlenmiştir. Her kategori altında görülen ontolojik yanılgıları kodlamalar şeklinde işlenmiştir. Kodlamalar ontolojik yanılgılara dayanır. Dört kategori de birbirleriyle ilişkilidir, tablolarda belirtilen yanılgıları daha net gözlemek amacıyla ayrı başlıklar altında incelenmektedir. Tanım kategorisi

ontolojik bir kategori olarak değerlendirilmemiş olup sadece çalışma grubunun kavramlar hakkındaki ön bilgileri hakkında bilgi sahibi olmak için oluşturulmuştur. Diğer dört kategori veri toplama araçlarının geliştirilmesi başlığında incelenmiştir.

Tablo 4. *Kategoriler ve ilgili kodlar için bilimsel açıklamalar*

Kategori ve ilgili kodlar	Bilimsel açıklamalar
<i>“Isının duyumsanması”</i> Isı “sıcaktır”. Sıcaklık “sıcaktır”. Isı ikiye ayrılır; sıcaklık ve soğukluk Sıcak maddeler kırmızıdır, soğuk maddeler mavidir.	Isı bir enerji aktarımıdır. Sıcaklık ise bir cismin ne kadar sıcak veya soğuk olduğunu gösteren, bir sistemin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisiyle ilişkili bir kavramdır. İç enerji, cismin durgun bir halinde taneciklerin hareketiyle ilgili enerjilerin toplamıdır. Dolayısıyla soğukluk ısının yokluğu değil, tanecik hareketinin az olmasıdır.
<i>“Isının hareketi/iletimi”</i> Isı/sıcaklık hareket eder (akar, uçar, atlar, kaçır, yer değiştirir). Sıcaklık iletilir. Soğukluk iletilir.	Isı bir enerji iletim biçimidir ve enerji bir madde biçimi değildir çünkü atomlardan veya moleküllerden oluşmaz. Bu hareketler maddelere özgüdür.
<i>“Isının varlığı”</i> Isı bir madde biçimidir (taneciktir, gazdır, sıvıdır) (ör; ısı parçacığı) Isı görünür. Isı iletiminde tanecik geçişi olur.	Filojiston ve kalorik düşünceleri sezgisel düşünmenin ürünüdür. Ancak günümüzde ısının bir enerji formu olduğunu bir kütlesinin veya hacminin olmadığını bilmekteyiz.
<i>“Isının yalıtımı”</i> Yalıtım maddeleri ısı kaynağı görevi görür (Ör: ceketler bizi ısıtır).	Isı yalıtımı sıcaklıkları farklı iki bölge arasındaki ısı iletimini en aza indirmektedir. Aradaki bölümü vakumlayarak tanecik hareketi engellenebilir ancak ışıma uzun süre engellenemeyeceği için ısı bir süre sonar düşecektir. Herhangi bir ısı kaynağı durumu söz konusu değildir.

3.4. Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi

Bilimsel Olgusallık Anketi (BOA)

BOA hazırlanırken alanyazında karşılaşılan ısı ve sıcaklık kavram yanılgılarından yola çıkılarak, ısı ve sıcaklık kavramlarına birer varlık özelliği atfedilen sorular ve Chi’nin (1992) oluşturduğu kavramların kategorizasyonu temel alınarak sorular hazırlanmıştır. Sorular kapsam, görünüş ve içerik geçerliği, fen bilgisi alanında 2 öğretim üyesi, iki fen bilgisi eğitimi uzmanı ve 2 fen bilgisi öğretmeninin görüşüne sunulmuş, önerilen eklemeler ve düzeltmeler

doğrultusunda son hali verilerek pilot uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Görüşme soruları öğrenci, öğretmen ve öğretmen adayı olmak üzere tüm çalışma grubuna aynı olacak şekilde hazırlanmıştır. Her grubun ve özellikle öğrenci grubunun anlayışlarına uygun olarak düzenlenip görünüş ve yordama geçerliliği sağlanmıştır. Uzman görüşü alındıktan sonra (araştırmanın başlangıcından yaklaşık 4 ay önce), yapılacak çalışmanın şekillendirilebilmesi amacıyla pilot çalışma yapılmıştır. Öğrencilerle yapılan pilot çalışma sonucu görülen yanılgılar ile anket derinleştirilmiştir. Bu kapsamda öğrencilerle bir ön görüşme yapılarak ısı ve sıcaklık konuları hakkındaki düşüncelerine yönelik sohbet edilmiş ve sorulara son hali verilmiştir. Öğrencilere 7. sınıfa kadar gördüğü ısı sıcaklık konularına yönelik sorular sorulmuştur. 8. Sınıfta görmeleri gereken hal değişimi soruları öğrencilerin derse gelmeden ne tür gerçeklik dışı önbilgiler getirdiklerine dair bilgi toplamak için koyulmuştur. Ancak veri analizi kısmında araştırma problemine hizmet etmediği için çıkarılmıştır. Ekler kısmına bu soruların çıkartılmış hali koyulmuştur (Ek 1). Öğretmen adaylarına ve öğretmenlere aynı anket soruları yöneltilmiştir. Anket son haliyle 24 sorudan oluşmaktadır. İfadelerin altında Katılıyorum, katılmıyorum ve bilmiyorum ifadeleri kullanılmıştır. Bazı sorularda düşünceleri iyi analiz edebilmek için çünkü ifadesi kullanılmıştır. Cevaplara bakıldığında tek kelimelik cevaplar görüldüğü ve cevaplar yoruma açık olmayacak derecede net olduğu için güvenilirlik hesaplaması yapılmamıştır. Bir soruda maddelerin ısınmış görüldüğünü nasıl anladıklarına dair maddeleri yazmaları istenmiştir. Çalışma grubuna şekil üzerinden 2 soru ve 1 adet de kavram karikatürü gösterilerek soruları cevaplamaları istenmiştir. Anketlerin tüm katılımcılar tarafından cevaplanması ortalama olarak bir ders saatidir. Uygulama boyunca araştırmacı gerekli açıklamaları yaparak, anlaşılmayan noktaların oluşmaması için tüm uygulamalar boyunca gerekli rehberlik desteği sağlamıştır. BOA için maddelerin hangi kategorilere ait olduğu ve özellikleri tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. *BOA için maddelerin ait olduğu kategoriler ve karşılık gelen ontolojik yanılgılar*

Kategori	Madde	Kodlara karşılık gelen kavram yanılgıları
Isının duyumsanması	1;2;6;14	Isı ve sıcaklık kavramları “sıcak” olarak algılanır. Isı sıcak ve soğuk olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır.
İletim	7;9;10;11;12;13;16;17;18;19;23	Isı iletilirken akma (sıvı), uçma (gaz), atlama (tanecik) özelliği gösterir. Sıcaklık veya soğukluk iletilir.
Yalıtım	3;24	Yalıtım araçları (örnek olarak ceket kullanılmıştır) ısı iletimini yavaşlatmak yerine cisme ısı vermiş gibi kaynak özelliği gösterir.
Varlık (görülebilme)	4;5;8;15;20;21;22	Isı ve sıcaklık sıvı, gaz veya tanecik olarak görülür.

Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme Formu (BBOBYGF)

Görüşme Soruları

Anket verilerine dayanarak daha derinlemesine bilgi edinebilmek için görüşme soruları hazırlanmıştır. Sorular anket sorularını da içererek çalışma grubunun kavramları zihinlerinde nasıl betimlediklerini saptamak amacıyla oluşturulmuştur. Çalışma grubunun bilimsel bilgiye yönelik görüşlerini belirlemek üzere toplamda 5 kategoriden oluşan Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme Formu (BBOBYGF) hazırlanmıştır. BBOBYGF hazırlanırken alanyazın ve anketlerden gelen bilgilere ithafen bilimsel bilginin kapsamı belirlenmiştir. Ardından bu kapsam doğrultusunda nelerin sorgulanması gerektiğine karar verilerek görüşme soruları hazırlanmıştır. Araştırma, nitel araştırmalarda kullanılan klinik görüşme tekniği ile yapılmıştır. Klinik görüşme tekniği, bilgi yapısının biçimini ve yargılama sürecini araştırmak için sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Ginsburg, 1997). Klinik görüşmede amaç, yöneltilen soruya sadece beklenen cevabı almak değil, serbestçe konuşturmak ve doğal eğilimleri keşfetmektir. Böylece düşünceler bağlamdan soyutlanmak yerine zihinsel bir bağlama yerleştirilebilir (Piaget, 1947). Görüşme soruları çalışma grubunun zihinsel yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla ısı ve sıcaklık konularının ontolojik kategorileri içermektedir. Bu sorular belli kategorilere ait bilgileri alabilmek için anket sorularıyla paralel olarak tasarlanmıştır. Her kategoriye ait soru öbekleri kullanılmıştır. Bu soru öbekleri öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusunda görülen kavram yanılgılarından ontolojik yanılgılara ait olanlar seçilmiştir. Bu soru öbekleri kodları belirlemek için kolaylık oluşturması için düzenlenmiştir.

Görüşmenin ilerleyişine göre ek sorular sorularak bilgiler derinleştirilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramına yönelik bilgi yapılarıyla ilgili olarak,

kavramsal değişim teorilerinin açıklama gücünü karşılaştırmada, öğretim programına göre ısı ve sıcaklık kavramlarına yönelik öğrenme sürecinden (5. ve 6. sınıf) geçmiş 7. sınıf öğrencileri katılımcı olarak tercih edilmiştir. Ayrıca çalışmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla, anket uygulamasını tamamlamış, aynı öğrenme ortamında bulunan, iletişime açık olan kişiler seçilmiştir.

Anket ve görüşme süreçlerinde, görüşme yapılacak öğrencilerin velilerinden ve sınıf öğretmenlerinden izin alınmış ve çalışma sürecinin içeriği hakkında öğrenciler bilgilendirilmiştir. Anket uygulaması yapıldıktan sonra görüşme için gönüllü öğrenciler seçilmiştir. Bu şekilde katılımcı onayı sağlanarak, araştırmanın güvenilirliğini arttırmak amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Aynı süreçler öğretmen adayları ve öğretmen çalışma grubu için de uygulanarak veriler toplanmıştır. Görüşme soruları toplamda 5 kategoride toplanarak çalışma grubuna yöneltilmiştir. Bu kategoriler çalışma grubunun ısı ve sıcaklık konusundaki kavramların farklı boyutlarına dair algıları daha kolay incelemek adına oluşturulmuştur. Kategoriler ve kodlar anket ile paraleldir. Tanım, duyumsanma, iletim, yalıtım ve varlık olmak üzere 5 kategori oluşturulmuştur. Bu gruplar alanyazında karşılaşılan kavram yanılgıları dikkate alınarak düzenlenmiştir. Aşağıda (Tablo 6) kategorilere hizmet eden görüşme soru öbekleri gösterilmiştir. Bu soru öbekleri kullanılarak kategoriler arasında tutarlılık analizi yapılmıştır.

Duyumsama ve yalıtım kategorilerinden farklı olarak iletim ve varlık kategorileri birbirleriyle iç içedir. Örneğin ısıнын iletimi sırasında parçacık geçişi olduğunu düşünen bir öğrenci aynı zamanda ısıнын bir parçacık olduğunu da düşünmektedir. Ya da ısıнын iletilirken bir gaz olarak tuttuğunu düşünen bir öğrenci ısıнын bir gaz olarak görülebildiğini de düşünebilir. Bu nedenle kategoriler iletim ve varlık olarak ikiye ayrılmıştır. Tüm kategoriler (tanım kategorisi hariç) önceden belirtildiği gibi maddeleştirmeye dayanmaktadır.

Tablo 6. *BBOBYGF soru öbekleri*

Kategori	Amaç	Soru Öbekleri
Tanım	Isı, sıcaklık, soğuk ve sıcak kavramları ile ilgili	- Isı ve sıcaklık nedir? Farkları var mıdır? Varsa bunlar nelerdir?

	sorular sorulmuştur. Kavramların bilimsel tanımlara yakınlığı, iki kavramın birbirine karıştırılması, sıcak ve soğuk üzerindeki zihinsel algılar incelenmiştir	- Soğuk ve sıcak nedir? - Özdeş iki metal top düşün. Birinci top soğukken ikinci top sıcak. Sence iki topun molekülleri arasında bir fark var mıdır? Nasıl görünüyorlar?
Isının Duyumsanması	Isı ve sıcaklık duyumsanması (hissiyat) ilgili sorular yöneltilmiştir. Bu iki kavram için “sıcak” hissiyatı incelenmiştir.	- Soğuk cisimlerin ısısı var mıdır? - Soğuk cisimlerin sıcaklığı var mıdır? - Isı sahibi olan her madde erir mi?
İletim	Isı iletimi ile ilgili sorular sorulmuştur. İletilen şeyin ne olduğu ile ilgili görüşler saptanmaya çalışılmıştır	- Isı transferini zihninde nasıl hayal ediyorsun? - İletilen şey nedir? - Metaller neden soğuktur? -Bir alüminyum ve bir de tahta bir parçamız var. Boyutları ve hacimleri aynı, aynı torbadan aynı anda çıkarılmışlar. Bu iki parça üzerine özdeş buz kütleleri koyduğumuzu düşünelim. Buzların erimeleri hakkında yorum yapar mısın? - Gravzant halkası diye bir düzenek var. Bu düzenekte zincire bağlanmış bir top var ve bu top sabit bir halkadan rahatlıkla geçebiliyor. Topu ısıtıyoruz ve top genleşiyor. Daha önceden geçebildiği halkadan şimdi geçemiyor, sıkışıyor. Çünkü genleşti. Isı burada genleşmeyi nasıl sağladı?
Yalıtım	Yalıtım hakkında sorular sorulmuştur. Yalıtım görevi gören malzemelerin ısı kaynağı işlevine sahip olup olmaması incelenmiştir.	- Kış günlerinde neden kazak, kaban gibi şeyler giyiyoruz? - “Kazaklar bizi ısıtır” ifadesi sence doğru bir ifade mi? - Bir kardan adam üzerine bir ceket (giyilmemiş) koyarsak, bu ceketin kardan adam üzerine etkisi olur mu?
Varlık	Isı ve sıcaklık kavramının varlık gibi davranmasına dair sorular yöneltilmiştir.	-Isıyı görebilir miyiz? - Kalorifer çalışırken duvarda yukarı doğru hareket eden bir gölge oluşur, sence o nedir? -Havanın bile olmadığı boş bir odayı ısı ile doldurabilir misin? -Isı/sıcaklık akar mı? ısı/sıcaklık uçar mı? -Soğuk bir günde soba yanan bir odada pencereyi açtın, ne olmasını beklersin? - “Pencereyi kapatır mısın? Isı dışarıya kaçıyor” ifadesi sence doğru bir ifade mi?

3.5. Verilerin Analizi

Anketlerin Analizi

Verilerin analizinde betimsel analize yer verilmiştir. Betimsel analiz, genellikle nitel veri grubu üzerinde derin ayrıştırma gerektirmeyen verilerin işlenmesinde kullanılır (Creswell, 2013). Araştırma katılımcılarının demografik özellikleri ile farklı niteliklerinin tasvir edilmesi, bir şehrin genel özelliklerinin anlatılması, bir kişinin hayatının özetlenmesi gibi durumlar, betimsel analizdir (Miles ve Huberman, 1994). Betimsel analiz aşamasında öncelikle araştırmanın kavramsal çerçevesinden ve araştırma sorularından yola çıkılarak veri analizi için bir çerçeve oluşturulmuştur. Ayrıca katılımcıların anlatımlarına doğrudan yer verilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Anket sorularında çalışma gruplarının verdiği cevaplar kodlanmıştır. Kodlanan cevaplardan yola çıkılarak kategorizasyonlar yapılmıştır. Bulgularda çalışma grubunun verdikleri cevaplar çetele tablosu şeklinde sunulmuştur. Nitel araştırmaların amacı, verileri öncelikle anlamak ve sonra da yorumlamak esas olduğu için ayrıntılı istatistiksel işlemler yapılmayıp yalnızca görüşleri belirten kişi sayısı şeklinde sunulmuştur.

Görüşmelerin Analizi

Çalışma grubuna ısı ve sıcaklık ünitesi kavramlarını zihinlerinde nasıl imgelendirdiklerini anlamak için sorular sorulmuştur. Görüşmelerde soru öbekleri sorularak kategoriler analiz edilmiştir. Görüşme verilerinin analizinde Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) tarafından geliştirilen “Kodlama ve Analiz” yönteminden yararlanılmıştır. Klinik görüşme yöntemi ile elde edilen veriler analiz edilirken kodlama ve analiz metodunun kullanılması daha uygundur (Vosniadou ve Brewer, 1992). Görüşme ve anket verilerin kodlanması için kodlama şeması analiz öncesi belirlenmiştir ve veri analizi sırasında veriler okunup yorumlandıkça son hali uygulanmıştır. Geliştirilen kodlar ve çalışma grubunun farklı durumlarda, farklı soru öbeklerine verdikleri tüm yanıtlarda bu kodlama tablosunda yer alan yanıtlar aranmıştır.

Tablo 7. *Kategorilere karşılık gelen ontolojik yanıt kodları*

Kategoriler	İlgili kodlar
-------------	---------------

“Isı duyumsanması”	Isı “sıcaktır”. Sıcaklık “sıcaktır”. Isı ikiye ayrılır; sıcaklık ve soğukluk Sıcak maddeler kırmızıdır, soğuk maddeler mavidir.
“Isının hareketi/iletimi”	Isı/sıcaklık hareket eder (akar, uçar, atlar, kaçar, yer değiştirir). Sıcaklık iletilir. Soğukluk iletilir.
“Isının varlığı”	Isı bir madde biçimidir (taneciktir, gazdır, sıvıdır) (ör; ısı parçacığı) Isı görünür. Isı iletiminde tanecik geçişi olur.
“Isının yalıtımı”	Yalıtım maddeleri ısı kaynağı görevi görür (Ör: ceketler bizi ısıtır).

Isı ve sıcaklık kavramlarının tanımı ile ilgili sorular analiz edilmiş ancak kategorizasyon tablosuna eklenmemiştir. Ancak bulgulara ve tartışma kısmında çalışma grubunun tanımlar hakkındaki cevapları incelenmiştir. Çalışma grubunun verdikleri yanıtları arasında iletim, yalıtım ve ısının duyumsanması kategorilerinde tutarlılık aranmıştır.

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

Çalışmanın geçerliliğini arttırmak amacıyla, çalışmada farklı veri grupları kullanılarak veri çeşitlemesi yapılmıştır (Patton ve diğerleri, 2000). Çalışma grubuna uygulama sırasında açık uçlu sorulardan oluşan sorular sorulmuş ve bu soruları yanıtlamaları istenmiştir. Sorular önceki bölümde detaylı anlatıldığı gibi var olan alanyazın ve araştırmacının deneyimleri üzerine hazırlanmış ve fen bilimleri eğitimi öğretmenlerinden görüş alınarak son hali verilmiştir. Çalışmanın güvenirliliğini sağlamak için anket ve görüşme soruları için uzman görüşü alınmıştır. Analiz aşamasında, veriler hem araştırmacı hem de danışman öğretim üyesi tarafından incelenmiş, ses kayıtları birebir transkript edilerek ve anket kağıtları incelenerek güvenilirlik sağlanmıştır. Araştırmanın veri analizi kısmındaki kullanıcı içi güvenilirlik hesaplaması için Miles ve Huberman’ın (1994) önerdiği aşağıdaki uyum yüzdesi kullanılmıştır.

$$\text{Güvenirlik} = \frac{\text{ortak kod}}{\text{toplam kod}}$$

Görüşme verileri ilk okumadan 1 ay geçtikten sonra tekrar okunarak analiz edilmiştir. Güvenirlik hesaplamasındaki uyum yüzdesi %70 olduğunda güvenirlik yüzdesi yeterli kabul edilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada güvenirlik yüzdesi %85 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, kullanıcı içi güvenirliliğin yeterli düzeyde sağlandığını

göstermektedir. Analiz sürecinde, araştırmacı ve danışman öğretim üyesinin farklı görüşleri ve kodlamaları olduğu durumlar tartışılarak fikir birliğine varılmıştır.

3.7. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı öğrencilere müdahalede bulunmadan anketlerini yaptırmıştır. Ses kayıtları için de öğrencilerin kavram yanılgılarının tam ortaya çıkması için müdahalede bulunmadan sorular sormuştur. Araştırmacı görüşme sürecinde öğrencilerin bildiklerini etkili bir şekilde kullanmalarına yardımcı olmayı amaçlamıştır. Araştırmacı, öğrencilere uygun zamanlarda sorular sorarak öğrencilerin, savundukları fikrin nedenlerini düşünmelerini ve bilgilerini gözden geçirmelerini sağlamıştır.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın katılımcılarının ısı ve sıcaklık ünitesi kavramlarına dair var olan bilgilerini ölçmek amaçlı veri toplama araçlarından elde edilen verilere dair bulgular araştırma alt problemlerine uygun sırada sunulmuştur. Aşağıda belirtilen tablolara göre

paylaşılmıştır. Önce BOA incelenerek çalışma gruplarının ontolojik yanılgıları hakkında ön bilgileri sunulacaktır. Ardından BBOBYGF verileri soru öbeklerine (Tablo 6) hizmet eden kategori başlıkları altında analiz edilecektir.

Çalışmanın bulguları sunulurken katılımcıların söylemlerine yer verilmiştir. Bu söylemlerde italik olarak belirtilen kısımlar ısı ve sıcaklık konusuna ait bahsedilen ontolojik yanılgılarına dair kanıt sunmaktadır. Tüm bileşenlerde bu vurgulu yerler ilgili eylemi ifade ederken, vurgu yapılmayan durumlarda öğrenciler/araştırmacı arasında geçen tüm süreç bu eyleme dair kanıt olarak ele alınmıştır.

4.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular

4.1.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Anket Verileri

Çalışma kapsamında, 345 öğrenciyle yapılan ankette veriler kategorilere göre tablolastırılarak gösterilmiştir. Sayılar sorulara cevap veren kişi sayısını göstermektedir. Resim içeren sorular için anket Ek.3'e koyulmuştur. Veriler daha önce Tablo 7 de yer verilen "ısının duyumsanması, iletimi, yalıtımı ve varlığı." kategorilerine göre sırayla sunulmuştur.

Tablo 8. Öğrencilerin ısının duyumsanması kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
	Katılıyorum	112/345	32	Katılmıyorum	168/345	48			
Soğuk cismin sıcaklığı yoktur. <i>Kod: <u>sıcaklık</u> <u>sıcaktır.</u></i>	Soğukun sıcaklığı yoktur	63/112	56	Her cismin sıcaklığı vardır	99/168	58	Bilmiyorum	65/345	18
	Her cismin sıcaklığı vardır	28/112	25	Sıcaklığı düşüktür:	49/168	29			
	Soğuk bir ısı çeşididir	21/112	18	Soğuk da bir ısıdır	20/168	11			
Soğuk cismin ısısı yoktur. <i>Kod: <u>ısı</u> <u>sıcaktır.</u></i>	Katılıyorum	108/345	31	Katılmıyorum	121/345	35			
	Soğuk olduğu için yoktur	53/108	49	Her maddede ısı vardır	70/121	57			
	İsisi vardır	22 /108	20	Isı ve sıcaklık aynıdır	14/121	11	Bilmiyorum	116/345	33
	Sıcaklık varsa ısı da vardır	17/108	15	Soğuk bir ısı çeşididir	16/121	13			
	Isı sıcaktır:	16/108	14	Sıcaklık yoktur	12/121	9			

Isı her şeyi eritir. <u>Kod:</u> <u>ısı sıcaktır</u>	Katılıyorum	78/345	22	Katılmıyorum	39/345	11	Bilmiyorum	24/345	6
Soğuk bir ortamda duran giysiyi giydiğimizde üşürüz çünkü üzerinde soğukluk vardır. <u>Kod:</u> <u>Isı ikiye ayrılır:</u> <u>sıcaklık ve soğukluk</u>	Katılıyorum	250/345	72	Katılmıyorum	31/345	8	Bilmiyorum	64/345	18

n: ifadede bulunan öğrenci sayısı N:toplam öğrenci sayısı

Öğrencilerin %32'si soğuk cisimlerin sıcaklıklarının olmadığını düşünmüşlerdir. Bu düşünce sıcaklığın sıcak bir his olduğunu temsil eder. Bu grubun %25'i her cismin sıcaklığı vardır ifadesini kullanarak düşüncelerinde çelişki göstermişlerdir. Öğrencilerin %18'i soğukun bir ısı çeşiti olduğunu düşünmektedir.

Öğrencilerin %31'i soğuk cisimlerin ısılarının olmadığını düşünmüşlerdir. Bu düşünce ısının sıcak bir his olduğunu temsil eder. Bu grubun %20'lik kısmı ısı vardır diyerek cevaplarıyla tutarsızlık göstermişlerdir. %14'lük kısım ısının sıcak olduğunu cümlelerinde ifade etmiştir.

Öğrencilerin %22'si ısının sıcak olduğunu düşünmektedir. %77'lik kısım ise "soğukluk" teriminden rahatsız olmamış ve ısı kavramını soğuk ve sıcak şekilde ayırmışlardır.

Tablo 9. Öğrencilerin iletim kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
-------	----------	-----	---	----------	-----	---	----------	-----	---

Termoslar içerisindeki gümüş kaplama sayesinde ısının dışarı kaçmasını engeller. <u>Kod: ısı kaçar</u>	Katılıyorum	271/345	78	Katılmıyorum	31/345	8	Bilmiyorum	43/345	12
Isının yayılma şekli cismin içerisine ısı parçacığı girmesi şekliyle olur <u>Kod: ısı taneciği iletimi</u>	Katılıyorum	144/345	41	Katılmıyorum	34/345	9	Bilmiyorum	167/345	48
Vücut ısısından soğuk bir odaya girildiğinde insandan odaya ısı akar. <u>Kod: ısı akar</u>	Katılıyorum	116/345	33	Katılmıyorum	139/345	40	Bilmiyorum	90/345	26
	Katılıyorum	132/345	38	Katılmıyorum	27/345	7			
	Isı iletimi olur	12/132	9	Parçacık değil taneciktir	1/27	3			
Isının iletilmesi sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlemesidir. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Isı sıcaktan soğuğa doğru akar	5/132	3	Soğukta ısı söner	1/27	3			
	Parçacıklar ilerler	2/132	1	Soğuktan sıcağa akış vardır	1/27	3	Bilmiyorum	186/345	53
	Titreşimdir	2/132	1						
	Sıcak parçacıklar soğuk parçacıkları iter	1/132	0.7	Parçacıklar hareket etmez	1/27	3			
Isı ve soğukluk sıvılar gibi akar. <u>Kod: ısı akar</u>	Katılıyorum	59/345	17	Katılmıyorum	93/345	26			
				Akmazlar	13/93	13			
	Akar	5/59	8	-Gaz akmaz uçar	11/93	11	Bilmiyorum	193/345	55
	Gaz gibidir	2/59	3	-Sıvı değildir	8/93	8			

Öğrencilerin %78'i ısının "kaçma" ifadesine katılmışlardır. %41 öğrenci ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. %33'lük öğrenci dilimi ısı iletiminde ısının akışkan olduğu ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %38 öğrenci ısı iletiminde parçacıkların ilerlediğini düşünmüşleridir. Bu dilimdeki öğrencilerin %10'u ısı iletiminin

titreşim şeklinde olduğunu ifade ederken, %3'lük öğrenciler ısının sıcaktan soğuğa doğru aktığını, %1'lik kısım parçacıkların ilerlediğini %0,7'lik kısım ise sıcak parçacıkların soğuk parçacıkları ittiğinden bahsetmiştir. Bu düşünceye katılmayan öğrencilerin %3'ü soğğun sıcak ortamda söneceğinden bahsederek ısı kavramının soğuk ve sıcak olarak ikiye ayrıldığını ifade etmişlerdir. %17 öğrenci ısının ve soğukluğun akacağını düşünmüştür. Bu dilimdeki %3'lük kısım bu durumu bir gaza benzetirken %8'lik kısım akışkan olacağından bahsetmiştir. Bu görüşe katılmayan öğrencilerden %11'lik kısım akışkan olmayacağını ancak uçma özelliği gösterdiklerinden bahsetmiştir. %1'lik kısım tanecik hareketinden bahsederken, %8'lik kısım akma olmadığından %1 ise durumun böyle olmadığını ancak anlatırken böyle ifade ettiğimizden bahsetmiştir. %40 öğrenci cisimlerin ısı alışverişinde sıcak parçacık kaybettiğini düşünmektedir. Bunun nedeni olarak %12 kişi sıcak parçacığın gidip, soğuk parçacığın kalacağından bahseder. Sıcaklık kaybı olacağını ve sıcak ve soğğun yer değiştireceğini düşünen iki grubun da yüzdeliği %0,7'dir. Öğrencilerin %61'i ısı uçar ifadesine katılmışlardır. %28 öğrenci ısının kalorik sıvısı gibi davranarak genleşmeyi sağladığını düşünmüşlerdir. %82 öğrenci soğuk el ve sıcak cisim arasındaki ısı alışverişi sırasında elimize tanecik geçeceğini düşünmektedir. Isı dışarıya kaçar ifadesinde ise öğrencilerin %63'lük kısmı ifadeye katılmışlardır. Katılan grubun %26'sı ısı alışverişi olduğunu ifade ederek kaçma ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %6 ısının kaybolduğunu, %5 sıcaklık çıkışı olduğunu, %5 ısı taneciği çıkacağını, %1'lik kısım soğğun ısıyı yutacağını ifade ederek zıtlık vurgusu yapmışlardır. Madde alışverişi olacağını, soğğun sıcaklığı çekeceğini ve sıcak parçacıkların yok olacağını düşünen gruplar %0,9'luk dilimdedir. Isının kaçacağı düşüncesine katılmayan öğrencilerin %37'si ısının kaçmayacağını, %15 soğğun içeri gireceğini, %6 sıcaklığın çıkacağını, %3 odanın içinde kalacağını ifade etmişlerdir.

Tablo 10. Öğrencilerin yalıtım kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
-------	----------	-----	---	----------	-----	---	----------	-----	---

Kazaklar insanları ısıtır. <u>Kod: yalıtım ısı kaynağıdır.</u>	Katılıyorum	282/345	81	Katılmıyorum	39/345	11	Bilmiyorum	24/345	6	—
	Umay (Erir)	251/345	72	Tuna (korur)	56/345	16				—
	Ceketin içindeki yün ısıtır	119/253	47	Ceket yalıtır	17/56	30				—
Kardan adam durum karikatüründe siz kime katılıyorsunuz? <u>Kod: yalıtım/ısı kaynağı</u>	Üzerinden çıkarttığı için ceketin üzerinde ısı vardır	27/253	10				İkisi de	2/21		—
	Ceketin içinde ısı tanecikleri vardır	8/253	3	Yalıtımla ısı taneciği geçemez	1/56	1				—
	Ceket güneş ışığını çeker	3/253	1							—
	Ceket ağırlık uygular	3/253	1							—

Öğrencilerin %81'i "kazaklar ısıtır" ifadesine katılmıştır. %11'lik kısım bu düşünceye katılmazken %6'lık kısım bilmiyorum seçeneğini işaretlemiştir. Kardan adam üzerine ceket koyulursa eriyeceğini düşünen öğrenci sayısı %72'dir. Bu grubun %47'si yünün ısıtacağını düşünürken, %47'si ifadede olmamasına rağmen üzerinden çıkarttıklarını bu yüzden ceketin üzerinde ısı olduğunu düşünmüşlerdir. %3 ceket üzerindeki ısı taneciklerinden bahsederken %1 ceketin güneş ışığını çekeceğinden bahseder. Ceketin ağırlık uygulayarak kardan adamı eriteceğini düşünen kişi %1'dir. Yalıtım ifadesini düşünen öğrenci sayısı %11'dir. Bu şekilde düşünen öğrencilerden sadece 1 kişi ısı taneciğinin yalıtım ile geçemeyeceğini söylemiştir.

Tablo 11. Öğrencilerin varlık kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N)	%
Kalorifer peteğine dikkatli baktığımızda tıpkı bir duman gibi gördüğümüz şey ısının kendisidir. <u>Kod: ısı hareket eder ve ısı görünür</u>	Katılıyorum	154/345	44	Katılmıyorum	64/345	18	Bilmiyorum	124/345	35
Isı tüm maddi bedenlere nüfuz edebilen bir sıvı gibi davranır. <u>Kod: ısı sıvıdır</u>	Katılıyorum	102/345	29	Katılmıyorum	127/345	36	Bilmiyorum	116/345	33
Saç kurutma makinesinden çıkan	Katılıyorum	209/345	60	Katılmıyorum	20/345	5	Bilmiyorum	116/345	33

sıcak havada ısı tanecikleri bulunur. <u>Kod: ısı taneciği</u>	Isı tanecikli bir yapı	23/209	11	Sıcak çıkar	hava	3/20	15	
	Çıkan sıcak hava yükseliyor	10/209	4	Isı hava gibi akar		1/20	5	
Topun içerisine giren ısı tanecikleri, topun moleküllerine çarparak ve ittirerek topun genişmesini sağlamıştır. <u>Kod: ısı tanecik</u>	Katılıyorum	194/345	56	Katılmıyorum	40/345	11	Bilmiyorum	111/345 32
Bir maddenin ısınmış göründüğünü nasıl anlarız?						n/N		%
	Dokunuruz:					87/345		%25
	Genleşirse/Hacimce değişirse:					60/345		%17
	Rengi Değişir (beyaz ve kırmızı):					58 /345		%16
	Duman/ buhar çıkar:					48/345		%13
	Hal değişimi gözlenirse:					32/345		%9
	Derecesini ölçerek:					28/345		%8
	Dışarıya ısı veriyorsa:					17/345		%4
	Kokar:					3/345		%0.8
	Tadarak:					2/345		%0.5
	Titrer:					2/345		%0.5
	Kimyasal tepkime(pişme):					1/345		%0.2
	Esnekliği artar:					1/345		%0.2
	Ses çıkar:					1/345		%0.2
	Anlayamayız:					1/345		%0.2
Sizce mum üzerindeki kağıdı hareket ettiren şey nedir? <u>Kod: Isı/sıcaklık Görünür</u>	Isı:					118/345		% 34
	Sıcaklık:					41/345		%11
	Sıcak hava genişmiştir:					25/345		% 7
	Duman/buhar:					21/345		% 6
	Isı tanecikleri:					16/345		% 4
	Isı buharı:					7/345		% 2
	Mum:					6/345		% 1
	Isı havaya dönüşür:					4/345		%1
	Kağıt erir:					3/345		%0.8
	Ateş:					3/345		% 0.8
	Kağıt genişmiştir:					3/345		%0.8
	Kağıdın ağırlığı döndürmüştür:					1/345		%0.2

Öğrencilerden %44 kişi konveksiyon sonucu oluşan buharın ısı olduğunu ifade etmiştir. Bu ifadeye katılmayan %18 öğrenci ve bilmiyorum cevabını işaretleyen %35 öğrenci mevcuttur. %29 öğrenci ısının sıvı gibi olduğunu ifade etmiştir. Saç kurutma makinesinin ısı tanecikleri çıkardığını düşünen öğrenci dilimi %60'tır. Bu dilimin %11 ısının tanecikli yapıda olduğunu ifadelerinde belirtmişken, %4'lük kısım sıcak havanın çıkacağını söyleyerek işaretledikleri seçenek ile tutarsızlık göstermişlerdir. Katılmayan öğrencilerin dilimi %5'tir bu

dilimin %15'i sıcak havadan bahsederken %3 akışkanlıktan bahsetmiştir. %56 öğrenci ısı kaynağından gravzant topuna ısı taneciğinin geçerek topun moleküllerini ittirdiğini kabul etmiştir. %11 katılmıyor iken bilmiyorum işaretini seçenler %32'dir. Bir maddenin ısınmış görüldüğünü nasıl anlarız sorusuna %25 öğrenci dokunarak, %17 genleşmeye bakarak, %16 rengine bakarak, %13 çıkarttığı buhara bakarak, %9'u hal değişimine bakarak, %8 derecesini ölçerek, %0,8 kokusuna bakarak anlayacağını ifade etmişlerdir. Bir mum üstüne asılmış kâğıttan yılan neden dönmektedir sorusuna öğrencilerin %34'ü ısı, %11'i sıcaklık %7 konveksiyon hareketi, %6 duman, %4 ısı taneciği, %1 ısı havaya dönüşmüştür cevaplarını vermiştir.

4.1.2. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Görüşme Verileri

38 öğrenci ile yapılan görüşmelerde ısı ve sıcaklık konusu ile ilgili farklı sorular sorulmuş ve bu sorular sırasında 5 farklı soru grubu ile öğrencilerin verdikleri yanıtlar arasında tutarlılık aranmıştır. Tutarlılık analizinin nasıl yapıldığına dair aşağıda örnek verilmiştir. Bazı öğrencilerde görüşme sırasında daha ayrıntılı bilgi alabilmek için soru grupları harici sorular kullanılmıştır. Bu soruların araştırma sorularına verilecek cevabı etkilememesine dikkat edilmiştir. Yanlılıktan kurtarmak için öğrenciye ifadesi iki kez sorularak doğrulamaya çalışılmıştır. Öğrencilerin cevapları aşağıda yer alan örneklerde görüldüğü gibi analiz edilerek kodlanmış ve bu cevapların hem soru grubu içinde hem de soru grupları arasında tutarlılık gösterip göstermediği saptanmaya çalışılmıştır. * ile gösterilen kısımlar görüşmeden alınan kesitlerdir.

Ö1 için soru öbekleri arasındaki tutarsızlık örneği incelenmiştir.

Tanım soru öbekleri: Isı nedir? Sıcaklık nedir? *Isı ve sıcaklık aynı şey ikisi de sıcak.*

Kodlama: ısı sıcaktır. Kodlama: sıcaklık sıcaktır.

Isının duyumsanması soru öbekleri: Soğuk cisimlerin ısısı var mıdır? *Soğukluğu var ısısı yok.* **Kodlama: Isı sıcaktır.** Soğuk cisimlerin sıcaklığı var mıdır? *Vardır.* **Kodlama: sıcaklık sıcaktır algısı yok.** Isının olmadığı yer var mıdır? *Var. Bazı ülkelerde ısı yoktur.* Sence kutuplarda ısı var mı? *Yok. Sanırım sıcaklık var. Hayır hayır... Sıcaklık yok soğukluk var.* **Kodlama: sıcaklık sıcaktır.**

Burada Ö1'in, tanımları yaparken iki kavramın ayrımını yapamadığı görülmektedir. Öncelikle soğuk cisimlerin ısısının olmadığını söyleyerek ısısının sıcak bir yapıda olduğunu, ancak soğuk cisimlerin sıcaklığının olduğunu kabul ederek sıcaklığın sıcak bir yapıda

olmadığını ifade etmiştir. Ancak ilerleyen sorularda ısının olmadığı yerlerin var olduğunu söyleyerek ısının sıcak olduğu algısını yinelemiştir. Ardından cevabını sıcaklığın olmadığı şeklinde çevirerek sıcaklığın sıcak olduğuna atıfta bulunmuştur. Sıcaklık ve soğukluk olarak iki ayrı kavram oluşmuştur. Burada iki kod da Ö1 için tutarsızlık göstermektedir.

Yalıtım soru öbekleri için Ö2'nin görüşme örneği incelenmiştir.

Ceketler ve kazaklar ne işe yarar? *Bizi soğuktan korurlar. Kod: yalıtım* Kazaklar bizi ısıtır ifadesi sence doğru bir ifade mi? *Isıtmak... ısıtmaz bence. Sıcak tutarlar. Kod: yalıtım.* Bir kardan adam üzerine bir ceket (giyilmemiş) koyarsak, bu ceketin kardan adam üzerine etkisi olur mu? *Kardan adam soğuktur. Üzerine ceket koyduğumuzda sıcaklığı artacaktır. Daha çabuk erir bu yüzden. Kod: ısı kaynağı*

Burada Ö2, ilk soruda ceket ve kazak gibi giysilerin insanları soğuktan koruduklarını söyleyerek yalıtım düşüncesindedir. İkinci soruya verdiği cevap bu düşüncesini desteklemektedir. Ancak kardan adam sorusuna verdiği cevap, yalıtım malzemelerini ısı kaynağı gibi kodladığını göstermektedir. Ceket yalıtım kategorisinden, ısı kaynağı kategorisine kaymıştır. Dolayısıyla bu düşünce tutarsızdır.

İletim ve varlık soru öbekleri için Ö3 ve Ö4'ün görüşmeleri incelenmiştir.

Genleşmeye sebep olan şey ne? *Isı.* Sence bu ısı metale nasıl bir etki yaptı da topu büyüttü? Bunu nasıl hayal ediyorsun? *Isı parçacıkları ona geçip onu büyüttmüş olabilir. Kod: ısı parçacığı* Sence maddenin taneciklerini etkilemiş midir? *Hayır ısı direkt maddeye geçiyor ısı tanecikleri olduğu için büyüyor.* Isı parçacığı diye bir şey mi var? *Evet.* Aynı sıcaklıkta neden metal Bank tahta banktan daha soğuk hissediliyor? *Metal ısıyı geçirdiği için ama tahta geçirmediği için. Tahtada ısı kendisinde kalıyor. Ve tahta çok ısınınca yanıyor. Isıyı dışarı çıkartamıyor kendisinde kalıyor.* Isı sence hapsolabiliyor mu? *Olabiliyor. Bir zaman sonra ısı dışarı çıkmak için odun parçalarını yakıyor. Kod: ısı dışarı kaçır.* Ellerimizi birbirine sürttüğümüzde sence neden ısınıyorlar? *Yine ısı transferi. Elimizdeki ısı tanecikleri diğer elimize geçiyor.*

Ö3'ün cevaplarında ısı iletiminde tanecik geçişi (varlık kategorisi) düşüncesi görülmektedir. "Isı parçacığı" ifadesi ısının bir somut bir varlık gibi özellikler gösterdiğini ifade etmektedir. Ardından gelen sorularda bu ifadeyi pekiştirerek bu düşüncenin tutarlı olduğunu görmekteyiz. Isının hapsolması ve dışarı çıkmak için odun parçalarını yakması filojiston düşüncesini anımsatmaktadır.

Dışarı çıkan şey ne peki? *Sıcaklık*. Sıcaklık mı çıkıyor? (*emin olamıyor*) yoksa ısı mı çıkıyor? Pencereyi kapatır mısın ısı dışarı kaçıyor cümlesi doğru mu sence? *Hayır çok saçma olur*. Neden? *Demıştim ya hani her şeyin içinde bir enerji olduğu için ısı vardır*. Bu sefer sıcaklığın dışarı kaçması gerekir. Sıcaklığın odadan gitmesi gerekir. Sıcaklık hareket edebiliyor mu? *Hayır*. Ama sıcaklık çıkıyor dedin? *Bu odadaki hava nasıl? Örneğin havayı göremiyoruz, hissedemiyoruz*. Sıcaklık da aynen öyle bir şey. *Sen hissetmesen de görmesen de bu odanın soğuduğunu, eski sıcaklığında olmadığını anlayabiliyorsun*. Demek oluyor ki sıcaklık, hareket eden bir şey değil. *Ama nasıl çıkıyor? (kendine soruyor) nasıl burası soğuyabiliyor? Şey olabilir mi? Tanecikleri soğuk içeri girince sıcaklık şeye dönüyor... soğuğa*. Taneciklerin üzerinde bir etkisi mi var acaba? *Evet*. Nasıl? *Hareketleri üzerinde bence*. Diyelim ki bu odanın içerisi sıcak. Pencereyi açtığımızda, soğuk hava içeri girdiğinde sıcaklığın içindeki tanecikler birbirlerinden yavaş yavaş uzaklaşmaya başlıyor. Bu sefer de odanın içi soğumaya başlıyor... Gravzant halkası diye bir şey var. Zincire bağlanmış bir top var. Bu top sabit bir halkadan rahatlıkla geçebiliyor. Topu ısıtıyoruz ve genişliyor. Daha önceden geçebildiği halkadan şimdi geçemiyor, sıkışıyor. Isı burada genişlemeyi nasıl sağladı? *Hmmm*. Yine acaba taneciklerle bir ilgisi olabilir mi? Belki de. Her maddenin taneciklerinin belli bir düzeni var. Büyüdüğüne göre... *Bunlar ayrılıyor olabilirler*. Mesela sıkı bir şekilde duruyorlarsa, bu top genişliyorsa eğer tanecikler yavaş yavaş birbirlerinden ayrıldığı için genişliyor olabilir.

Ö4 ilk ifadesinde sıcaklığın dışarı çıktığını söylemiş ancak konuşmayı derinleştiren sıcaklığın somut bir varlık olmadığını ve hareket etmediğini açıklamıştır. Bu görüş tutarlıdır. Devam eden sorularda taneciklerin ısı etkisiyle birbirlerine yaklaşıp uzaklaştıklarını ifade etmiştir.

Tablo 12. Tanım kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri

İfade	n/N	%
Tanımları birbirine karıştırma (ör: ısı yerine sıcaklık tanımı)	10/38	26
Isı ve sıcaklık aynı	8/38	21
Tanım yok	8/38	21
Tanımlar doğru ancak ardından gelen söylemler tutarsız	7/38	18
Tanımlar doğru ve ardından gelen söylemler tutarlı	5/38	13

Öğrencilerin %26'sı tanımları birbirine karıştırmıştır. %21 ısı ve sıcaklığın aynı kavramlar olduğunu ifade etmiştir. %21 tanım yapamamıştır. %18 tanımları doğru yapmasına rağmen

görüşmenin ilerleyen sürecinde cevaplarında tutarsızlık göstermiştir. %13 tanımları doğru yaparak arkasından gelen sorulara tutarlı cevaplar vermiştir.

*Farkları var mı? Evet, farkları var. Isı her cisimde olan bir şey... ama sıcaklık nasıl desem hava gibi. Isı cisimlerin ama sıcaklık daha çok çevredeki olan şeyler hava falan.

*Farkları var mı? Isı sıcak bir şey... Niyeyse ısı ve sıcaklığı düşününce aklıma kırmızı renk geliyor. Isı ve sıcaklığın arasında bir fark olduğunu biliyorum ama ne fark olduğunu hatırlayamıyorum. Tabi ki aynı kavramlar değil.

*Isı nedir sıcaklık nedir? Isı her canlıda ve her nesnede çoğunlukla olan bir şeydir. Hiçbir canlının ısısı yoktur diye bir şey yoktur. Çünkü soğukluk da bir ısı kaynağıdır.

*Farkları var mı? Sıcaklık sadece sıcak olan bir şey. Isı ise her şekilde sıcak ve soğuk içine kapsıyor.

Tablo 13. Isının duyumsanması kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri.

İfade	n /38	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Isı sıcaktır	14/38	36	6/14	42	8/14	57
Sıcaklık sıcaktır	14/38	36	7/14	50	7/14	50
Isı/sıcaklık duyumsanma göstermez (ısı/sıcaklık sıcak değildir)	10/38	26	4/10	40	6/10	60

Öğrencilerin %36'sı ısıнын sıcak olduğunu düşünmektedir. Bu grubun %42'si düşüncelerinde tutarlılık gösterirken, %57'si düşüncelerinde tutarsızlık göstermiştir. Sıcaklığın sıcak olduğunu düşünen öğrenci dilimi %36'dır. Bu grubun %50'si düşüncelerinde tutarlılık gösterirken, %50'lik kısım tutarsızlık göstermiştir. Isı ve sıcaklığın sıcak olmadığını düşünen %26 öğrenci vardır. %40'lık kısım bu düşüncelerinde tutarlıyken %60'lık kısım sonraki ifadelerinde tutarsızlık göstermişlerdir.

*Soğuk cisimlerde ısı var mıdır? Hayır sıcaklıkları vardır. Isıları yoktur. **Kod: ısı sıcaktır.**

*Isının varlığı cisimlerin erimesine sebep olur mu? Sıcaklık bir şeyleri eritir. Sıcaklık her şeyi eritir mi? Eritir. Adı üstünde sıcak. **Kod: sıcaklık sıcaktır.**

*Buzda ısı var dersem buz erir mi? Erir. **Kod: ısı sıcaktır.**

*Buzun ısısı var mıdır? *Hayır soğuktur zaten o. Isının olmadığı yer var mıdır? Vardır. Buzdolabı. Kod: Isı sıcaktır Düşünce tutarlıdır.*

Isı sahibi olan maddeler erir mi? *Hayır. Öyle olsaydı biz de erirdik veya buzlar da hemen erirdi. Isı her zaman var ama çok veya az olması değişiyor. Kod: duyumsanma yok.*

*Soğuk cisimlerde de ısı var mıdır? *Vardır. Her cisim –insan da dahil buna soğuk olsa da... en az... 1 derece bile ısısı vardır. Hiç ısısı olmayan bir şey yoktur. Ekside değilse eğer. Ekside olunca ısısı olmuyor mu? Bence olmuyor. Kod: ısı sıcaktır. Çünkü 0 bir ısı birimi olarak görülüyor diye biliyorum. Eksiyi geçince zaten direkt soğukluk birimi olarak söyleniyor. O zaman soğuk cisimlerin sıcaklığı var mıdır? Bence vardır. Az önce anlattığım gibi az da olsa vardır. Buzun ısısı var mıdır? Var tabi. Kod: ısı sıcaktır algısı yok. O kaynama noktalarına gelmeleri için bir ısı vermemiz gerekiyor. O noktaya geldiğinde ısısı olmuş oluyor ve eriyor buz suya dönüşüyor. Düşünce tutarsız.*

*Örneğin benim sıcak bir çayım var. Sıcak kalmasını istiyorum. Sence ne yapabilirim? *Öncelikle içindeki metal kaşığı çıkarman lazım. Neden? Çünkü metal ısıyı çekiyor. Onun içindeki ısıyı da alacak. Başka... ısı yalıtımı ile hapsedebiliriz. Çayı sıcak bir yerde tutabiliriz ve hemen içsek iyi olur çünkü bardak da ısıyı çekecek. Termosu bilir misin? Termosların içinin yüzeyi parlak... Evet evet kırmızı ve mavi! Astronotlara göre mavi sıcak renmiş kırmızı da soğuk renmiş. Bu benim çok dikkatimi çekti. Nelerin rengi? Şu anda dünyada gördüğümüz kavrama göre maviyi soğuk olarak herkes bilir. Ama kırmızı da sıcak olarak bilinir. Astronot kavramlarına göre bu gerçekten çok değişmiş. Mavi sıcak kırmızı soğukmuş (Kod: Renk)*

Tablo 14.Yalıtım kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri

İfade	n /38	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Giysiler yalıtım yapar	28/38	73	13/28	46	15/28	53
Giysiler ısı kaynağıdır	10/38	26	9/10	90	1/10	10

Öğrencilerin %73'lük kısmı giysilerin yalıtım yaptıklarını düşünmektedirler. Bu grubun %46'lık kısmının düşünceleri tutarlıyken %53'lük kısım tutarsızlık göstermiştir. Giysilerin ısı kaynağı olduğunu düşünen öğrenciler %26'lık dilimi oluşturmaktadır. Bu düşüncedeki öğrencilerin %90'ı düşüncelerinde tutarlıyken %10'u tutarsızlık göstermektedir.

* Kazakları bizi soğuk havalardan koruyacak bir tabaka gibi düşünelim. Etrafımızdaki soğuk havayı geçiremiyor ve sıcaklık hep içimizde kalıyor (ısı yerine sıcaklık kullanımı) **Kod: yalıtım** Kazaklar bizi ısıtır mı? Bence sıcak tutar. **Kod: yalıtım.** Çünkü ısı içimizde olan bir şey. Sıcak tutar. Onu korur. İçerideki ısıyı korur. Bir kardan adam üzerine bir ceket (giyilmemiş) koyarsak, bu ceketin kardan adam üzerine etkisi olur mu? Az önce demiştim ki her madde içinde bir ısı vardır. Kardan adamın da bir ısı var. Ceketini onun üzerine koyduğumuzda o ısıyı koruyacak. Ama çok da uzun koruyamaz bence havalar ısındıkça güneşin etkisiyle yavaşça erimeye başlar. **Kod: yalıtım, tutarlı**

* S: Niye kazakları yazın giymiyoruz da kışın giyiyoruz? Nasıl bir etkisi oluyor bu kazakların bize? Çünkü hava sıcak olduğu için. Kazaklar bizi sıcak tutuyor yün oldukları için. **Kod: yalıtım** Kazak bizi ısıtır mı sıcak mı tutar? Sıcak tutar.... (tereddüt ediyor) acaba farklı şey mi diye düşündüm. Kardan adam yaptığımızı düşünelim. Yerde kaban duruyordu. Aldım ve kardan adamın üzerine koydum. Sence kardan adama kabanın etkisi olur mu? Olur. Onu sıcak tutar. Eritir. Hızlı erimesini sağlar. Ama genelde süs olsun diye koyuyorlar. Erimesiyle bir alakası Nasıl desem... erimesini hiç düşünmüyorlar. Sadece dekor olsun diye koyuyorlar ama eritir sıcak tuttuğu için. Atkı da koyuyorlar. Atkı da eritir mi? Bence evet. **Kod: ısı kaynağı, tutarsız.**

Tablo 15.Varlık kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri

İfade		n/38	%
	Isı Görünür	18/38	47
Kalorifer peteği çalışırken duvarda görünen hareketli gölge nedir?	Ikisi de madde değildir (Görünen ısınmış havadır)	13/38	34
	Sıcaklık görünür	9/38	23
İletim kategorisi ile bağlantılı olan sıvı, gaz ve tanecik ifadeleri	Isı buhar gibi tüter:	10/38	26
	Isı tanecik şeklindedir:	8/38	21
	Sıcaklık akar:	4/38	10
	Isı akar:	3/38	7
	Sıcaklık kaçar:	14/38	36
Pencereyi açarsan ne olmasını beklersin?	Isı kaçar:	13/38	34
	Isınmış hava dışarı çıkar:	7/38	18
	Soğuk ısı girer:	4/38	10

Öğrencilerin %47'si kalorifer peteği üzerinde görülen buhara ısı derken %23 sıcaklığın görüldüğünü ifade etmiştir. %34 öğrenci ise ısının ve sıcaklığın görülemeyeceğini

görülen şeyin ısınmış hava olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %26'sı ifadelerinde ısı'nın buhar gibi tüttüğünden bahsederken, %21'lik kısım ısı'nın tanecik olduğunu ifade etmiştir. Sıcaklığın sıvı olduğunu düşünen öğrenci %10'dur. İfadelerinde ısı'nın sıvı olduğunu düşünen öğrenci dilimi %7'dir. Öğrencilere soğuk kış gününde sıcak bir odada cam açarlarsa ne olacağı sorulmuştur. %36 öğrenci sıcaklığın kaçacağını ifade ederken, %34'lük öğrenci ısı'nın kaçtığını belirtmiştir. Isınmış havanın dışarı çıkacağını ifade eden öğrenci %18'lik dilimdedir. %10 öğrenci soğuk ısı'nın varlığından bahsetmiş ve dışarıdan odaya gireceğini ifade etmiştir.

* Kalorifer çalışırken yukarı doğru hareket eden bir gölge oluşur, sence o nedir? *Isınmış hava o. Kaloriferin ısısı hava yoluyla yukarı taşınabilir. Öğrenmiştik biz bunu iletim yollarından birisiydi. Kod: Isı görünmez*

* Kalorifer peteklerine dikkatli baktığında üzerinde yukarı doğru hareket eden şeffaf bir görüntü var. Hatta bazen ateşin etrafında da görüyoruz bunu. *Ateşin biraz arkasından bakınca arkadaki ortam böyle sallanıyor. Sence o şey ne? Petek zaten çalıştırıldığı zaman sıcaklaşıyor. Isısı... Sıcaklığı artmaya başlıyor. Nedeni ısı yine peteğin içindeki taneciklere etki ediyor ve hareketlenmeye başlıyor. O hareket eden şey ne? Isı. Kod: ısı görünür* Ateşin etrafındaki şey de mi ısı? *Yani. Bence öyle.*

*Peki bu eşitlenme nasıl oluyor? Alınan verilen bir şey mi var? *Al ver gibi değil de mesela havadaki titreşimler buraya da (soğuk yeri gösteriyor) geçer. Tanecik geçmesi ya da akan bir şey gibi mi? Örneğin soğuk bir odaya girdiğinde... Isı akar ama tanecik olarak bilmiyorum. Biz bunu çok ayrıntılı görmedik. Akma derken sıvı gibi mi? Demin vereceğim örnek gibi soğuk bir odadayken ben daha sıcakım benden odaya bir şey mi akar? Yok. Odaya sıvı gibi akmaz ısı. Daha çok gaz dağılıyormuş gibi olur. Gaz dağılıyormuş gibi... Tütme gibi mi? Evet tütme gibi.*

Tablo 16. İletim kategorisi için öğrencilerin görüşme verileri

İfade	n/38	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%

<i>İletilen şey nedir?</i>	Sıcaklık	12/38	31	8/12	66	4/12	33
	Isı iletilir	10/38	26	6/10	60	4/10	40
	Soğukluk	10/38	26	5/10	50	5/10	50
	Tanecik	6/38	15	3/6	50	3/6	50
<i>Genleşme nasıl olur?</i>	Tanecikler çoğalır/artar	13/38	34				
	Tanecikler titreşiyor	9/38	23				
	Tanecikler büyür	8/38	21				
	Tanecikleri ısı parçacığı ittiriyor	7/38	18				
	Taneciklere ısı yapışıyor	1/38	2				

Öğrencilere ısı iletimi ile ilgili sorulan sorularda %31 öğrenci sıcaklığın iletildiğinden bahsetmiştir. Bu grubun %66'sının sıcaklık iletimi düşünceleri tutarlı iken %33'lük kısım tutarsızdır. Isının iletileceğinden bahseden öğrenciler %26'lık dilimdedir. Bu grubun %60'ı tutarlı yanıtlar verirken %40'ı tutarsız yanıtlar vermiştir. Soğukluğun iletildiğini ifade eden öğrenciler %26'lık dilimdedir. Bu grubun %50'si tutarlı %50'si tutarsız yanıt vermişlerdir. Taneciğin iletildiğini düşünen öğrenciler %6'lık dilimdedir. Bu grubun %50'si tutarlı %50'si tutarsız yanıt vermişlerdir. Isı iletimi sonrası genleşme nasıl olur sorusuna %34 öğrenci taneciklerin çoğalarak arttığını ifade ederken %23 öğrenci taneciklerin titreşim hareketi yapmasından bahsetmiştir. %21 öğrenci taneciklerin boyutunun büyüdüğünü, %18 öğrenci ise tanecikleri ısı kaynağından atlayan ısı parçacığının ittirdiğini ifade etmiştir. 1 kişi ise taneciklere ısının yapıştığından bahsetmiştir.

*Elimi soğuk bir masaya koydum. Isı alışverişi nasıl olur burada? *Elinizden sıcaklık çıkar. Kod: Sıcaklık iletilir*

* Soğuk sudan bize soğukluk geçiyor. **Kod: soğukluk iletilir.** Soğukluk nedir? Ayrı bir şey mi? *Soğuk ısı. Isı denmez ona aslında.*

* İki özdeş top düşün bunlardan birisi sıcak diğeri ise daha soğuk. Taneciklerini düşünürsen arada bir fark var mıdır? *Vardır. Benim ellerim şu an sıcak. Ben o soğuk topa ellediğimde toptaki soğukluk benim ellerime geçer. Kod: soğuk iletilir. Ama benim ellerim soğuk olsaydı sıcak topa elleseydim. Toptaki sıcaklık benim ellerimdeki soğukluğu giderirdi ve benim ellerim de sıcak olmaya başlardı.* Ben soğuk topa dokunduğum zaman toptan bana soğukluk mu geçer? *Evet. Benim ellerimden topa ne geçiyor? Sıcaklık kod: Sıcaklık iletilir.* Ellerini çeşmeden soğuk suyla yıkadığını düşünelim buradaki ısı alışverişi nasıl olurdu? *Bu sefer çeşmedeki soğukluk benim elime geçer benim elim soğur. Ama benim elimdeki sıcaklık*

suya geçmez. Su hala soğuk kalır. Elindeki sıcaklık sende mi kalıyor ne oluyor? Hayır. Gelen soğukluk elimdeki sıcaklığı arka plana itiyor. Onlar yok olma derecesine geliyor olabilir.

İletilen soğukluk ve sıcaklık bilgisi tutarlıdır.

** Isı iletimini kafanda nasıl hayal ediyorsun? Küçük tanecikler düşünüyorum. Onu bir yerden bir yere aktarıyorlar gibi düşünüyorum. Geçen şey nedir? Tanecik galiba. Kod: tanecik iletilir. Sıcak ellerimi soğuk suda yıkadım ve ellerim üşüdü. Buradaki Isı iletimi nasıldır? Suyun sıcaklığı diyelim ki 30 derece olsun. Bizim elimizde 36 derece olsun. İkisi de aynı dereceye gelene kadar Isı alışverişi olur. Peki bahsettiğin taneciklerin buradaki rolü nedir? Biri yukarıdan gidiyorsa öteki de aşağıdan karşı tarafa geçiyordur. Yani değişiyorlar. Tanecik mi değişiyor? Evet, aynen öyle. Kod: Tanecik Sence sıcak madde ve soğuk maddenin tanecik olarak görünüşleri farklı mıdır? Farklıdır şekil olarak aynı olabilir ama renk olarak aynı olduğunu düşünmüyorum. Mesela buzlu bir maddede mavi tonlarına yakın ama sıcak bir maddede sarı turuncu kırmızı arasında değişebilir. Kod: sıcak kırmızı soğuk mavi. Tanecik geçişi düşüncesi tutarlıdır.*

**Sıcak elimle soğuk bir masaya dokunursam ne olmasını beklerim? Isı alışverişi gerçekleşecek. Elimizden masaya enerji geçecek. Kod: enerji iletimi. Bu olay sırasında tanecikleri nasıl hayal ediyorsun? Elimizdeki tanecikler daha hareketli. Hareketli diyorum ama bir yere gitmiyorlar sadece titreşiyorlar. Kod: titreşim. Dokunduğumuz anda elimizdeki taneciklerin titreşimi azalacak, masadaki taneciklerin titreşimi artacak. Bu şekilde olur bence. Masadan eline geçen bir şey var mı? Hayır. Sadece sıcaktan soğuğa enerji geçişi var. Enerji iletimi düşüncesi tutarlıdır.*

** Isı alışverişi, ısı iletimi diyoruz değil mi? Sen ısı alışverişini zihninde nasıl hayal ediyorsun? Çok gerçekçi bir şekilde hayal edilmiyor ama iki cisim birbirine değişiyor. Genelde soğuk olan mavi diye sıcak olan da kırmızı diye gösterilir. Ben de renklerin karışmasını hayal ediyorum. İkisinin arası mor olur. Kod= Renk.*

** Diyelim ki sıcak elimle soğuk masaya dokunuyorum. Elim biraz soğuyor masa da biraz ısınıyor. Buradaki ısı iletiminde taneciklerin bir işlevi var mıdır? Isı alışverişi yapılıyor o anda elimizle masa aynı ısıya geliyor. Orada bence tanecikler arasında çok biri ilişki yoktur. Bizim elimizdeki ısı masaya geçiyor. Masadaki soğukluk bizim elimize geçiyor. Kod: soğukluk geçişi Elimizdeki tanecikler yine aynı kalıyor. Ama ısının taneciklerini soruyorsanız tabi ki değişiyor. Çünkü bizim ısı taneciklerimiz oraya onun soğuk tanecikleri de bize geliyor. Isı taneciği diye bir şey mi var? Dediğine göre karşılıklı alınıp verilebilen bir şey mi? Evet.*

Kod: ısı taneciktir *Isı alışverişi dediğimiz olay... Atıyorum benim bu elim 50 derece bir elim de 30 derece iki elimi birleştirdiğimde 10 derece buraya geçiyor 40 derece oluyor. Tanecik geçiyor. Kod: tanecik iletilir.* Elimi soğuk suya soktuğumu düşünelim buradaki ısı alışverişi nasıl oluyor sence? *Suyun soğuk tanecikleri elimize gelerek sıcak taneciklerin arasına girer. Çeşmenin altına soktuğumuzda daha fazla soğuk tanecik girer. Sıcak taneciklerin yerini soğuk tanecikler alıyor.*

* Soğuk bir günde soba yanan bir odada pencereyi açtın, ne olmasını beklersin? *Oda soğur. İçerideki ısı dışarı kaçar. Kod: ısı kaçar* Dışarıdaki soğuk da içeri girer ve onlar birleşir. Nasıl birleşirler? Nasıl hayal ediyorsun? *ı... ıyı tanecikler olarak böyle küçük küçük, soğuk da odaya girerse... aa... yani... bilmiyorum. Küçük küçük tanecikler olarak hayal ediyorum. Kod: ısı tanecik*

* Gravzant halkasında ısı nasıl bir etki yapmıştır? Orada ısı alışverişi oluyor. Ateş ve metal top arasında. Ateş metal topa sıcaklık veriyor. Metal top genleşiyor büyüyor. Sıcaklık genleşmesine etki ediyor. Çünkü ortamla etkileşim kuruyor ve top ıyı daha fazla aldığından artık ıyı daha fazla sıkıştırılamayıp büyümeye başlıyor. ıyı sıkıştırılamıyor ne demek? ısı taneciklerin arasına mı giriyor? *Evet. İçinde dolaşıyor ve tanecikleri ittirerek etkiliyor.*

* Titreşen taneciklerin arasından geçen şey nedir? *Isının tanecikleri aralarından giriyor. O da büyümesine sebep oluyor. Kod: Isı taneciği*

4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Isı Sıcaklık Kavramlarının Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular

4.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Anket Verileri

106 öğretmen adayı ile yapılan ankette veriler tablolaştırılarak gösterilmiştir.

Tablo 17. Öğretmen adaylarının duyumsama kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Soğuk cismin sıcaklığı yoktur. <u>Kod:</u>	Katılıyorum	3/106	2	Katılmıyorum	101/106	96	Bilmiyorum	2/106	1
					58/101	57			

<u>sıcaklık</u> <u>sıcaktır.</u>	Her cismin sıcaklığı vardır							
Soğuk cismın ısısı yoktur. <u>Kod:</u> <u>ısı sıcaktır.</u>	Katılıyorum	9/106	8	Katılmıyorum	82/106	77	Bilmiyorum	15/106 14
Isı her şeyi eritir. <u>Kod:</u> <u>ısı sıcaktır</u>	Katılıyorum	12/106	11	Katılmıyorum	72/106	67	Bilmiyorum	2/106 1
Soğuk bir ortamda duran giysiyi giydiğimizde e üşürüz çünkü üzerinde soğukluk vardır. <u>Kod:</u> <u>Isı ikiye</u> <u>ayrılır:</u> <u>sıcaklık ve</u> <u>soğukluk</u>	Katılıyorum	75/106	70	Katılmıyorum	21/106	19	Bilmiyorum	10/106 9
Isı alışverişi olduğu için kazakta soğukluk vardır		9/75	12	Vücut ısısından daha düşük olduğu için üşürüz	6/21	28		
Vücut sıcaklığından soğuktur		8/75	10					
Kendim deneyimledi m		4/75	5					

n: ifadede bulunan öğrenci sayısı N: toplam öğrenci sayısı

Öğretmen adaylarının %2'lik kısmı soğuk cismin sıcaklığı yoktur ifadesine katılmışlardır. Bu durum bu grubun sıcaklığın sıcak olduğunu düşünmelerine işaret etmektedir. %1'lik kısım bilmiyorum seçeneğini işaretlerken %96 katılmıyorum ifadesini seçmişlerdir. Bu grubun %57'si her cismin sıcaklığının olduğunu ifade ederek görüşlerini desteklemişlerdir. %8 öğretmen adayı soğuk cismin ısısının olmadığından bahsetmiştir. Bu durum bu grubun ısının sıcak olduğunu düşündüklerine işaret etmektedir. %14 öğretmen adayı bilmiyorum seçeneğini işaretlerken %77 bu ifadeye katılmamıştır. %11 öğretmen adayı ısının her şeyi eriteceğini düşünmüştür. Bu düşünce ısının sıcak olduğunu düşündüklerine işaret etmektedir. %67 öğretmen adayı bu görüşe katılmazken %1 öğretmen adayı bilmiyorum seçeneğini işaretlemiştir. %70 öğretmen adayı soğuk odada duran kazağın üzerinde soğukluğun olduğunu düşünmüşlerdir. Bu grubun %12'si ısı alışveriş nedeniyle soğukluğun olduğunu söylemişlerdir. %10 öğretmen adayı vücut sıcaklığından soğuktur diyerek karşılaştırma yapmışlardır. %5 öğretmen adayı bu düşüncelerine neden olarak deneyimlerini göstermişlerdir. %19 öğretmen adayı soğukluk ifadesine katılmamaktadır. Bu grubun %28'si kazağın vücut ısısından daha düşük olduğunu bu yüzden üşüdüğümüzü açıklayarak soğukluk tanımına karşı çıkmışlardır.

Tablo 18. Öğretmen adaylarının iletim kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N)	%
Termoslar içerisindeki gümüş kaplama sayesinde ısının dışarı kaçmasını engeller. <u>Kod:</u> <u>ısı kaçır.</u>	Katılıyorum	86/106	81	Katılmıyorum	12/106	11	Bilmiyorum	8/106	7
Isının yayılma şekli cismin içerisine ısı parçacığı girmesi şekliyle olur <u>Kod: ısı</u> <u>taneciği iletimi</u>	Katılıyorum	41/106	38	Katılmıyorum	35/106	33	Bilmiyorum	30/106	28
Vücut ısısından soğuk bir odaya girildiğinde insandan odaya ısı akar. <u>Kod: ısı akar</u>	Katılıyorum	74/106	69	Katılmıyorum	16/106	15	Bilmiyorum	16/106	15
Isının iletilmesi sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlemesidir. <u>Kod: tanecik</u> <u>iletimi</u>	Katılıyorum	78/106	73	Katılmıyorum	13/106	12	Bilmiyorum	15/106	14
Isı ve soğukluk	Katılıyorum	35/106	33	Katılmıyorum	28/106	26	Bilmiyorum	43/106	40

sıvılar gibi akar. <u>Kod: Isı akar</u>	Isı ve sıcaklık akışkandır	2/35	5	Öyle değildir ama anlatırken öyle deriz	5/28	1 7		
	Sıvılara benzetilebilir	1/35	2	Akmazlar	2/28	7		
	Katılıyorum	47/10	4	Katılmıyorum	25/10	2		
		6	4	m	6	3		
Cisimler sıcak parçacık kayıyla soğurlar. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Sıcaktan soğuğa doğru bir hareket vardır	3/47	6	Parça değişimi yoktur sabittir	6/25	2 4	Bilmiyorum m	34/10 6 3 2
	Isı parçacığı kaybedilince soğuma olur	1/47	2					
	Katılıyorum	53/10	5	Katılmıyorum	25/10	2		
		6	0	m	6	3		
Isı kaybeden nesne aslında sıcak parçacık hareketle kaybeder. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Sıcak parçacık hareketle birlikte kaybolur	3/53	5	Parçacık kaybetmez	6/25	2 4	Bilmiyorum m	28/10 6 2 6
	Isı sıcak parçacıklarda n oluşur	1/53	1					
Termosun ağzı açılınca içerideki ısı dışarı uçar. <u>Kod: ısı uçar</u>	Katılıyorum	75/10	7	Katılmıyorum	15/10	1	Bilmiyorum	16/10
		6	0	m	6	4	m	6
Topa ısı kaynağından ısı akmıştır ve topun hacmini artırmıştır. <u>Kod: ısı sıvıdır</u>	Katılıyorum	83/10	7	Katılmıyorum	9/106	8	Bilmiyorum	14/10
		6	8	m			m	6

Soğuk elimizle
sıcak bir cisme
dokunduğumu
zaman sıcak
cisimden
elimize ısı
tanecikleri
geçer böylece
elimiz ısınır.

Kod: ısı

taneciği iletimi

	Katılıyorum	87/106	8	Katılmıyorum	17/106	1	Bilmiyorum	2/106	1
		6	2		6	6			
		31/106	2	Katılmıyorum	66/106	6			
		6	9	m	6	2			
“Lütfen	Isıl denge	15/31	4	Olay hava ile	17/66	2			
pencereyi	sağlanır		8	ilgilidir		5			
kapatır mısın?	Isı geçişi olur	8/31	2						
Isı dışarıya			5						
kaçıyor.”	Olay hava ile	5/31	1	Isı değil	16/66	2	Bilmiyorum	9/106	8
Diyor. Siz bu	ilgilidir		6	sıcaklıktır		4			
düşünceye	Isı dışarı	2/31	6						
katılıyor	kaçar			Isı kaçmaz	13/66	1			
musunuz?						9			
	Isı akar	1/31	3	Soğuk içeri girer	1/66	1			

Öğretmen adaylarının %81’lik kısmı ısının kaçması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %11’lik kısım bu düşünceye katılmazken %7’lik kısım bilmediğini ifade etmiştir. %38 öğretmen adayı ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. %69’lük öğretmen adayı dilimi ısı iletiminde ısının akışkan olduğu ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %15 öğretmen adayı katılmamıştır. %73 öğretmen adayı ısı iletiminde sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlediği ifadesine katılmıştır. Bu gruptaki %15’lik kısım ısı akışının sıcaktan soğuğa doğru olduğunu ifade ederken %14 ısı transferinin bu şekilde olduğunu belirtmiştir. %5’lik dilim ısının aktarıldığını ifade etmiştir. Bu düşünceye katılmayan öğretmen adayları %12’dir. %14 bilmiyorum cevabı mevcuttur. %33 öğretmen adayı ısı ve soğukluğun aktığını onaylamıştır. Bu grubun %5 ısı ve sıcaklık kavramlarının akışkan olduğunu ifade ederken, %2 sıvılara benzetilebileceğini söylemiştir. Bu düşünceye katılmayan öğretmen adayı yüzdesi %26’dır. Bu grubun %17’lik dilimi akışkan olmadığını ama bu şekilde ifade edildiğini söylerken %7’lik dilim akma özelliğinin olmadığını ifade eder. %44

öğretmen adayı cisimlerin parçacık kaybı ile soğuduğunu düşünmektedir. %5 sıcak parçacıkların hareketle birlikte kaybolduğunu ifade ederken 1 kişi ısının parçacıklı yapıda olduğunu ifade etmiştir. %23 öğretmen adayı bu düşünceye katılmazken bu gruptaki %24'lük dilim parçacık kaybı olmadığını ifade etmişlerdir. %70 öğretmen adayı ısının uçuşma ifadesine kayıtsız kalmıştır. %14'lük grup bu ifadeye katılmazken %15'lik grup bilmediğini ifade etmiştir. %78 öğretmen adayı ısının akarak iletilildiğini ifade etmiştir. Bu ifadeye katılmayan öğretmen adaylarının yüzdesi %8'dir. %13'lik kısım bilmediğini ifade etmiştir. %82 öğretmen adayı ısı iletiminin tanecik iletimi şeklinde olduğunu onaylamıştır. %16 bu ifadeye katılmazken %1'lik kısım bilmediğini ifade etmiştir. Pencereyi kapatır mısın ısı dışarı kaçıyor ifadesine öğretmen adaylarının %29'luk kısmı katılmıştır. Bu grubun %89'u olayın ısı aktarımı olup hava çıkışının olduğundan bahsederken %6 ısının dışarı çıkacağını ifade etmiştir. %3 ise ısı akışından bahsetmiştir. İfadeye katılmayan öğretmen adaylarının yüzdesi %62'dir. Bu grubun %25'i hava ile ilgili bir durum olduğunu %19 ısının kaçmayacağını ifade ederken %24 ısının değil sıcaklığın kaçacağını belirtmiştir. 1 kişi soğukun içeri girdiğini ifade etmiştir.

Tablo 19. Öğretmen adaylarının yalıtım kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Kazaklar insanları ısıtır. <i>Kod: yalıtım</i> <i>ısı kaynağıdır.</i>	Katılıyorum	67/106	63	Katılmıyorum	38/106	35	Bilmiyorum	1/106	0.9
	Umay (ısıtır)	52/106	49	Tuna(korur)	43/106	40			
	Ceket ısıtır	23/52	44						
Kardan adam durum karikatüründe siz kime katılıyorsunuz? <i>Kod: yalıtım/ısı kaynağı</i>	Tuna ceketinden çıkardığı belirli bir ısı vardı	11/52	21	Yalıtım	30/43	69			
	Yalıtım sağlar	6/52	11						
	Ceket siyahtır ışığı soğurur	4/52	7						
	Basınç olacağı için eritir	2/52	3						

Öğretmen adaylarının %63'ü kazakların insanları ısıttığını düşünmektedir. %35 öğretmen adayı bu düşünceye katılmamaktadır. Kardan adam üzerine ceket koyulunca eriyeceğini düşünen Umay' katılan öğretmen adayı %49'dur. Bu düşüncelerine sebep olarak %44'lük kısım ceketin ısıtacağını ifade ederken, %21'lik kısım ifadede olmamasına rağmen Tuna'nın ceketini üzerinden çıkardığı için üzerinde ısı olacağını ifade etmiştir. %21'lik dilim

ceketin yalıtım sağlayacağını ifade ederek tutarsız yanıtlar vermiştir. %7'lik dilim ceketin renginden dolayı ışığı soğuracağını düşünmüştür. %3 basınç olacağından ötürü kardan adamın eriyeceğini ifade etmiştir. Ceketin kardan adamı erimekten koruyacağını düşünen öğretmen adayı dilimi %40'tır. Bu grubun %69'luk kısmı ceketin yalıtım yapacağını ifade etmiştir.

Tablo 20. Öğretmen adaylarının varlık kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Kalorifer peteğine dikkatli baktığımızda tıpkı bir duman gibi gördüğümüz şey ısının kendisidir. <u>Kod:</u> <u>ısı hareket eder</u> <u>ve ısı görünür</u>	Katılıyorum	57/106	53	Katılmıyorum	25/106	23	Bilmiyorum	24/106	22
Isı tüm maddi bedenlere nüfuz edebilen bir sıvı gibi davranır. <u>Kod: ısı sıvıdır</u>	Katılıyorum	56/106	52	Katılmıyorum	17/106	16	Bilmiyorum	33/106	31
Saç kurutma makinesinden çıkan sıcak havada ısı tanecikleri bulunur. <u>Kod:</u> <u>ısı taneciği</u>	Katılıyorum	70/106	66	Katılmıyorum	17/106	16	Bilmiyorum	2/106	1
	Soğuk hava ısıdır	12/70	17	Isı tanecikli yapıya sahip değildir	5/17	29			
Topun içerisine giren ısı tanecikleri, topun moleküllerine çarparak ve ittirerek topun genleşmesini sağlamıştır. <u>Kod: ısı tanecik</u>	Katılıyorum	83/106	78	Katılmıyorum	9/106	8	Bilmiyorum	14/106	13

Bir maddenin		n/N	%
ısınmış	Hacimce artış varsa/genleşiyorsa:	42/106	%39
	Buharlanıyorsa:	15/106	%14
görüldüğünü	Dokunarak:	15/106	%14
	Sıcaklık değişimi varsa (ölçerek):	14/106	%13
nasıl anlarız?	Renk değişimi varsa:	12/106	%11
	Hal değişimi gözleniyorsa:	11/106	%10
	Üzerinden “duman” çıkıyorsa:	5/106	%4
	Tanecik hareketi artmışsa:	3/106	%2
Sizce mum	Isıdır:	44/106	%41
üzerindeki	Isınmış genleşen havadır:	29/106	%27
	Isı taneciği çarpmıştır:	9/106	%8
kağıdı hareket	Isı buharıdır:	3/106	%2
	Enerjidir:	3/106	%2
ettiren şey	Isı dalgası:	1/106	%0.9
	nedir? <u>Kod:</u>	1/106	%0.9
<u>Isı/sıcaklık</u>			
<u>görünür</u>			

Öğretmen adaylarının %53’ü konveksiyon yoluyla yuları hareket eden havanın ısı olduğunu düşünmüşlerdir. %23’lük dilim bu görüşe katılmazken, %22’lik dilim bilmiyorum seçeneğini işaretlemiştir. %52 öğretmen adayı ısıнын bir sıvı gibi davrandığını ifade ederken %16 öğretmen adayı bu düşünceye katılmamaktadır. Bilmiyorum ifadesi %31’dir. Saç kurutma makinesinden ısı taneciği çıktığını düşünen öğretmen adayları %66’lık dilimi oluşturmaktadır. Bu düşüncelerinin nedeni sorulduğunda %17’lik kısım soğuk havanın ısındığını ifade ederek soru ifadesi ile tutarsız yanıtlar vermişlerdir. Katılmayan öğretmen adayı yüzdesi %16’dır. Bu gruptaki %26’lık dilimdeki öğretmen adayları ısıнын tanecikli yapıda olmadığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının %78’i ısı taneciklerinin topun moleküllerini ittirerek genleşmenin olduğu ifadesini onaylamıştır. Bu ifadeye %8 katılmıyorum derken %13 bilmiyorum seçeneğini işaretlemiştir. Öğretmen adayların bir maddenin ısınmış görüldüğünü nasıl anlarsınız sorusuna, %39 hacimce genleşme varsa, %14 buharlanıyorsa, %14 dokunarak, %13 sıcaklık değişimini ölçerek, %11 renk değişimini gözleyerek, %10 hal değişimi gözlenirse şeklinde cevaplar vermişlerdir. Yanan mum üzerinde dönen kâğıt yılanı döndüren şeyin ne olduğu sorusuna ise %44 ısı, %27 genleşen hava %8 ısı taneciği çarpmıştır, %2 ısı buharı, %2 enerji, %0,9 ısı dalgası, %0,9 sıcaklık cevapları gelmiştir.

4.2.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Görüşme Verileri

16 Öğretmen adayı ile yapılan görüşmelerde 5 farklı soru grubu ile öğrencilerin verdikleri yanıtlar arasında tutarlılık aranmıştır.

Öğretmen adaylarında sıcak ve soğuk madde taneciklerine renk atfetme görülmemiştir.

Tablo 21. *Tanım kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri*

İfade	n/N	%
Tanımlar doğru ve ardından gelen söylemler tutarlı	8/16	50
Tanımlar doğru ancak ardından gelen söylemler tutarsız	7/16	43
Tanımları birbirine karıştırma (ör: ısı yerine sıcaklık tanımı)	1/16	6
Isı ve sıcaklık aynı	-	-
Tanım yok	-	-

Öğretmen adaylarının %50'lik kısmı kavramları doğru tanımlayıp ardından gelen söylemlerle tutarlılık göstermişlerdir. %43'lik kısım tanımları doğru yapmasına rağmen ardından gelen söylemlerle tutarsızlık göstermişlerdir. %6'lık dilim ısı ve sıcaklık tanımlarını birbirinin yerine kullanmıştır. Isı ve sıcaklık kavramlarının aynı olduğunu ifade eden ve tanım yapamayan öğretmen adayları bulunmamaktadır.

*Isı nedir Sıcaklık nedir ikisi birbirinden farklı mıdır? *Aslında insana ısı deyince aklına havanın çok sıcak oluşu gibi durumlar geliyor ama bu böyle değildir. Isı bir enerjidir. Sıcaklığı farklı iki nesnenin arasında akan enerjiye biz ısı diyebiliriz. Sıcaklıksa bizim termometre ile ölçtüğümüz hissettiğimiz bir olgudur...* Sıcak ve soğuk nedir? Neye göre karar veririz? *Algımız kışın ve yazın değişiyor. Bulunduğumuz ortam etkiler herkese göre değişen bir şeydir. Soğuk cisimlerin tabii ki de bir sıcaklığı vardır ki onları gösterebiliyoruz kaç derecede olduğunu. Ama diğerlerine göre daha az enerjiye sahip olduğu için onlara soğuk diyoruz iki sıvıyı karşılaştırırken biri diğerinden daha sıcaktır. Sıcak olanın yanına daha farklı bir sıcak madde koyarsak ondan daha soğuk olmuş olabilir. Bir şeye göre sıcak bir şeye göre soğuk bir kıyaslama yapıyoruz aslında.* **Kod: Tanımlar tutarlı**

Tablo 22. *Isı duyumsanması kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri*

İfade	n/N	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Isı-sıcaklık duyumsanma göstermez (ısı/sıcaklık sıcak değildir)	8/16	50	8/8	100	-	-
Sıcaklık sıcaktır	4/16	25	3/4	75	1/4	25
Isı sıcaktır	4/16	25	1/4	25	3/4	75

Öğretmen adaylarının %50'lik kısmı ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak olduğunu düşünmemektedir ve tümünün bu düşünceleri tutarlıdır. %25'lik dilimdeki öğretmen adayları sıcaklığın sıcak olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %75'inin görüşleri tutarlıyken %25'i tutarsız yanıtlar vermiştir. Isının sıcak olduğunu düşünen öğretmen adaylarının yüzdesi %25'tir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %25'i tutarlı yanıtlar verirken %75'i tutarsız yanıtlar vermişlerdir.

*Soğuk maddelerin ısı var mıdır? *Az miktarda vardır. Çünkü her şey ısıya sahiptir.* Soğuk cisimlerin sıcaklıkları var mıdır? *Isıları vardır ama sıcaklıkları yoktur.* **Kod: sıcaklık sıcaktır.**

* Soğuk cisimlerin ısı var mıdır? *Vardır. -273 dereceye kadar ölçülebilen bir enerji türüdür Ondan sonrasında... Sanırım yine olduğunu düşünüyorum ama bizim ölçebileceğimiz kadar büyük değildir.* Sıcaklıkları var mıdır? *Sıcaklıkları da vardır. Isı enerjisinin biraz daha az olmasından dolayı farklıdır.* Isı bir şeyler hep eritebilen bir olgu mudur? *Fazlalığında evet ama her şeyde eritebilecek diye bir şey yoktur.* **Kod: Isı ve sıcaklık duyumsanma göstermez. Bu düşünce tutarlıdır.**

Tablo 23. Yalıtım kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri

İfade	n/N	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Giysiler yalıtım yapar:	12/16	75	9/12	75	3/12	25
Giysiler ısı kaynağıdır:	4/16	25	3/4	75	1/4	25

Öğretmen adaylarının %75'lik kısmı giysilerin yalıtım yaptığını ifade etmişlerdir. Bu düşüncedeki öğretmen adaylarının %75'i tutarlı cevaplar verirken %25'i tutarsız cevaplar vermiştir. Giysilerin bizi ısıttığını düşünerek ısı kaynağı görüşüne sahip olan öğretmen adaylarının oranı %25'tir. Bu grubun %75'inin görüşleri tutarlıyken %25'lik kısım tutarsızdır.

*Kışın kazak giymemizin nedeni nedir? *Soğuktan bizi korurlar. Soğuk havayla temas etmediğimizde tenimiz daha sıcak kalıyoruz.* **Kod: yalıtım.** Kardan adam üzerine ceket koysam bir etkisi olur mu? *İçindeki ısıyı koruyacaktır.* Kazaklar insanları ısıtır dersem senin için doğru olur mu? *Hayır. Kazaklar insanları sıcak tutarlar. Vücut ısının kaybolmamasına yardımcı olurlar ama ısıtan şey kazak değildir.* **Kod: Yalıtım. Tutarlı.**

Tablo 24. Varlık kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri

İfade		n/16	%
<i>Kalorifer peteği çalışırken duvarda görünen hareketli gölge nedir?</i>	İkisi de madde değildir (Görünen ısınmış havadır)	10/16	62
	Sıcaklık görünür	4/16	25
	Isı Görünür	2/16	12
İletim kategorisi ile bağlantılı olan sıvı, gaz ve tanecik ifadeleri	Isı buhar gibi tüter:	2/16	12
	Isı tanecik şeklindedir:	-	-
	Sıcaklık akar:	-	-
	Isı akar:	-	-
<i>Pencereyi açarsan ne olmasını beklersin?</i>	Isınmış hava dışarı çıkar:	9/16	56
	Sıcaklık kaçar:	4/16	25
	Isı kaçar:	3/16	18
	Soğuk ısı girer:	-	-

Öğretmen adaylarının %62'lik kısmı kalorifer peteği üzerinde görünen gölgenin ısınmış hava olduğunu ifade ederken %25'lik kısım sıcaklığın görüldüğünü ifade etmiştir. %12'lik kısım görünenin ısı olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının görüşmeleri boyunca %12'lik kısımda ısının buhar gibi tüteceği ifadesi geçmiştir. Geri kalan öğretmen adayları bu ifadeyi kullanmamışlardır. Soğuk bir günde sıcak odadaki pencerenin açılması durumunda ne olmasını bekledikleri sorulan öğretmen adaylarının %56'sı ısınmış havanın dışarı çıkacağını, %25'i sıcaklığın kaçacağını %18'i ısının kaçacağını ifade ederken soğuk ısı ayrımı görülmemiştir.

*Isı sıcaktan soğuğa doğru akar dedin. Bu akma nasıl bir şey? Isı akar mı? *Akışı yön anlamında kullanıyoruz genelde. Su gibi değil. Geçiş oluyor ama hiç su gibi olacağını düşünmedim. Ama şimdi düşündüğümde çocuklar bunu akıllarında yanlış somutlaştırabilirler. Bu kelime yerine geçiş kullanılabilir. Sıcaktan soğuğa geçiş şeklinde. Sana göre ısının akma, uçma gibi özellikleri var mı? Hayır o şekilde düşünmedim. Normal hareket gibi düşünüyorum. Titreşim şeklinde olabilir ama somut olarak bir şeye benzetemem. Kod: ısı akar düşüncesi yok.*

* Isı akan bir şey midir? Akma, uçma gibi özellikleri var mı ya da kafamda buna benzer şekilde mi hayal ediyorsun? *Hayır, buna benzemiyor akan bir şey değil de hareket eden bir şeymiş gibi geliyor titreşimli. Taneciklerin titreşimi gibi. Sıcakta titreşim nasıl soğukta titreşim nasıl? Ben titreşimi tam yorumlayamıyorum çünkü bana ilkokulda katı sıvı gaz ve bunların taneciklerini ve arasındaki boşluğu gösterdiler. Bana sıcak bir cismin nasıl titrediğini göstermediler soğukun titreşimi böyle olur gibi göstermediler gösterebilirler belki kafamda bir şey canlanırdı. Peki, sıcak elimle soğuk bir yere dokunuyorum aradaki ısı iletimi nasıl olur? Pek bilmiyorum.*

* Isı akışı diyoruz. ısı akan bir şey midir? *Aslında evet bu su akan bir şeymiş gibi. Sanki bir gazmış gibi hayal ediliyor bence. Öyle olmadığını biliyorum ama bu hepimizin beynine yerleşmiştir. Kod: ısı akar düşüncesi yok. O yüzden akışkan mıdır? Akışkan değildir ama algımız da o şekilde olur gibi. Mesela kalorifer peteklerinin üzerinde dalgalanmalar da görülüyor. Isıyı o şekilde gözlemleyemeyiz. Hava moleküllerini ısıtmış ve onları gözliyor olabiliriz ya da ısı gözlemlenen bir şey olabilir. Ama şu ana kadar ısının gözlemlenebilir bir şey olduğuna dair bir şey araştırıp görmediğim için hava molekülleri olabileceğini düşünüyorum. Kod: Görünen ısınmış havadır.*

*Kalorifer çalışırken duvarda şeffaf tüten bir şey gözüküyor. Sence o nedir? *Isınma olur acaba sıcaklık da olabilir mangal yanarken baktığımızda diğer tarafı daha dalgalı görüyoruz. Gaz da olabilir. Sıcaklık gaz gibi yukarı doğru hareket ediyor. Kod: sıcaklık görülür.*

*Kış gününde pencereyi açarsan ne olmasını beklersin? *ısı alışverişi ile içerisi soğur. Burada alınıp verilen nedir? Sıcaklık. Kod: sıcaklık iletilir. Sıcaklık nasıl verilir? Cevabımı değiştiriyorum ısıdır. Isı alışverişi olduğu için adı ısı olması gerekir. Kafam çok karıştı birbirlerine çok benziyorlar. Kod: Sıcaklık iletilir düşüncesi tutarsızdır. Kod: ısı ve sıcaklık tanımları birbirlerine karıştırılmıştır.*

Tablo 25. İletim kategorisi için öğretmen adaylarının görüşme verileri

İfade		n/16	%	Tutarlı		Tutarsız	
				n/N	%	n/N	%
İletilen şey nedir?	Sıcaklık	8/16	50	5/8	62	3/8	37
	Isı iletilir	4/16	25	1/4	25	3/4	75
	Tanecik	3/16	18	-	-	3	100
	Soğukluk	1/16	6	1/1		-	-
Genleşme nasıl olur?	Tanecikler titreşiyor	14/16	87				
	Tanecikler büyür	1/16	6				
	Tanecikler sıkışır	1/16	6				
	Tanecikler çoğalır/artar	-	-				

Öğretmen adaylarına ısı iletimi ile ilgili yöneltilen sorulara %50’lik dilim sıcaklığın iletileceğini ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %62’si tutarlı cevaplar verirken, %37’lik kısım tutarsız cevaplar vermiştir. Isının iletileceğini düşünen öğretmen adaylarının oranı %25’tir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %24’i tutarlı cevaplar verirken %75’i tutarsız cevaplar vermiştir. Tanecik iletimi olduğunu düşünen öğretmen adaylarının oranı

%18'dir. Bu gruptaki öğretmenlerin tümünün görüşleri tutarsızdır. Soğukluk iletilildiğini düşünen 1 öğretmen adayı bulunmaktadır. Bu görüş sorgulama sonucu tutarsızdır.

Genleşmenin nasıl olduğu ile ilgili yöneltilen sorulara öğretmen adaylarının %87'si taneciklerin titreştiğini ifade ederken %6'lık kısım taneciklerin büyüdüğünü %6'lık kısım taneciklerin sıkıştığını ifade etmiştir. Taneciklerin çoğaldığını düşünen öğretmen adayına rastlanmamıştır.

*Isı iletiminde taneciklerin rolü nedir? *Taneciklerin hareketine göre ısıyı yorumluyoruz. O zaman şöyle yorumlayabilirim belki de sıcak tanecikler karşı tarafa geçiyor olabilir. Tanecikli yapıda olduğu için kafamda öyle canlanıyor.* **Kod: Tanecik geçişi.** Sıcak elimle soğuk bir masaya dokunsam buradaki ısı iletimi nasıl olacaktır? *Elimiz biraz soğur tanecikten dolayı mı o konuda biraz kafam karışık. Düşününce tanecik olarak düşünmüştüm ama şu an tanecik geçişi gibi gelmedi. Tam olarak bilmiyorum kafamda canlandıramadım.* **Kod: tanecik geçişi düşüncesi tutarsız.**

* Moleküler olarak düşündüğün zaman nasıl hayal ediyorsun bu ısı iletimini? *Sıcak moleküler soğuk moleküllere mi doğru gidiyor acaba.* Gitme derken taneciklerin hareketi mi? *Enerji de böyle bir şey var mı bilmiyorum enerji.* Sence böyle hareket eden bir şey mi? *Enerji alıp verilebilen bir şey değil o yüzden molekülü hareketi ile oluyordur bence.* Molekül hareketi derken ne demek istiyorsun? *Mesela bir tanecik gidiyor karşı tarafa onun yerine soğuk geliyor olabilir Tanecik değişimi gibi mi? Aynen öyle düşündüm ben.* **Kod: İletimde tanecik geçişi.** ... Sıcak elimle soğuk bir nesne dokunduğunu düşün. Sence oradaki ısı transferi nasıl olacak? Taneciklerden bahsetmiştim sende taneciklerin rolü nasıl olacak? *Moleküler düzeyde soğuk nesneden bizim elimize veya bizim elimizden soğuk nesneye bir şey geçmeyecek kesin gibi bir şey bizim elimizde olan ısı enerjisi soğuk ortamdaki taneciklere geçecek ama onu nasıl moleküler düzeyde geçecek Bunu tam olarak bilmiyorum.* Taneciklerin geçmeyeceğini mi söylüyorsun? *Evet, tanecik geçmez.* Peki, geçen şey nedir çünkü bir etkileşimin olması gerekiyor veya geçen bir şey var mıdır? *Enerji geçiyor ama bu nasıl oluyor bilmiyorum tanecikle mi oluyor? Acaba bizim elimizdeki sıcak tanecikler oradaki soğuk taneciklerin etkileşime giriyor veya temasta bulunuyor ya hani temasta bulunduğu zaman alışveriş yapıyor olabilirler.* Alışveriş yapılan şey nedir? Isı enerjisi. **Kod: Tanecik geçişi Tutarsızdır.**

*İki metal özdeş top var her şeyleri birbirine eşit. Biri diğerine göre daha soğuk diğeri de daha sıcak. Moleküler fazla bir farklılıkları var mıdır? *Moleküller arasındaki uzaklıklar bir şekilde değişmiş olabilir. Isı bir enerji olduğu titreşim hareketi yapıyorlar enerji*

onlara aktarılıyorsa eğer tabii ki de titreşimleri çok daha farklı olabilir. Sıcak ve soğuk cisimler arasında ısı iletimi var. Sen bu tanecikleri nasıl hayal ediyorsun? *Küçüklükten beri gösterdikleri bir şey var dalga dalga öyle hayal ediyorum direkt aklıma bu geliyor.* Bu dalga ne içeriyor. Tanecikler hareket ediyor mu, karşı tarafa mı geçiyor, kopuyorlar mı birbirlerinden? *Bir cisimden havadaki moleküle havadaki molekülden başka bir cisme gidiyormuş gibi hayal ediyorum. Giden şey enerjidir. Kod: Isı iletimi tutarlıdır.*

* Gravzant halkasında örneğinde ısının genleşme üzerinde nasıl bir etkisi vardır? *Tanecikler gittikçe titreşiyor. Moleküller arasındaki bağların açılması olabilir mi. Genleşme de böyle oluyor sanırım. Bir molekülün bağlarının açısı değişince tüm moleküllerde yapınca genleşiyor. Kod: Titreşim*

*Isı iletimi ısı transferi diyoruz moleküler düzeyde düşündüğün zaman Sence ısı iletimi nasıl gerçekleşiyor? *Isı transferi olurken tanecikler hareketli olur küçülür veya büyür o şekilde. Soğuktan ısıya doğru bir şekilde. Ama tam olarak canlandıramıyorum...* Genleştikten sonra sence moleküler düzeyde nasıl bir değişim oldu? Bu değişimde ısının rolü neydi? *Moleküller tanecikler sıkışmış olabilir. Isı alıyor.*

4.3. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Bulgular

4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Anket Verileri

96 Öğretmen ile yapılan ankette veriler tablolaştırılarak gösterilmiştir.

Tablo 26. Öğretmenlerin ısının duyumsanması kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Soğuk cismin sıcaklığı yoktur. <i>Kod: sıcaklık sıcaktır.</i>	Katılıyorum	4/96	4	Katılmıyorum	92/96	96	Bilmiyorum	-	-
				Her cismin sıcaklığı vardır	53/92	57			
Soğuk cismin ısısı yoktur. <i>Kod: ısı sıcaktır.</i>	Katılıyorum	10/96	10	Katılmıyorum	85/96	89	Bilmiyorum	1/96	1
Isı her şeyi eritir. <i>Kod: ısı sıcaktır</i>	Katılıyorum	23/96	24	Katılmıyorum	69/96	72	Bilmiyorum	4/96	4
Soğuk bir ortamda duran giysiyi giydiğimizde üşürüz çünkü üzerinde soğukluk vardır.	Katılıyorum	31/96	32	Katılmıyorum	59/96	61	Bilmiyorum	4/96	4
	Bizdeki sıcaklık soğuk giysiye ilerler	1/31	3	Vücudumuzdan kazağa ısı geçişi olur	21/59	36			
				Kazağın ısı enerjisi azdır	4/59	7			

<u>Kod: Isı ikiye ayrılır; sıcaklık ve soğukluk</u>	Soğukluk bir sonuçtur	4/59	7
n: ifadede bulunan öğrenci sayısı N: toplam öğrenci sayısı			

Öğretmenlerin %4'ü soğuk cisimlerin sıcaklığının olmadığını düşünmektedirler. Bu düşünce sıcaklığın sıcak olduğunu düşündüklerini işaret etmektedir. %96'lık dilim ise bu düşünceye katılmamaktadır. Bu grubun %57'si her cismin sıcaklığının olduğunu ifade etmiştir. Soğuk cisimlerin ısı sahibi olmadığını düşünen öğretmen sayısı %10'dur. Bu düşünceye katılmayan öğretmen yüzdesi %89'dur. Isının her şeyi erittiğini düşünen öğretmen sayısı %24 iken bu düşünceye katılmayan öğretmen yüzdesi %72'dir. Kazağın üzerinde soğukluk bulunduğunu düşünen öğretmen yüzdesi %32'dir. Bu ifadeye katılmayan öğretmen yüzdesi %61'dir. Bu gruptaki %36'lık dilim vücuttan kazağa ısı geçişi olduğunu düşünürken %7'lik kısım kazağın ısı enerjisinin az olduğunu %7'lik kısım ise soğukluğun bir sonuç olduğunu ifade etmiştir.

Tablo 27. Öğretmenlerin iletim kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Termoslar içerisindeki gümüş kaplama sayesinde ısı ın dışarı kaçmasını engeller. <u>Kod: ısı kaçır</u>	Katılıyorum	63/96	65	Katılmıyorum	30/96	31	Bilmiyorum	2/96	2
Isının yayılma şekli cismin içerisine ısı parçacığı girmesi şekliyle olur <u>Kod: ısı taneciği iletimi</u>	Katılıyorum	24/96	25	Katılmıyorum	67/96	69	Bilmiyorum	5/96	5
Vücut ısından soğuk bir odaya girildiğinde insandan odaya ısı akar. <u>Kod: ısı akar</u>	Katılıyorum	82/96	85	Katılmıyorum	10/96	10	Bilmiyorum	2/96	2
Isının iletilmesi sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlemesidir. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Katılıyorum	53/96	55	Katılmıyorum	38/96	39	Bilmiyorum	3/96	3
	Isı akışı sıcaktan soğuğa doğrudur	8/53	15	Enerji aktarılır	8/38	21			
	Isı bir enerjidir. Tanecik değildir	6/53	11	Sıcak parçacıklar soğuk parçacıklara çarparak hareket eder	5/38	13			

	İletim titreşim ve öteleme hareketi ile olur	5/53	9	Sıcak parça daha hızlıdır	2/38	5		
	Katılıyorum	28/96	29	Katılmıyorum	59/96	61		
	Isı akar	7/28	25	Soğuk hareket etmez	12/59	20		
				Isı aktarılır	11/59	18		
Isı ve soğukluk sıvılar gibi akar. <u>Kod: Isı akar</u>	Isı tıpkı gaz (difüzyon) gibi hareket eder	2/28	7	Sıcaklık alınıp verilmez	2/59	3	Bilmiyorum	6/96 6
				Enerji akar	2/59	3		
				Soğuk ısının karşısı değildir	2/59	3		
	Katılıyorum	30/96	31	Katılmıyorum	54/96	56		
Cisimler sıcak parçacık kaybıyla soğurlar. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Isı hareket eder	12/30	40	Isı enerjisi azaldıkça enerji kaybolur ve soğuma olur	15/54	27	Bilmiyorum	8/96
				Isı parçacık değildir	6/54	11		
	Katılıyorum	30/96	31	Katılmıyorum	59/96	61		
Isı kaybeden nesne aslında sıcak parçacık kaybeder. <u>Kod: tanecik iletimi</u>	Parçacık değil ısı kaybıdır	3/30	10	Isı enerjisidir tanecik miktarı değişmez	23/59	38	Bilmiyorum	5/96 5
Termosun ağzı açılınca içerideki ısı dışarı uçar. <u>Kod: ısı uçar</u>	Katılıyorum	48/96	50	Katılmıyorum	42/96	43	Bilmiyorum	2/96 2
Topa ısı kaynağından ısı akmıştır ve topun hacmini artırmıştır. <u>Kod: ısı sıvıdır</u>	Katılıyorum	82/96	85	Katılmıyorum	11/96	11	Bilmiyorum	1/96 1
Soğuk elimizle sıcak bir cisme dokunduğumuz zaman sıcak cisimden elimize ısı tanecikleri geçer böylece elimiz ısınır. <u>Kod: ısı taneciği iletimi</u>	Katılıyorum	36/96	37	Katılmıyorum	58/96	60	Bilmiyorum	2/96 2
	Katılıyorum	43/96	44	Katılmıyorum	53/96	55		
“Lütfen pencereyi kapatır mısın? Isı dışarıya kaçıyor.” Diyor. Siz bu düşünceye katılıyor musunuz?	Sıcak hava ve soğuk hava yer değiştirir	32/43	74	Sıcak hava ve soğuk hava yer değiştirir	32/53	60	Bilmiyorum	- -
	Sıcaktan soğuğa ısı akışı gerçekleşir	17/43	39	Isı kaçmaz aktarılır	16/53	30		

Isı sıcaktan soğuğa hareket eder	8/43	18			
Isı dışarı çıkar	3/43	6	Enerji akışı olur	5/53	9
			Isı dışarı çıkar	3/53	5

Öğretmenlerin %65'i Isının kaçması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %31'lik kısım bu ifadeye katılmamıştır. %25'lik dilimdeki öğretmenler ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. %69'luk dilim bu görüşe katılmamaktadır. Öğretmenlerin %85'lik dilimi ısı iletiminin bir akış şeklinde olduğu ifadesine katılmıştır. Öğretmenlerin %10'u bu ifadeye katılmamaktadır. Öğretmenleri %55'i ısı iletiminde sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlediğini düşünmektedir. Bu grubun %15'i Isı akışı sıcaktan soğuğa doğru olduğunu ifade ederken %11'lik kısım ısının bir tanecik olmadığını enerji olduğunu savunarak tutarsızlık göstermişlerdir. %9'luk kısım titreşim ve öteleme hareketini ifadelerinde kullanmışlardır. İfadeye katılmayan öğretmen yüzdesi %39'dur. Bu grup açıklamalarının %21'inde enerjinin aktarıldığını ifade ederken, %13'lük kısım sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara çarparak hareket etmesinden bahsetmektedir. %5'lik dilimde ise sıcak parçanın daha hızlı olduğu ifade edilmiştir. Öğretmenlerin %29'u ısı ve soğukluğun sıvılar gibi akması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. Bu grubun %25'i ısının aktığını belirterek ifadelerini desteklemişlerdir. %7'lik kısım ısı iletimini gaza benzetmiştir. %61 öğretmen ifadeye katılmamıştır. Bu gruptaki %20 soğukluğun hareket etmediğini açıklarken, %18 ısının aktarıldığını ifade etmiştir. %3 sıcaklığın alınıp verilmediğini, %3 enerjinin aktığını %3 ise soğukluğun ısının karşıtı olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenlerin %31'i cisimlerin parçacık kaybı ile soğuduğunu düşünmektedir. Bu grubun %40'ı ısının hareket edeceğini ifade etmiştir. Bu düşünceye katılmayan öğretmenlerin yüzdesi %56'dır. Bu gruptaki öğretmenlerin ifadelerinde %27 Isı enerjisinin azaldıkça soğuma olacağını ifade ederken %11 ısının parçacık olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenlerin %31'i ısı iletiminde tanecik geçişi olduğunu düşünmektedir. Bu grubun %10'u ısının parçacık olmadığından bahsederek tutarsızlık göstermişlerdir. %61 öğretmen bu ifadeye katılmamaktadır. Bu gruptaki %38 Isının enerji olduğunu tanecik miktarının değişmediğini ifade etmiştir. Öğretmenlerin %50'si ısı uçar ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %43 ise bu ifadeye katılmamışlardır. Öğretmenlerin %85'i topa ısı kaynağından ısının akması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %11'i ise ısının sıvı gibi akma ifadesine katılmamaktadır. Öğretmenlerin %37'si iletimde ısı taneciği geçtiğini ifade eden düşünceye katılmıştır. %60 ise bu ifadeye katılmamıştır. %44'lük dilimdeki öğretmenler

ısının dışarı kaçtığı ifadesine katılmıştır. Bu gruptaki öğretmenlerin %74'ü sıcak ve soğuk havanın yer değiştirdiğini ifade ederek tutarsızlık göstermişlerdir. %39 sıcaktan soğuğa ısı akışı gerçekleştiğini ifade etmiş, %18 ısının sıcaktan soğuğa hareket ederken, %6 ısının dışarı çıkacağını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin %55'i bu düşünceye katılmazken bu gruptaki öğretmenlerin %60'ı sıcak ve soğuk havanın yer değiştirdiğini %30 ise ısının kaçmayıp aktarıldığını ifade etmişlerdir. %9 enerji akışı olduğunu ifade ederken %5 ısının dışarı çıkacağını ifade etmiştir.

Tablo 28. Öğretmenlerin varlık kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
Kalorifer peteğine dikkatli baktığımızda tıpkı bir duman gibi gördüğümüz şey ısının kendisidir. <u>Kod: ısı hareket eder ve ısı görünür</u>	Katılıyorum	36/96	37	Katılmıyorum	57/96	59	Bilmiyorum	3/96	3
Isı tüm maddi bedenlere nüfuz edebilen bir sıvı gibi davranır. <u>Kod: ısı sıvıdır</u>	Katılıyorum	47/96	48	Katılmıyorum	28/96	29	Bilmiyorum	21/960	21
Saç kurutma makinesinden çıkan sıcak havada ısı tanecikleri bulunur. <u>Kod: ısı taneciği</u>	Katılıyorum	34/96	35	Katılmıyorum	48/96	50			
	Havadaki tanecikler ısınır ve genişir	10/34	29	Isı tanecikli yapıya sahip değildir	16/48	33	Bilmiyorum	12/96	12
Topun içerisine giren ısı tanecikleri, topun moleküllerine çarparak ve ittirerek topun genişmesini sağlamıştır. <u>Kod: ısı tanecik</u>	Katılıyorum	59/96	61	Katılmıyorum	34/96	35	Bilmiyorum	1/96	1
Bir maddenin ısınmış görüldüğünü nasıl anlarız?						n/N			
	Hal değişimi olmuşsa:					21/96	%21		
	Sıcaklık değişimini ölçeriz:					20/96	%20		
	Tanecik hareketi hızlanmışsa:					10/96	%10		
	Etrafındaki hava hareket ediyorsa(konveksiyon):					9/96	%9		
	Dokunarak / Temas ederek:					7/96	%7		
	Büzülmüşse:					5/96	%5		
	Kalorimetre ile "ölçerim":					2/96	%2		
	Görünüşünden anlayamam:					2/96	%2		
	Sertliği değiştiyse:					2/96	%2		
	Rengi değişiyorsa:					1/96	%1		

	Kalorimetre ile” hesaplarım”:	1/96	%1
	Sıvıysa kabarcık çıkarıyorsa:	1/96	%1
Sizce mum	Isınıp yükselen hava tanecikleri:	73/96	%76
üzerindeki kağıdı	Isı:	10/96	%10
hareket ettiren şey	Isı aktarılır:	9 /96	%9
nedir? <u>Kod:</u>	Isı akışı:	4/96	%4
<u>Isı/sıcaklık</u>	Isı tanecikleri:	3/96	%3
<u>Görünür</u>	Basınç farkı:	1/96	%1

Öğretmenlerin %37’si kalorifer üzerindeki ısınmış havanın ısının kendisi olduğu ifadesine katılmışlardır. %59’lık kısım ise bu ifadeye katılmamaktadır. %48’lik dilimdeki öğretmenler ısının bir sıvı gibi davrandığı ifadesine katılırken %29’luk dilimdeki öğretmenler bu ifadeye katılmamaktadır. Öğretmenlerin %35’i saç kurutma makinesinden ısı taneciği çıktığı ifadesine katılmıştır. Bu gruptaki %29’luk dilim havadaki taneciklerin ısınıp genişlediğini açıklayarak tutarsız ifadeler göstermişlerdir. Öğretmenlerin %50’si bu ifadeye katılmazken bu gruptaki %33 kişi ısının tanecikli bir yapıda olmadığını ifade etmiştir. Topun içerisine ısı taneciği giren öğretmen yüzdesi %61’dir. %35’lik dilimdeki öğretmenler bu ifadeye katılmamaktadır. Öğretmenler bir maddenin ısındığını nasıl anlarız sorusuna %21 hal değişimi, %20 sıcaklık değişiminin ölçüleceğini, %10 tanecik hareketinin hızlandığını, %9 etrafındaki havanın hareket ettiğini %7 dokunarak ifadelerini vermiştir. Öğretmenler mum üzerindeki kağıdın hareketine neyin neden olduğu sorusuna %76 ısınmış hava tanecikleri, %10 ısı, %9 ısının aktarıldığını, %4 ısı akışı olduğunu, %3 ısı tanecikleri, %1 basınç farkı ifadelerini kullanmışlardır.

Tablo 29. Öğretmenlerin yalıtım kategorisi anket verileri

Madde	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%	Cevaplar	n/N	%
	Katılıyorum	32/96	33	Katılmıyorum	66/96	68			
Kazaklar insanları ısıtır. <u>Kod: yalıtım ısı kaynağıdır.</u>	Sürtünmeden dolayı ısı enerjisine dönüşür ve ısıtır	1/32	3	Vücut ısınıncı koruyarak ısı yalıtımı sağlarlar	38/66	57	Bilmiyorum	-	-
	Giyince sıcak hissediyorum	1/32	3	Kazaklar enerji (ısı) kaynağı değildir	9/66	13			
Kardan adam durum karikatüründe	Umay (ısınır)	27/96	28	Tuna (korur)	48/96	50	21/96	21/96	21
	Ceket ısıtır	10/27	37	Yalıtım	37/48	77			

siz kime katılıyorsunuz? <i>Kod: yalıtım/ısı kaynağı</i>	Tuna ceketinden çıkardığı belirli bir ısı vardır	5/27	18
	Ceket ışığı soğurur	4/27	14

Öğretmenlerin %33'ü kazakların ısıtacağını düşünmüşlerdir. Bu düşüncedeki öğretmenlerin %3'ü ışığın soğurulup ceketin ısındığını, %3'ü sürtünmenin dolayısı ısı enerjisine dönüşeceğini, %3'ü ise giyince sıcak hissettiğini ifade etmiştir. %68 kazakların ısıtma ifadesine katılmamaktadır. Bu gruptaki %57 yalıtım ifadesini kullanırken %13 kazakların ısı kaynağı olmadığını ifade etmişlerdir. Kardan adamın üzerine ceket koyulduğunda eriyeceğini düşünen öğretmenlerin oranı %28'dir. Bu grubun %37'si ceketin ısıtacağından bahsederken %18 ceketin belirli bir ısı olduğunu ifade etmiştir. %14 ise ceketin ışığı soğurduğunu ifade etmiştir. Kardan adamın yalıtılacağını düşünen öğretmenlerin oranı %50'dir. Bu grubun %77'si yalıtım ifadesini kullanmıştır.

4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Görüşme Verileri

12 Öğretmen ile yapılan görüşmelerde 5 farklı soru grubu ile öğrencilerin verdikleri yanıtlar arasında tutarlılık aranmıştır. Öğretmenlerde sıcak ve soğuk madde taneciklerine renk atfetme görülmemiştir.

Tablo 30. Tanımlar kategorisi için öğretmen görüşme verileri

İfade	n/N	%
Tanımlar doğru ve ardından gelen söylemler tutarlı	11/12	91
Tanımlar doğru ancak ardından gelen söylemler tutarsız	1/12	8
Tanımları birbirine karıştırma (ör: ısı yerine sıcaklık tanımı)	-	-
Isı ve sıcaklık aynı	-	-
Tanım yok	-	-

Öğretmenlerin %91'lik kısmı kavramları doğru tanımlayıp ardından gelen söylemlerle tutarlılık göstermişlerdir. %8'lik kısım tanımları doğru yapmasına rağmen ardından gelen söylemlerle tutarsızlık göstermişlerdir. Isı ve sıcaklık tanımlarını birbirinin yerine kullanan, aynı olduğunu ifade eden ve tanım yapamayan öğretmenler bulunmamaktadır.

* Isı nedir sıcaklık nedir birbirlerinden farkları var mı? *Isı enerji türüdür. Madde miktarına bağlıdır. Cisimler arasında sıcak olandan soğuk olana geçen bir enerji türü. Çocuklara bu şekilde söylüyorum maddeler arasında geçiş yapan. Genelde alınıp verilen...Alınıp verilen nedir? Enerjidir.*

* Hocam sizce ısı akan bir şey mi? Bence evet. Isı akışı var. Isı akan bir şeydir. 8'lerde söylüyoruz 6larda bu konu yok. Diyoruz ki alınan ısı miktarı verilen ısı miktarına eşittir. Bu akma suyun akması gibi bir şey mi? Mesela Dalga hareketi gibi mi? Ya da gerçekten maddi bir şey akıyor mu? Maddi bir şey yok tabi ki. Gazların bile akıcı olduğunu söylüyoruz. Isının akışını sıcak cisimden soğuk cisme dediğimiz için görünmeden geçen bir şey olduğunu çocuklar fark ediyor. Görünmeyen bir şey geçiyor ama nasıl geçiyor? Nasıl geçirebilir tanecikleri titreştirerek geçirebilir. Çünkü ısının yayılma yolları var. 3 tane yayılma yollarını biliyoruz biz. O yollarla geçiyor. Bunun deneylerin maalesef 6. Sınıflarda Yok artık daha önceki yıllarda vardı.

* Isı nedir? Sıcaklık nedir? Farkları var mıdır? Varsa farkları nelerdir? Sıcaklık kavramıyla gidelim bir maddenin içerisinde tanecikler var bu taneciklerin ortalama hareket enerjisine biz sıcaklık diyoruz. Sıcaklıkları farklı iki madde arasında aktarılan enerjiye ısı diyoruz. Burada maddelerin kütleleri birbirinden farklı ama sıcaklıkları aynı olsa bile bunlar arasında sıcaklık farkı olmadığı için Isı alışverişi de olmaz diyoruz. Isı ve sıcaklık arasındaki farklara baktığımızda genel konuşacak olur isek sıcaklık termometre ile ölçülürken ısı kalorimetre kabı ile ölçülür. Isı her zaman eritir mi? Acaba ısı mı eritiyor sıcaklık mı eritiyor?

Kod: Tanımlar doğru ancak ardından gelen söylemler tutarsız

Tablo 31. Isı duyumsanması kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri

İfade	n/N	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Isı sıcaklık duyumsanma göstermez (ısı/sıcaklık sıcak değildir)	11/12	91	11/11	100	-	
Sıcaklık sıcaktır	1/12	8	-		1/11	

Öğretmenlerin %91'lik kısmı ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak olduğunu düşünmemektedir ve tümünün düşünceleri tutarlıdır. %8'lik dilimdeki 1 öğretmen sıcaklığın sıcak olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmen tutarsız yanıtlar vermiştir.

* Sizce soğuk cisimlerin ısı ve sıcaklıkları var mıdır? Tabi ki. Biliyoruz bu eksi de olabilir artı da olabilir ısı değişimleri. Ancak öğrenciye nasıl açıklayacağız? 6. Sınıf seviyesine açıklayamayız. Ama 8. Sınıf seviyesinde gelince belki bir derece açıklanabilir ama bizim konumuz değil eğitim programımız da yok. Öğrenci şunu diyor hocam cisim soğuk. Soğuksa sıcak değildir diyor. 8'ler de formülde bir eşitliğimiz var $Q=m.c.\Delta t$. Bu eşitlikte programa göre işlem yapamıyoruz. İşlem yapmadan biz bu çocuğa nasıl göstereceğiz?

$Q=m.c.At$ 'nin eksi de olabileceğini, sonucun eksi de çıkabileceğini eksinin ne anlama geldiğini biz gösteremiyoruz programda yok. Göremeyince de bu soruyu çocuğa sorduğunuzda soğuk cisimlerin ısı var mıdır dediğimizde cevabını çocuk söyleyemez. O zaman genelde şöyle bir algı olduğunu söyleyebilir miyiz? Soğuk cisim sıcak değildir bu yüzden de sıcaklığı yoktur gibi bir algıları var o zaman. Aynen doğru. Bir buz getiriyoruz bir de sıcak su getiriyoruz hangisi soğuk diye soruyoruz. Tabii ki de buz soğuk. Hangisi sıcak Tabii ki de sıcak su sıcak. Buza dokunuyorum buzun sıcaklığı kaç derece olabilir? İşte eksi 5 derece olabilir veya eksi 3 derece olabilir hocam diyorlar. Siz diyorsunuz ki eksi 5 derece selsiyus. O zaman siz sıcaklıkla ilgili bir şey söylüyorsunuz yani kullandığınız kavram sıcaklıkla ilgili. Eğer eksi de olsa sıcaklık değeri varsa bunun sıcaklığı var demektir değil mi diyorum. O zaman şaşıyorlar. Sanki ilginç bir şey, yeni bir şey öğreniyormuş gibi seviniyorlar ama günlük hayatta kullanamıyorlar. Soru bankalarında yok, sorularda yok, kitaplarda yok, İnternette de yok. Doğal olarak çocuk bunu unutuyor tabii ki de.

Tablo 32. Yalıtım kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri

İfade	n/N	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
Giysiler yalıtım yapar:	11/12	91	11/11	100	-	-
Giysiler ısı kaynağıdır:	1/12	8	-	-	1/1	100

Öğretmenlerin %91'lik kısmı giysilerin yalıtım yaptığını ifade etmişlerdir. Bu düşüncedeki öğretmenlerin tümü tutarlı cevaplar vermiştir. Giysilerin bizi ısıttığını düşünerek ısı kaynağı görüşüne sahip olan 1 öğretmen vardır ve oranı %25'tir. Bu öğretmenin görüşleri tutarsızdır.

*Isıyı koruyabilir miyiz veya ısıyı yok edebilir miyiz? Onu ben şöyle anlatıyorum, ısı yalıtımı diyoruz ya biz. Isı yalıtımı şu şekilde çocuklara söylüyorum ısı yalıtımı demekten ziyade ısı iletimini yavaşlatmak diyorum. Çocukları böyle anlatıyorum. Isı yalıtımı asıl temel amacı ısı iletimini azaltmaktır. Yavaşlatmak yani ısıyı daha yavaş almasını ya da daha yavaş kaybetmesini sağlamak. Kazak ve kabanların görevi nedir? Vücut ısını korumak. Vücut

sıcaklığını korumak daha doğru olur. Kazaklar insanları ısıtır cümlesindeki ifade doğru mu? Kazaklar insanları ısıtmaz, ısı kaybetmesini engelleyebilir. Kardan adam yaptık. Kenarda bir ceket vardı. Kardan adam üzerine ceket koydum. Ceketin kardan adam üzerine bir etkisi olur mu? Bence erimez. Çünkü içerisindeki karın, sıcaklığı zaten sıfırın altında bir değer. Montu koyduğumuzda dışardaki ortam daha da soğuk. İkisi arasındaki ısı alışverişi yavaşlayacak ama erir mi. Ne kadar uzun süre kalsa da bence erimez. Çünkü mont ona bir ısı vermiyor.

**Kazaklarınız sizi ısıttı mı? Isıttı. Daha doğrusu sıcak oldu öyle diyeyim. Karmaşa da yaşıyoruz.*

** Kabanlar bizi ısıtır cümlesi doğru mudur? Düşünecek olursak $Q=mc\Delta t$ üzerinden mc sabit Δt değişecek. Sıcaklığı arttırdığı için, sıcaklık farkı değişeceği için, Sıcaklık artınca doğal olarak alınan ısı da artıyor. Isı artınca da tabii ki de evet kaban giydiğimizde bizim ısıımız artıyor. Ankette de vardı bu soru Sizce kardan adamın üzerine ceket koyduğumuzda nasıl bir etki yaratır? 6. Sınıf seviyesinde düşünüyorum hocam kardan adam ısınacaktır. Isınınca da eriyecektir. Sıcaklığı artacak demedim ısınacak dedim farkındaysanız. Neden öyle düşündünüz? Dışarıdan Isı alışverişi olacak. Cümleyi düzeltiyorum Isı alışverişi derken yanlış anlaşılmasın sıcaklık alışverişi yani ısı akışı olur. Isı alışverişi olmaz. **Kod: Sıcaklık alışverişi.** Zaten hep söylüyoruz sıcak cisimden soğuk cisme doğru olur. Doğal olarak kabandaki sıcaklık Daha doğrusu ısı akışı Kardan Adama doğru olacaktır ve kardan adamın ısı alıp erimesine neden olacaktır diye düşünüyorum.*

Tablo 33. Varlık kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri

İfade	n/12	%
	Ikisi de madde değillerdir	12/12 100
<i>Kalorifer peteği çalışırken görünen hareketli gölge nedir?</i>	Sıcaklık görünür	-
	Isı Görünür	-
<i>İletim kategorisi ile bağlantılı olan sıvı, gaz ve tanecik ifadeleri</i>	Isı buhar gibi tüter:	-
	Isı tanecik şeklindedir:	-
	Sıcaklık akar:	-
	Isı akar:	-
	Isınmış hava dışarı çıkar:	12/12 100
<i>Pencereyi açarsan ne olmasını beklersin?</i>	Sıcaklık kaçır:	-
	Isı kaçır:	-
	Soğuk ısı girer:	-

Öğretmenlerin tümü kalorifer peteği üzerinde görünen gölgenin ısınmış hava olduğunu ifade etmiştir. Öğretmenler görüşmeleri boyunca ısı ve sıcaklık kavramları için sıvı, gaz veya tanecik ifadelerini kullanmamışlardır. Soğuk bir günde sıcak odadaki pencerenin açılması durumunda ne olmasını bekledikleri sorulan öğretmenlerin tümü ısınmış havanın dışarı çıkacağını ifade etmiştir.

* Uçma derken, kalorifer peteği üzerindeki şey nedir sizce? *Konveksiyon yoluyla ışıma. Bizim müfredatımızda onlar yok. Ama ben anlatıyorum. İsmi bilmenize gerek yok. Onu da anlatırken şöyle anlatıyorum, hatta onunla ilgili benim bir tane animasyonun da var. Altındaki taneciklerin hareketliliği artıyor. Arttığı için bunun yukarıya doğru çıkıyor. Yukardaki taneciği aşağıya itiyor. Aşağı gittiğinde aşağıdaki ısınıyor. Bu şekilde devir daim. Bu şekilde tamamı ısınıyor. Gördüğümüz şey nedir? Genleşen hava moleküllerinin yükselmesi. Çocuklar ısı diyebilirler buna çünkü çocuklar akıl yürütemiyorlar. Ama çocuklarda şey yok... Bir şey öğreniyorlar ama öğrendikleri şeyi kafalarında tek bir şemaya yerleştiriyorlar. Örneğin bu bir a4 kağıdı. Bunun farklı bir boyutta olabileceğini ya da farklı bir şekilde ifade edilebileceğini bilmiyor. Bu nereden kaynaklanıyor? Bunu da biraz sorgulamaya çalışıyorum. İlkokuldan başlıyor. Belki de daha öncesinden. Aslında çocuklar mükemmel yaratıcı varlıklar ama hayal güçleri mükemmel. Ama, işte biz eğitim sistemine başladığımızda bu torna tesviyenin içine soktuğumuzda çok güzel yontuyoruz onları. Ben karşımıza bu sıra üstüne oturulmaz şekilde değil, rahat olsun. Sıra, sıraya oturabilirsin de çevirebilirsin de. İsteddiğini yapabilirsin. Her şekilde kullanabilirsin. Ama biz çocukları basma kalıplarla öğretiyoruz... Mesela tanımlar öğretirken beni ezberletmemeye çalışıyorum. Ne biliyorsanız o. Yani tamam ben de düz anlatımı çok kullanıyorum. Mecburen kullanmak gerekir. Çünkü çocuklar böyle geliyor. Ben de çok istiyorum öğretim yöntem tekniklerini kullanalım. Çok güzel bir şey ama bizim ham maddemiz uygun değil. Biz ilkokuldan beri sorgulama olmadığı için çocuklarda sıkıntı yaşıyoruz. O yüzden ben düz anlatımı kullanıyorum.*

* Isı bir yerden bir yere hareket eder mi? Isı bir yere gider mi? *Isı hareket eder. Nasıl anlarız bunu? Sıcaktan soğuğa doğru akıyor. Diyelim ki bunu bir sıcaklığı ısı var elim de soğuk bunu elim aldığım zaman bundan bana ısı akıyor. Yani sıcak olandan soğuk olana ısı akıyor. Yani dokunarak ya da ölçerek anlayabiliriz. Isı enerjisi dediniz ya hareket enerjisi titreşimsel anlamda. Peki ısı nasıl sıcaktan soğuğa akıyor bu titreşimlerle ilişkisini kurmaya çalışsak bunu nasıl ifade edebiliriz? Şöyle enerji miktarı ısı miktarı fazla olduğu zaman havada bulunan tanecikler molekülleri bu maddenin taneciklerinin hareketleri daha da hızlanıyor birbirlerine çarpıyor bu çarpma sonucunda aktarılıyor... Isı akar mı? Bir yerden*

bir yere gider mi? *Sıcak olandan soğuk olana akar. Yani bunu gösterecek olsaydın bu sıcak bu soğuk gibi bu akışı nasıl gösterirdik? Ancak temas olursa gösterilebilir. Temas olmadan gösterilebilmesi mümkün değil. Akan nedir? Titreşiyor demiştiniz molekül geçişi olmadığına göre geçen nedir? Oradaki taneciklerin hareketi sonucunda ne oluşmuş ısı.*

**O zaman burada şöyle bir problem var. Çocuklar maddenin ne olup ne olmadığını bilmiyor. Enerjiyle maddenin ayrımının ne olduğunu çocuklar bilmiyor.*

** Bu oda sıcak. Dışarısının soğuk olduğunu biliyoruz. Pencereyi açtığımızda ne olmasını bekleriz? Burada havada bulunan tanecikler daha hareketlidir. Kinetik enerjileri fazladır. Isıları fazladır. Ben burayı açarsam buradaki tanecikler oraya gider. Çünkü genişmiş bir şekilde olduğu için oraya doğru gidiyor. Açma pencereyi soğuk giriyor diyoruz. Yanlış ifade. Isının dışarıya çıkması. Çünkü ısı dışarıya çıktığı için sıcaklık düşüyor. Soğuk girdi deniliyor.*

Tablo 34. İletim kategorisi için öğretmenlerin görüşme verileri

İfade	n/12	%	Tutarlı		Tutarsız	
			n/N	%	n/N	%
İletilen şey nedir?	Isı iletilir	11/12	91	12/12	100	-
	Sıcaklık	1/12	9	-	1/1	100
	Tanecik	-	-	-	-	-
	Soğukluk	-	-	-	-	-
Genleşme nasıl olur?	Tanecikler titreşiyor	12/12	100			
	Tanecikler büyür	-	-			
	Tanecikler sıkışır	-	-			
	Tanecikler çoğalır/artar	-	-			

Öğretmenlere ısı iletimi ile ilgili yöneltilen sorulara %91'lik dilim ısının iletileceğini ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmenlerin tümü tutarlı cevaplar vermiştir. Sıcaklığın iletileceğini düşünen 1 öğretmen vardır ve oranı %9dur. Bu görüşteki öğretmenin cevabı tutarsızdır. Genleşmenin nasıl olduğu ile ilgili yöneltilen sorulara öğretmenlerin tümü taneciklerin titreştiğini ifade etmiştir.

*Sıcak elimle soğuk bir zemine dokunuyorum buradaki ısı alışverişi nasıldır? *Sıcak olduğumuz için soğuk olan maddenin, metal de olsa dokunduğunuz zaman bizden ona doğru bir ısı akışı olacak. Yani bizim elimizdeki tanecikler aynı şekilde metaldekilere çarpıyor ve o iletiyor. Biz de mutlaka bir ısı geçişi olacak. Isı geçişinde tanecik kaybı olur mu? Yok hayır. O zaman bizim kütlemin azalması gerekirdi. Yani dokunuyorum bizden geçiriyor olsaydı bir şeyler. O zaman bize bir kütle kaybı olur. Kütle kaybı yok, sadece birbirine çarpıyor ve çarpan şey asla bir bakıma diğerine iletiyor. Biz ocağı açtığımızda tencere... İşte Tanecikler birbirlerine çarpıyor iletiyor ama tencereden yine aynı da bir boyutunda artıma miktarında artma veya azalma olmuyor. O yüzden Tacikler geçmez olduğu yerde kalır. Genleşmede de boyutta artma oluyor. Bir maddenin sadece boyutunu ve hacmini artırdığım zaman ısı aldığından bahsedebilir miyim? Isıtma değil de normal hacim artmasından bahsediyoruz değil mi. Yok hayır olmaz. Yani bir şeylerin miktarı artmış olabilir. Yani o da o zaman genleşme anlamına gelmesi lazım. Ama öyle olmuyor. Ne olur bir başka arasındaki bağlarda sıkıntı olabilir. O yüzden bir genişleme söz konusu olabilir. Yani illaki genleşme ısı aldığı anlamına gelmiyor Isı akışı dediniz. Isı bir sıvı gibi mi davranır? Akışkan mıdır? Akar derken neyi kastediyoruz? Yani nasıl kimyasal sıvı taneciklerin birbiri üstünden kayıp gitmesi, hani biz öteleme hareketi diyoruz. Bu sıvıların akışkanlığından bahsederken birbiri üstünden birdirbir oyunu oynamak gibi. Aslında tanecikler birbirinin üstünden kayıyor. Burada da aslında bir bakıma birbirlerine çarparak üstünden atlamak demeyeyim de bir bakıma birbirine çarparak bunu aktarıyorlar. Bir bakıma hareket var yani ucunda. O yüzden niyeyseniz aslında siz sorunca düşündüm ama akma kavramını daha çok kullanıyoruz. Sıvıların akışkanlığı gibi olmasa da birbirlerine ilettikleri için birbirlerine çarparak gittikleri için sıvı akışı diyoruz.*

* Gravzant halkası sorusunda sizce ısı parçacığı geçmiş midir? *Isının geçebilen bir şey olduğunu düşünmüyorum. İçine girip de nüfuz edebilecek bir şey olduğunu düşünmüyorum. Oradaki metal gene aynı metal dıştan gelebilir. Hani içindeki atomları şöyle düşünürsek... İttirdiğini ve bu yüzden hacminin arttığını düşünüyor musunuz? Sonuçta belli bir tanecik dizilimi var. Belli bir hacmi var ama bu artmış, ısıyla beraber. Hareketle beraber arasındaki bağlar birazcık gevşemeye başlıyor aslında bir bakıma. Yani o yüzden onun biraz daha genleştiğini düşünüyorum aradaki bağlar biraz daha kendini, yanlış bir ifade olacak ama salmaya benzetiyorum arasındaki bağların biraz daha gevşediğini düşünüyorum. Hani kopmaya yaklaştığını daha uzun vadede ısıtırsak.*

* Soğuk cisimlerin sıcaklığı yoktur gibi düşünceler görüyor musunuz? *Derse ısı alıp vermeyi işliyoruz. Elim sıcak masa soğuk. Ne oldu ısı verdi. Çocuk ne diyor biliyor musunuz?*

Soğukluk verdi diyor. Özellikle vurgulaya vurgulaya şunu yapıyorum gene detayı 5'lerde. 8lerde olmasına rağmen. İki madde arasındaki ısı alışverişi ne zaman biter? İkisinin ısıları eşitlenene kadar diyorum, ama bazı akıllılar uyanıyor. Özellikle bilerek yanlış söylüyorum. Birkaç kere. Uyansın diye. ısıların eşitlenmesi diye bir şey yok.

** Genleşme olayı nasıl gerçekleşiyor? Aldığı ısıнын etkisiyle... ısı ne demiştik enerjidir, o enerji tanecikleri itiyor. İtme nasıl bir itme? Örneğin ben masadaki bu bardağı ittirirken ben bir varlığım ve bu bardağı ittiriyorum. Bu şekil bir itirme mi? Hayır. Ama gravzant halkası nedir maddeden yapılmıştır. Maddelerin ortak özelliği taneciklerden oluşmuştur. Maddenin tanecik boyutunda değişim olmuyor sadece titreşim. Sadece titreşim hareketini artırmış oluyoruz. Dışarıdan herhangi bir madde girmiyor. Soğuşun içine koyduğumuz zaman enerjisini aslında düşürüyoruz. Titreşim azalıyor. Çocuklarda da bu olay ezberden öteye gidemiyor. Titreşimi anlatırken yine anlamayan çok oluyor. Sanki oradan hop geçti gibi.*

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde öncelikle bulgulardan elde edilen sonuçlar sunulmuş ve ardından çalışmanın sonuçları doğrultusundaki önerilere yer verilmiştir.

5.1. Tartışma

Bu çalışma kapsamında 7. sınıf öğrencilerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının, fen bilimleri öğretmenlerinin ısı ve sıcaklık ünitesi konu kavramlarına dair ontolojik bilgi yapıları incelenmiştir. Çalışma gruplarına öncelikle BOA ısı ve sıcaklık kavramlarının varlık, iletim, yalıtım ve duyumsanma ile ilgili sorular yöneltilerek ontolojik yanılgıları hakkında genel bir bakış açısı alınmıştır. Ardından yapılan BBOBYGF ile çalışma gruplarından öncelikle kavramlar hakkında ne kadar bilgi sahibi oluğunun görülmesi için tanım yapmaları istenmiş, daha sonra da duyumsanma, iletim, yalıtım, varlık kategorilerine ait soru öbekleri sorularak çalışma grubunun ontolojik görüşleri saptanmaya çalışılmıştır. Duyumsanma, iletim ve yalıtım kategorilerinde bilgi yapılarının saptanması için tutarlılık aranmıştır. Her bir araştırma problemi için ayrı ontolojik boyut ayrı başlıklarda tartışılmıştır.

5.1.1. Fen Bilimleri Öğrencilerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma

Öğrencilerin BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo 13) ısı ve sıcaklık tanımlarında öğrendikleri bilgileri kalıp olarak ezberledikleri görülmektedir. Görüşmelerde bilimsel olarak doğru tanım yapabilen 12 öğrenciden yalnızca 5 (%41) tanesi ardından gelen sorulara tutarlı yanıtlar verirken 6 öğrenci (%59) tutarsız yanıtlar vermiştir. Isı ve sıcaklık kavramlarını birbirlerine karıştıran ise 10 (%26) öğrenci görülmüştür. 8(%) öğrenci ısı ve sıcaklık kavramlarının aynı olduğunu düşünürken 8 (%21) öğrenci ise tanım yapamamıştır.

“Isı ve sıcaklık aynı şey ikisi de sıcak” ifadesinde de görüldüğü gibi ikisine sıcak özelliği atfedildiği için kavramların aynı olduğu düşünülmüştür. Tiberghien (1985), çocukların ısının sıcak olduğu konusunda bir fikre sahip olduğunu, ancak sıcaklığın soğuk veya sıcak olabileceğini ve bazılarının ısı ve sıcaklık arasında bir fark olmadığını düşündüğünü belirtmiştir. Yapılan alan taramalarında (Kaptan ve Korkmaz, 2001; Sözbilir, 2003; Başer ve Çataloğlu, 2005; Tamkavas, 2016; Kocakulah ve Turan, 2019), ısı ve sıcaklık ile ilgili zorlukların kaynaklarından birinin günlük yaşamda bu iki kavramın birbirinin yerine hatalı olarak kullanılması olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışma ile elde edilen bulguların alanyazınla uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin duyumsanma kategorisi ile ilgili BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo9; Tablo14) yüksek oranda duyumsanma saptanmıştır. Öğrencilerin %32'si soğuk cisimlerin sıcaklıklarının olmadığını düşünmüşlerdir. Bu düşünce sıcaklığın sıcak bir his olduğunu temsil etmektedir. Bu grubun %25'i her cismin sıcaklığı vardır ifadesini kullanarak düşüncelerinde çelişki göstermişlerdir. BOA'ya verilen cevaplar incelendiğinde %31'i soğuk cisimlerin ısılarının olmadığını bu grubun %14'lük kısmı ısının sıcak olduğunu cümlelerinde ifade etmiştir. Soğuk cisimlerin sıcaklığının olmadığı ifadesine katılan öğrencilerin %20'lik kısmı ısıyı vardır diyerek cevaplarıyla çelişki göstermişlerdir. Öğrencilerin %22'si ısının sıcak olduğunu düşünmektedir. %77'lik kısım ise “soğukluk” teriminden rahatsız olmamış ve ısı kavramını soğuk ve sıcak şekilde ayırmışlardır. Bu gruptaki öğrencilerin %18'i soğuk bir ısı çeşidi olduğunu düşünmektedir. Wiser ve Amin (2001) de, öğrencilerin termodinamik konusunda bilimsel görüşü öğrenirken, temel engelin ontolojik olduğunu ifade ederek: öğrencilerin ısı kavramını “sıcak” olarak düşündüklerini, bilimsel olarak geçerli kavramın ise ısı alışverişi olduğunu vurgulamışlardır. Su-Yuen Mak ve Young (1987) öğrencilerin "ısıyı" “soğuk” tam tersi olan “sıcak” olarak düşündüklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık arasındaki ayrımı yapamadıklarını ve ısıyı geniş bir

nicelik olarak görmeye karşı direnç gösterdiklerini, ontolojik olarak ısıya “sıcak” olarak bakmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerde ısıyı sıcak ve soğuk olmak üzere ikiye ayırma da görülmektedir. Ericson’un (1979,1980) çalışmasında çocuklar “sıcak ısı” ve “soğuk ısı” terimlerini kullanmışlardır. Isının ve sıcaklığın sıcak his olarak ifade edilmesinin sezgisellikle ilgili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca öğrenci ifadelerinde karşılaşılan; “-*Sıcaklık bir şeyleri eritir... -Sıcaklık her şeyi eritir mi? -Eritir. Adı üstünde sıcak*” cümleleri karşılaştırma içermektedir. Bunun nedeni öğrencilerin insan vücudundan daha yüksek sıcaklığa sahip bir maddeyi sıcak olarak hissetmelerinden dolayı olabilir. Bu ifade duyularla algılanan ve yorumlanan bir durumu belirtir. “-*Genelde soğuk olan mavi diye sıcak olan da kırmızı diye gösterilir*” ifadesinden de görüleceği gibi kavramlara renk atfedilmesi görülmüştür. DiSessa’nın (1993) ve Özdemir’in (2007) çalışmalarında gösterdikleri gibi, bu çalışmada da BBOBYGF verilerinde elde edilen bulgulara öğrencilerin yanıtlarındaki bazı kavramsallaştırmalarda tutarsızlıklara rastlanmıştır.

Öğrencilerin bu duyumsamayı zihinlerinde nasıl kavramsallaştırdıklarına dair bilgi yapıları BBOBYGF verilerinde tutarlılık analizine bakılarak (Tablo14) incelenmiştir. Öğrencilerin %36’sı ısının sıcak olduğunu düşünmektedir. Bu grubun %42’si düşüncelerinde tutarlılık göstererek bilgi yapılarının teori nitelikli bilgi yapısı teorisini destekleyen çalışmalarla uyum içinde (Ioannides ve Vosniadou, 1998; Vosniadou, 1999; Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou ve Brewer, 1994; Ioannides ve Vosniadou, 2001) olduğu, %57’sinin ise düşüncelerinde tutarsızlık göstererek diSessa’nın (1993) parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ile uyum sağlamakta olduğu ve bilgi yapılarının birbiriyle ilişkili, parçalı bir ağ niteliği sergilediği görülmektedir. Sıcaklığın sıcak olduğunu düşünen öğrenci dilimi %36’dır. Bu grubun %50’si düşüncelerinde tutarlılık göstererek teori nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermiş, %50’lik kısım ise tutarsızlık göstererek parça nitelikli bilgi yapısına ait özellik göstermiştir. Isı ve sıcaklığın sıcak olmadığını düşünen %26 öğrenci vardır. %40’lık kısım bu düşüncelerinde tutarlı cevaplar vererek teori nitelikli bilgi yapısı ile uyumlu cevaplar vermiştir. %60’lık kısım ise sonraki ifadelerinde tutarsızlık göstererek, parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermişlerdir (Şekil 4). Bulgularda soru içi tutarsızlık sergilenmesi, önemli olup; naif bilişsel yapının anlık iç tutarsızlıklar sergilemesi alanyazınla uyumludur (diSessa, 1993, 2002; diSessa ve ark., 2004). Öğrencilerin cevaplarını değiştirmeleri, cevaplarından emin olamamaları bu duruma işaretler. Çocuk sıcak eliyle soğuk bir yere dokunduğunda eli soğuduğu için soğukluğun eline geçtiğini, daha sıcak bir maddeye dokunduğunda ise sıcak hissedeceği için sıcaklığın geçeceğini düşünmektedir. Buradan hareketle sezgiselliğin ısı sıcaklık olgularında bir fenomenolojik ilkel (p-prim) görevi üstlendiğini ve öğrencilerin yanıtlarını yönlendirdiği söylenebilir. Sıcaklık

iletimi düşüncesi her üç öğrenciden birinde mevcuttur. Ve bu düşünceler tutarlıdır. Öğrenciler bu düşünceleri kendi içinde tutarlı bir teori gibi geliştirirler. Bu teori tıpkı bilim insanlarının düşüncelerinin yapısına benzemektedir. Yeni bilgiler eklendikçe bu teori gelişecektir (Ioannides ve Vosniadou, 2001). Soğukluk iletimi ise 4 öğrenciden birinde görülür. Bu bilgiler yarı yarıya teori ve parça niteliklidir.

Şekil 4. Öğrencilerin ısıнын duyumsanması kategorisine ait bilgi yapıları.



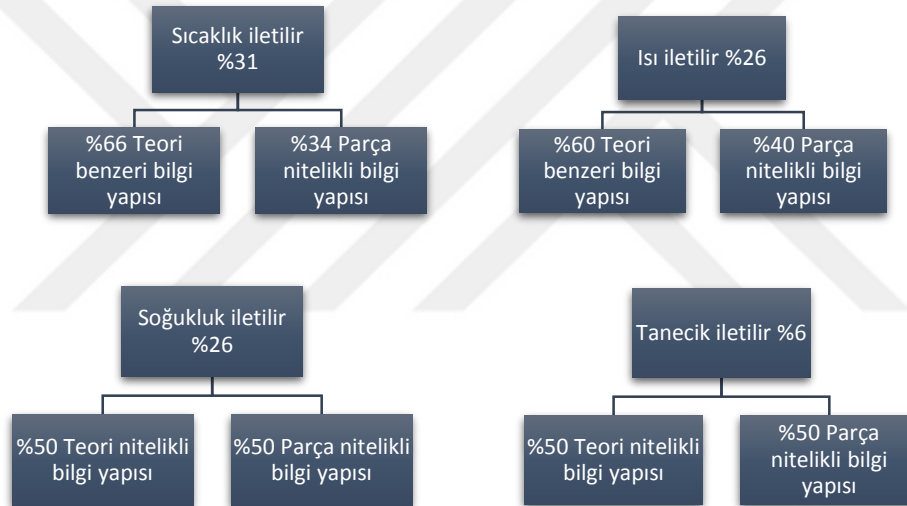
Öğrencilerin iletim kategorisi ile ilgili BOA'ya verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo10; Tablo17) ısıнын iletimi konusunda yüksek oranda ontolojik yanlışlar saptanmıştır. Bu kategori kavramların varlık olarak algılanması ile uyumlu bir kategoridir. Örneğin ısıнын tanecik geçişi şeklinde iletiliğini düşünen öğrenciler ısıнын tanecikli bir yapıda olduğunu da düşünebilmektedir. Ancak bu düşüncenin tutarlılığı varlık kategorisinde ele alınmıştır. Bu kategoride iletim konusundaki ontolojik yanlışlar ve tutarlılıklar incelenecektir. ısıнын hareket edebilen bir varlık olduğuna dair BOA düşünceleri şu şekildedir; öğrencilerin %78'i ısıнын "kaçtığını" düşünmektedirler. %41 öğrenci ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu düşünmektedir. %40 öğrenci cisimlerin ısı alışverişinde sıcak parçacık kaybettiğini düşünmektedir. Isı akışı ifadesi kullanılarak öğrencilerin bu düşünceleri onaylamaları incelenmiştir. Bunun nedeni öğretmenlerin öğretim sırasında ısı akışı ifadesini kullanıyor olmalarıdır. %33 öğrenci ısıнын akışkan olduğu ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %17 öğrenci ısıнын ve soğukluğun akacağını düşünmüştür. Bu dilimdeki %3'lük kısım bu durumu bir gaza benzetirken %8'lik kısım akışkan olacağından bahsetmiştir. Bu görüşe katılmayan öğrencilerden %11'lik kısım akışkan olmayacağını ancak uçma özelliği gösterdiklerinden,

%8'lik kısım akma olmadığından %1 ise durumun böyle olmadığını ancak anlatırken böyle ifade ettiğimizden bahsetmiştir. %38 öğrenci ısı iletiminde parçacıkların madde içerisinde ilerlediğini düşünmüşlerdir. Bu düşüncedeki %0,7'lik kısım sıcak parçacıkların soğuk parçacıkları itmesinden bahsetmiştir. Bu düşünceye katılmayan öğrencilerin %3'ü soğuk sıcak ortamda söneceğinden bahsederek ısı kavramının soğuk ve sıcak olarak ikiye ayrıldığını ifade etmişlerdir. %1'lik kısım soğuk ısıyı yutacağını ifade ederek ısı ve soğuk arasında zıtlık vurgusu yapmışlardır. Madde alışverişi olacağını, soğuk sıcak çekeceğini ve sıcak parçacıkların yok olacağını düşünen gruplar %0,9'luk dilimdedir.

BBOBYGF'de ise öğrencilerin verdiği yanıtlar arasında ısı iletilir, sıcaklık iletilir, soğukluk iletilir ve ısı taneciği iletilir başlıkları bulunmaktadır. “-Genleşmeye sebep olan şey ne? -Isı. -Sence bu ısı metale nasıl bir etki yaptı da topu büyüttü? -Bunu nasıl hayal ediyorsun? -Isı parçacıkları ona geçip onu büyüttmüş olabilir. -Sence maddenin taneciklerini etkilemiş midir? -Hayır ısı direkt maddeye geçiyor ısı tanecikleri olduğu için büyüyor.- Isı parçacığı diye bir şey mi var? -Evet.” bu düşünce filojiston düşüncesine benzemektedir (bkz: Bölüm 2.2.4.Tarihten örnekler). Isı bir madde değildir. Chi ve Slotta'nın (1993) yaptığı kategorizasyon şemasına göre ısı nedensel etkileşim kategorisinde yer alması gerekirken, öğrencilerin ısıyı, kütle ve hacmi veya rengi olan madde kategorisine yerleştirdikleri görülmektedir. Kavram yanlışlarının temel nedenlerinden birisi de öğrencilerin kavramları kategorileştirirken bunu doğru bir şekilde yapamamalarından kaynaklanmaktadır. Öğrenciler tarafından kavramların yanlış kategorilere yerleştirilmesi sonucu kavram yanlışları oluşur. Chi (Chi,1992; Reiner, Chi ve Resnick 1988) yaptığı araştırmasında inceledikleri ısı, ışık, kuvvet, akım gibi kavramların madde temelli varlıklar olarak ele alındığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ısı parçacığı ifadesi bu çalışma ile desteklenmiştir. Öğretmenlere öğrencilerde gördüğünüz ısı konusunda yanlışlar nedir sorusu sorulduğunda öğrencilerin ısı iletimini anlatırken sıcaklık iletilir, soğukluk iletilir ifadesini kullandıklarını söylemişlerdir. Alan yazında örnekle, Clark (2006)'ın öğrencilerin yanıtlarında tutarsızlık belirlediği ısı enerjisi kavramı da ve diSessa (2002)'nin tutarsızlık rapor ettiği kuvvet kavramı da teorik kavramlardır. Isı iletimi sonrası genleşme nasıl olur sorusuna %34 öğrenci taneciklerin çoğalarak arttığını ifade ederken. %21 öğrenci taneciklerin boyutunun büyüdüğünü, %18 öğrenci ise tanecikleri ısı kaynağından atlayan ısı parçacığının ittiğini ifade etmiştir. 1 kişi ise taneciklere ısının yapıştığından bahsetmiştir. Öğrencilere ısı iletimi kavramı ile ilgili bilgi yapılarını incelendiğinde %31 öğrenci sıcaklığın iletildiğinden bahsetmiştir. Bu grubun %66'sının sıcaklık iletimi düşünceleri tutarlı olup teori nitelikli bilgi yapısı ile uyum göstermiştir. %34'lük kısım tutarsızlık göstererek parça nitelikli bilgi yapısına ait özellik

göstermiştir. Isının iletileceğinden bahseden öğrenciler %26'lık dilimdedir. Bu grubun %60'ı tutarlı yanıtla teori benzeri yapıyla uyum içindedir. %40'ı tutarsız yanıtlar vererek parça nitelikli bilgi yapısı ile uyum içindedir. Soğukluğun iletildiğini ifade eden öğrenciler %26'lık dilimdedir. Bu grubun %50'si tutarlı düşüncelerle teori nitelikli yapıdadır %50'si tutarsız yanıtlar ile parçacıklı yapı özelliği göstermiştir. Taneciğin iletildiğini düşünen öğrenciler %6'lık dilimdedir. Bu düşünceye sebep olan nedenin her maddenin tanecikli yapıda olduğu ifadesi olduğu düşünülmektedir. Bu grubun %50'si tutarlı cevaplar vererek teori nitelikli yapıyla uyum içindedir. %50'si tutarsız yanıtlar vererek parça nitelikli bilgi yapısına ait uyum göstermiştir (Şekil 5).

Şekil 5. Öğrencilerin ısının iletimi kategorisine ait bilgi yapıları.

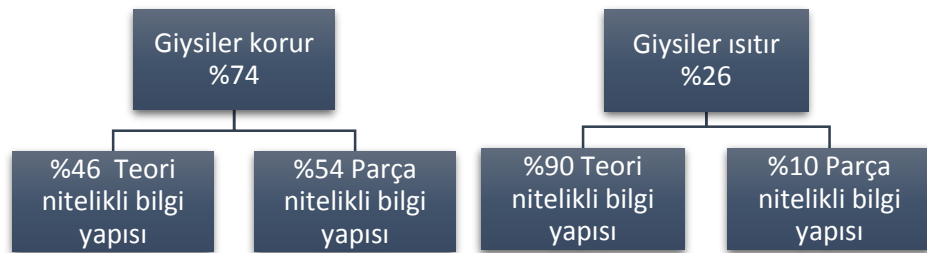


Öğrencilerin yalıtım kategorisi ile ilgili cevaplarında (Tablo11; Tablo15) BOA %8'i kazaklar ısıtır ifadesine katılmıştır. %11'lik kısım bu düşünceye katılmamıştır. Kardan adam üzerine ceket koyulursa eriyeceğini düşünen öğrenci sayısı %72'dir. Bu grubun %47'si yünün ısıtacağını düşünürken, %47'si ifadeye olmamasına rağmen üzerinden çıkarttıklarını bu yüzden ceketin üzerinde ısı olduğunu düşünmüşlerdir. %3 ceket üzerindeki ısı taneciklerinden bahsederken %1 ceketin güneş ışığını çekeceğinden bahseder. Görüşmenin yapıldığı zaman sırasında öğrenciler ışık ünitesini işledikleri için ceketin rengini dikkate almışlardır. Yalıtım ifadesini düşünen öğrenci sayısı %11'dir. Bu şekilde düşünen öğrencilerden sadece 1 kişi ısı taneciğinin yalıtım ile geçemeyeceğini söylemiştir. Öğrenciler ceketin yalıtım olduğunu bilmelerine rağmen ceketini giydiği zaman ısındığı hissiyatına (deneyimine) dayanarak kardan adamın eridiğini söyleyerek tutarsızlık göstermişlerdir. P-primler deneyimler, gerçekler, öğretilerden ve diğer etmenlerden oluşan ağ gibi zayıf yapılardır. Giysiler ısı kaynağıdır yanlış

düşüncesi ise öğrencilerin zihninde yüksek oranda tutarlıdır. Clark (2006), çalışmasında öğrencilerin ısı yalıtımı hakkındaki açıklamalarının, çoklu ve parçalı, birbiriyle ilişkili, bağlama göre değişen, çelişkili, tutarsız yapıda olduğunu belgelemiştir. Araştırmaya göre öğrencilerin anlamlandırmaları parçacıklı bilgi yapısı teorisine uygun olması bulgularımızla eşleşmektedir.

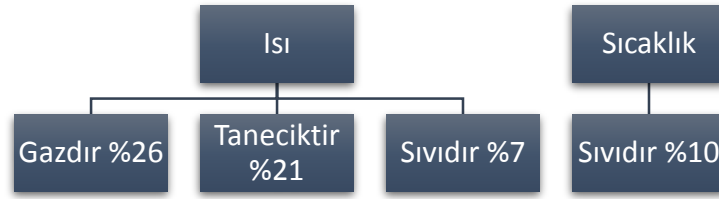
BBOBYGF verilerine bakılarak öğrencilerin yalıtım kavramı bilgi yapıları araştırılmıştır. Öğrencilerin %74'lük kısmı giysilerin yalıtım yaptıklarını düşünmektedirler. Bu grubun %46'lık kısmının düşünceleri tutarlılık göstererek teori nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermiştir. %54'lük kısım tutarsızlık göstererek parça nitelikli bilgi yapısı ile uyushmaktadır. Giysilerin ısı kaynağı olduğunu düşünen öğrenciler %26'lık dilimi oluşturmaktadır. Bu düşüncedeki öğrencilerin %90'ı düşüncelerinde tutarlı ve teori nitelikli bilgi yapısı özelliği gösterirken %10'u tutarsız ve parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermektedir (şekil 6). Öğrencilerde ısı kaynağı ve yalıtım kategorisi arasında bir kayma olmuş ve zihinde bu haliyle tutarlı bir yapı oluşturduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin ceket, kaban vb yalıtım yapmaya yarayan giysiler giydiklerinde oluşan sıcaklık hissiyatı onlara bilimsel olarak doğru ifade ettikleri ifadeleri değiştirmiştir. Sezgiselliğin burada p-prim görevi üstlendiği görülmüştür. Yalıtım sorularına kendi içinde tutarlı cevap veren öğrencilerin zihninde bu yapı sağlam teori benzeri bir yapıda oluşmaya başlamıştır. Açıklamalardan örnek vermek gerekirse; “-Ceketlerin normalde koruması lazım... ama giyince ısıtıyorum ya... ısıtır bence” ifadesi kendi içinde tutarsızlık gösterir. Ancak “-içinde yün vardır yün ısıtır... Kardan adama yünlü atkı asarsak erir tabi” ifadesi kendi içinde tutarlıdır. Yün gibi yalıtım materyallerinin cisimleri ısıtacağı düşüncesi alan yazın çalışmalarıyla (Yumuşak,2008; Ültay ve ark, 2015) uyum içindedir.

Şekil 6. Öğrencilerin yalıtım kategorisine ait bilgi yapıları.



Öğrencilerin varlık kategorisindeki cevapları (Tablo12; Tablo16) BOA ve BBOBYGF incelendiğinde öğrencilerin %47'si ısıнын görülebileceğini %23 sıcaklığın görülebileceğini ifade ederken bu grubun %4'ü iki kavramın da görülebileceğini ifade etmişlerdir. %30 öğrenci ise ısıнын ve sıcaklığın görülemeyeceğini ifade etmişlerdir. Aslında tüm kategoriler ısıнын varlık olarak algılanmasına işaret etmektedir. Bu kategoride ısıнын görülebilir olması ve sıvı veya gazı benzetilmesi incelenmiştir. Öğrenciler özellikle BOA'da yanan mum üzerindeki kağıdı ne döndürür sorusuna “ısı” ve “sıcaklık” cevapları vermişlerdir. Kalorifer üzerinde görülen konveksiyon yoluyla ısınmış havanın yükselmesine yine ısı ve sıcaklık diyerek ısıнын ve sıcaklığın görülebilir bir varlık olduğunu ifade etmişlerdir. Ericson'ın (1980) çalışmasında çocuklar ısıyı, kalorik ısı teorisini yansıtan somut bir madde olarak algılamışlardır. Çocukların diğer bir inancı ise sıcaklığın veya soğukluğun hava veya buhar gibi nesnelerin içine veya dışına akabilen bir tür madde olduğudur. Dilde kullanılan “ısı akışı” ifadesi öğrenciler tarafından akan bir varlık gibi algılanabilmektedir. Öğrencilerin günlük yaşamdaki gözlem ve deneyimlerinden edindikleri hatalı önbilgilerin yanı sıra, okul ortamında öğretmenlerin hatalı açıklamaları, ders kitabı yazarlarının sahip oldukları yanlış bilgilerin öğrencilere yansımaları ve bilimsel kavramların günlük dildeki kullanım şekilleri öğrencilerin fen kavramlarını farklı şekillerde yapılandırmalarına ve onlara farklı anlamlar yüklemelerine neden olabilmektedir (Hashweh, 1987; Kiray vd., 2015; Sözbilir, 2003). Öğrencilerin %26'sı ifadelerinde ısıнын buhar gibi bir gaz olduğunu, %21'lik kısım ısıнын tanecik olduğunu ifade etmiştir. İfadelerinde ısıнын sıvı olduğunu düşünen öğrenci dilimi %7'dir. Sıcaklığın sıvı olduğunu düşünen öğrenci %10'dur (şekil 7). Tanecik düşüncesinin altında her maddenin tanecikli bir yapısı olduğu düşüncesinin olduğu düşünülmektedir. Sıvı davranışlarının ise örgün eğitimdeki öğretmenlerin kullandığı ısı akışı ifadesinden kaynaklandığı düşünülürken, günlük hayattaki “ısı veya sıcaklık dışarı kaçacak” gibi ifadelerin öğrencilerin kavramları maddeselleştirmelerine sebep olduğu düşünülmektedir. Bu kategoride tutarlılık analizi yapılmamasına karşın yanan bir mum üstüne asılan yılan şeklinde bir kağıdın dönme nedeni sorulmuştur. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarını cisimleri hareket ettirici bir kuvvet (parçacığın itmesi) gibi düşünmeleri diSessa (1993) tarafından hareket ettirici kuvvet p-primine benzerlik göstermektedir.

Şekil 7. Öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarına ait varlık kategorileşmesi



5.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma

Öğretmen adaylarının tanımlar hakkında BBOBYGF’a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo22) ısı ve sıcaklık tanımlarında öğrendikleri bilgileri kalıp olarak ifade ettikleri ve bu kalıpların dışına çıkmadıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının %50’lik kısmı kavramları doğru tanımlayıp ardından gelen söylemlerle tutarlılık göstermişlerdir. %43’lik kısım tanımları doğru yapmasına rağmen ardından gelen söylemlerle tutarsızlık göstermişlerdir. %6’lık dilim ısı ve sıcaklık tanımlarını birbirinin yerine kullanmıştır. Isı ve sıcaklık kavramlarının aynı olduğunu ifade eden ve tanım yapamayan öğretmen adayları bulunmamaktadır.

Öğretmen adaylarının ısının duyumsanması ile ilgili kategoriye ait BOA ve BBOBYGF’a verdikleri cevaplar (Tablo18; Tablo23) incelendiğinde bazı öğretmen adaylarının hissiyata dayalı yorum yaparak ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak olduğunu düşündükleri saptanmıştır. %70 öğretmen adayı soğuk odada duran kazağın üzerinde soğukluğun olduğunu düşünerek “soğukluğun” varlığını işarete etmişlerdir. %10 öğretmen adayı vücut sıcaklığından soğuktur diyerek karşılaştırma yapmışlardır. %5 öğretmen adayı bu düşüncelerine neden olarak deneyimlerini göstermişlerdir. %19 öğretmen adayı soğukluk ifadesine katılmamaktadır. Bu grubun %28’si kazağın vücut ısısından daha düşük olduğunu bu yüzden üşüdüğümüzü açıklayarak soğukluk tanımına karşı çıkmışlardır.

Öğretmen adaylarının duyumsama ile ilgili bilgi yapıları incelendiğinde %50’lik kısmı ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak olduğunu düşünmemektedir ve tümünün bu düşünceleri tutarlılık göstererek teori nitelikli bilgi yapısına özelliği göstermiştir. %25’lik dilimdeki öğretmen adayları sıcaklığın sıcak olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %75’inin görüşleri tutarlı olup teori benzeri bilgi yapısına ait özellikler gösterirken, %25’i tutarsız yanıtlar vererek parça niteli bilgi yapısıyla uyumludur. Isının sıcak olduğunu düşünen öğretmen adaylarının yüzdesi %25’tir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %25’i tutarlı yanıtlar vererek teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermiş, %75’i ise tutarsız yanıtlar vererek parça nitelikli bilgi yapısı ile uyumludur (şekil 8).

Şekil 8. Öğretmen adaylarının ısıнын duyumsanması kategorisine dair bilgi yapıları



Öğretmen adaylarının iletim ile ilgili kategoriye ait BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar (Tablo19; Tablo26) incelendiğinde %81'lik ısıнын “kaçması” ifadesine kayıtsız kalmışlardır. Pencereyi kapatır mısın ısı dışarı kaçıyor ifadesine öğretmen adaylarının %29'luk kısmı katılmıştır. Bu grubun %89'u olayın ısı aktarımı olup hava çıkışının olduğundan bahsederken %6 ısıнын dışarı çıkacağını ifade etmiştir. %3 ise ısı akışından bahsetmiştir. %24 ısıнын değil sıcaklığın kaçacağını belirtmiştir. İfadeye katılmayan öğretmen adaylarının yüzdesi %62'dir. Bu grubun %25'i hava ile ilgili bir durum olduğunu %19 ısıнын kaçmayacağını ifade ederken 1 kişi soğğun içeri girdiğini ifade etmiştir. %38 öğretmen adayı ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. %69'lük öğretmen adayı dilimi ısı iletiminde ısıнын akışkan olduğu ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %73 öğretmen adayı ısı iletiminde sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlediğini düşünmektedir. %78 öğretmen adayı ısıнын akarak iletildiğini ifade etmiştir. %33 öğretmen adayı ısı ve soğukluğun aktığını onaylamıştır. Bu grubun %5 ısı ve sıcaklık kavramlarının akışkan olduğunu ifade ederken, %2 sıvılara benzetilebileceğini söylemiştir. Bu düşünceye katılmayan öğretmen adayı yüzdesi %26'dır. Bu grubun %17'lik dilimi akışkan olmadığını ama bu şekilde ifade edildiğini söylerken %7'lik dilim akma özelliğinin olmadığını ifade etmiştir. %44 öğretmen adayı cisimlerin parçacık kaybı ile soğduğunu düşünmektedir. %5 sıcak parçacıkların hareketle birlikte kaybolduğunu ifade ederken 1 kişi ısıнын parçacıklı yapıda olduğunu ifade etmiştir. %23 öğretmen adayı bu düşünceye katılmazken bu gruptaki %24'lük dilim parçacık kaybı olmadığını ifade etmişlerdir. %70 öğretmen adayı ısıнын uçma ifadesine kayıtsız kalmıştır. Genleşmenin nasıl olduğu ile ilgili yöneltilen sorulara öğretmen adaylarının %87'si

taneciklerin titreştiğini ifade ederken %6'lık kısım taneciklerin büyüdüğünü %6'lık kısım taneciklerin sıkıştığını ifade etmiştir. Taneciklerin çoğaldığını düşünen öğretmen adayına rastlanmamıştır.

Öğretmen adaylarının ısı iletimi ile ilgili bilgi yapıları araştırıldığında sorulara %50'lik dilim sıcaklığın iletileceğini ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %62'si tutarlı cevaplar vererek teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermiştir, %38'lik kısım tutarsız cevaplar vererek parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermiştir. Isının iletileceğini düşünen öğretmen adaylarının oranı %25'tir. Bu görüşteki öğretmen adaylarının %25'i tutarlı cevaplar vererek teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermişlerdir. %75'i tutarsız cevaplar vererek parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermiştir. Tanecik iletimi olduğunu düşünen öğretmen adaylarının oranı %18'dir. Bu gruptaki öğretmenlerin tümünün görüşleri tutarsızdır dolayısıyla hepsi parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermektedir. Soğukluk iletildiğini düşünen 1 öğretmen adayı bulunmaktadır. Bu görüş sorgulama sonucu tutarsız olup parça nitelikli bilgi yapısı teorisi ile uyumludur (şekil 9).

Şekil 9. Öğretmen adaylarının ısının iletimi kategorisine dair bilgi yapıları

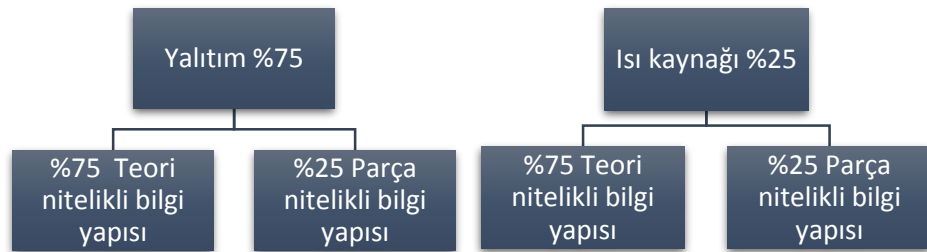


Öğretmen adaylarının yalıtım ile ilgili kategoriye ait BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo20; Tablo24) %63'ü kazakların insanları ısıttığını düşünmektedir. %35 öğretmen adayı bu düşünceye katılmamaktadır. Kardan adam üzerine ceket koyulunca eriyeceğini düşünen Umay'a katılan öğretmen adayı %49'dur. Bu düşüncelerine sebep olarak %44'lük kısım ceketin ısıtacağını ifade ederken, %21'lik kısım ifadede olmamasına rağmen Tuna'nın ceketini üzerinden çıkardığı için üzerinde ısı olacağını

ifade etmiştir. %21'lik dilim ceketin yalıtım sağlayacağını ifade ederek tutarsız yanıtlar vermiştir. %7'lik dilim ceketin renginden dolayı ışığı soğuracağını düşünmüştür. %3 basınç olacağından ötürü kardan adamın eriyeceğini ifade etmiştir. Ceketin kardan adamı erimekten koruyacağını düşünen öğretmen adayı dilimi %40'tır. Bu grubun %69'luk kısmı ceketin yalıtım yapacağını ifade etmiştir.

BBOBYGF'de kardan adam sorusu sorularak yalıtım hakkındaki düşünceler incelenmiştir. Öğretmen adaylarının yalıtım hakkındaki bilgi yapılarını incelendiğinde; %75'lik kısmı giysilerin yalıtım yaptığını ifade etmişlerdir. Bu düşüncedeki öğretmen adaylarının %75'i tutarlı cevaplar verilerek teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermiştir. %25'i ise tutarsız cevaplar vererek parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermişlerdir. Giysilerin bizi ısıttığını düşünerek ısı kaynağı görüşüne sahip olan öğretmen adaylarının oranı %25'tir. Bu grubun %75'inin görüşleri tutarlı olup teori benzeri yapı özelliği gösterirken %25'lik kısım tutarsız cevaplar vererek parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermiştir (şekil 10).

Şekil 10. Öğretmen adaylarının yalıtım kategorisine dair bilgi yapıları



Öğretmen adaylarının varlık kategorisindeki cevapları BOA ve BBOBYGF incelendiğinde (Tablo21; Tablo25) BOA grubunun %53'ü konveksiyon yoluyla yukarı hareket eden havanın ısı olarak görüldüğünü düşünmektedir. %52 öğretmen adayı ısının bir sıvı gibi davrandığını ifade ederken %16 öğretmen adayı bu düşünceye katılmamaktadır. %66 sıcak hava içerisinde ısı taneciklerinin varlığını onaylamıştır. Bu ifade de öğretmen adaylarının ısınmış hava taneciklerinin ısı taneciği şeklinde anlaşıldığı düşünülmektedir. Bu düşüncelerinin nedeni sorulduğunda %17'lik kısım soğuk havanın ısındığını ifade ederek soru ifadesi ile tutarsız yanıtlar vermişlerdir. Katılmayan öğretmen adayı yüzdesi %16 olup %26'lık dilimdeki öğretmen adayları ısınan tanecikli yapıda olmadığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının %78'i ısı taneciklerinin topun moleküllerini ittirerek genişlemenin olduğu ifadesini

onaylamıştır. Öğretmen adayların bir maddenin ısınmış göründüğünü nasıl anlarsınız sorusuna, %39 hacimce genleşme varsa, %14 buharlanıyorsa, %14 dokunarak, %13 sıcaklık değişimini ölçerek, %11 renk değişimini gözleyerek, %10 hal değişimi gözlenirse şeklinde cevaplar vermişlerdir. Dokunma ile algılama sezgisel yanılgılara sebep olabilir. Yanan mum üzerinde dönen kağıt yılanı döndüren şeyin ne olduğu sorusuna ise %44 ısı, cevabı vererek ısının varlık gibi etki mekanizması özelliği atfetmişlerdir. %27 genleşen hava, %8 ısı taneciği çarpmıştır diyerek ısının tanecikli bir yapı olduğunu düşünmektedir. %2 ısı buharı cevabı ısının bir gaz fazı gibi davrandığını gösterir, %2 enerji de bir varlıklaştırma çabasıdır çünkü enerji tek balına kağıdı döndüremez hava molekülleri döndürür. %0,9 ısı dalgası ifadesi ısı dalgalarının kağıda somut bir kuvvet uyguladığını ifade etmektedir dolayısıyla bu da bir varlıklaştırmadır. %0,9 sıcaklık ise sıcaklığın varlıklaştırılmasıdır. BBOBYGF’de öğretmen adaylarının %62lik kısmı kalorifer peteği üzerinde görünen gölgenin ısınmış hava olduğunu ifade ederken %25lik kısım sıcaklığın göründüğünü ifade etmiştir. %12’lik kısım görünenin ısı olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının görüşmeleri boyunca %12’lik kısımda ısının buhar gibi tüteceği ifadesi geçmiştir. Geri kalan öğretmen adayları bu ifadeyi kullanmamışlardır. Soğuk bir günde sıcak odadaki pencerenin açılması durumunda ne olmasını bekledikleri sorulan öğrenmen adaylarının %56’sı ısınmış havanın dışarı çıkacağını, %25’i sıcaklığın kaçacağını %18’i ısının kaçacağını ifade ederken soğuk ısı ayrımı görülmemiştir. Öğretmenlerin BOA anketi sonuçlarında maddeleştirme ifadelerine yüksek oranda dikkat etmedikleri saptanmıştır. Bunun nedeninin ders anlatırken veya günlük hayatta kullandıkları ifadelerle benzerlik gösterebileceğinden ötürü olduğu düşünülmektedir. BOA’da görülen ısının sıvı gibi davranışı BBOBYGF’de görülmemiştir bunun nedeni olarak çalışma grubunun sınırlı olması gösterilebilir.

5.1.3. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Isı Sıcaklık Kavramlarının Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri Nelerdir Araştırma Problemine Ait Tartışma

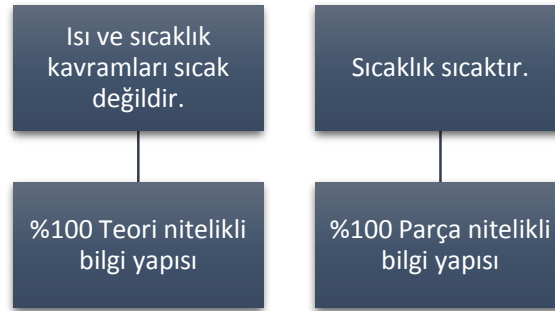
Öğretmenlerin BBOBYGF’a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo31) ısı ve sıcaklık tanımlarını doğru bir şekilde yaptıkları ve görüşmenin ilerleyen sorularında tanımlar ile ilgili bir tutarsızlık görülmemiştir.

Öğretmenlerin duyumsanma kategorisine ait BOA ve BBOBYGF’a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo27; Tablo32) %4’ü soğuk cisimlerin sıcaklığının olmadığını düşünmektedirler. Bu düşünce sıcaklığın sıcak olduğunu düşündüklerini işaret etmektedir. %96’lık dilim ise bu düşünceye ısının sıcak olmadığını ifade etmişlerdir. Soğuk cisimlerin ısı sahibi olmadığını düşünen öğretmen sayısı %10’dur. Bu düşünceye katılmayan öğretmen

yüzdesi %89'dur. Isının her şeyi erittiğini düşünen öğretmen sayısı %24 iken bu düşünceye katılmayan öğretmen yüzdesi %72'dir. %32 öğretmen soğukluk ifadesinden rahatsız olmamıştır.

BBOBYGF'de öğretmenler ısı ve sıcaklığa dair duyumsanma göstermemiştir. Bunun neden çalışma grubunun sınırlılığı gösterilebilir. Öğretmenlerin ısının duyumsanması kategorisinde bilgi yapıları incelendiğinde %91'lik kısmı ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak olduğunu düşünmemektedir ve tümünün düşünceleri tutarlıdır bu nedenle Teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermiştir. %8'lik dilimdeki 1 öğretmen sıcaklığın sıcak olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmenin yanıtları tutarsızdır. Dolayısıyla bu sıcaklığın sıcak olduğu düşüncesi parça nitelikli bilgi yapısına ait özellikler göstermektedir (şekil 11). Öğretmenlerin zihinlerinde doğru bilimsel bilgi tutarlı doğru nedenselleştirme yapabilen güçlü bir yapıda olduğu görülmektedir. Yalnızca bir öğretmen sıcaklığın sıcak olduğunu ifade etmiş sonra bu ifadesini düzelterek tutarsız yanıt vermiştir. öğretmen sezgiselliğiyle hızlı bir şekilde yanıt vermiş ancak sonradan bu düşüncenin arkasında duramamıştır. Dolayısıyla bu düşünce parça nitelikli bilgi yapısıdır.

Şekil 11. Öğretmenlerin ısının duyumsanması kategorisine dair bilgi yapıları.



Öğretmenlerin ısının iletimi kategorisine ait BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo28; Tablo35) Öğretmenlerin %65'i Isının kaçması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %25'lik dilimdeki öğretmenler ısı iletiminin tanecik girişi şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin %85'lik dilimi ısı iletiminin bir akış şeklinde olduğu ifadesine katılmıştır. Öğretmenlerin sadece %10'u bu ifadeden rahatsızlık duyarak katılmamaktadır. Öğretmenleri %55'i ısı iletiminde sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlediğini düşünmektedir. Bu grubun %15'i Isı akışı sıcaktan soğuğa doğru olduğunu ifade ederken %11'lik kısım ısının bir tanecik olmadığını enerji olduğunu savunarak tutarsızlık göstermişlerdir. Öğretmenlerin %29'u ısı ve soğukluğun sıvılar gibi akması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. Bu grubun %25'i ısının aktığını belirterek ifadelerini desteklemişlerdir. %7'lik

kısım ısı iletimini gaza benzetmiştir. %61 öğretmen ifadeye katılmamıştır. Bu gruptaki %20 soğğun hareket etmediğini açıklarken, %18 ısının aktarıldığını ifade etmiştir. %3 sıcaklığın alınıp verilmediğini, %3 enerjinin aktığını %3 ise soğğun ısının karştı olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenlerin %31'i cisimlerin parçacık kaybı ile soğduğunu düşünmektedir. Bu grubun %40'ı ısının hareket edeceğini ifade etmiştir. Bu düşünceye katılmayan öğretmenlerin yüzdesi %56'dır. Öğretmenler ısının parçacık olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenlerin %31'i ısı iletiminde tanecik geçişi olduğunu düşünmektedir. Bu grubun %10'u ısının parçacık olmadığından bahsederek tutarsızlık göstermişlerdir. Bu gruptaki %38 ısının enerji olduğunu tanecik miktarının değişmediğini ifade etmiştir. Öğretmenlerin %50si ısı uçar ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %43 ise bu ifadeye katılmamışlardır. Öğretmenlerin %85'i topa ısı kaynağından ısının akması ifadesine kayıtsız kalmışlardır. %11'i ise ısının sıvı gibi akma ifadesine katılmamaktadır. Öğretmenlerin %37'si iletimde ısı taneciğı geçtiğini ifade eden düşünceye katılmıştır. %60 ise bu ifadeye katılmamıştır. %44'lük dilimdeki öğretmenler ısının dışarı kaçtığı ifadesine katılmıştır. Bu gruptaki öğretmenlerin %74'ü sıcak ve soğuk havanın yer değiştirdiğini ifade ederek tutarsızlık göstermişlerdir. %39 sıcaktan soğğa ısı akışı gerçekleştiğini ifade etmiş, %18 ısının sıcaktan soğğa hareket ederken, %6 ısının dışarı çıkacağını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin %55'i bu düşünceye katılmazken bu gruptaki öğretmenlerin %60'ı sıcak ve soğuk havanın yer değiştirdiğini %30 ise ısının kaçmayıp aktarıldığını ifade etmişlerdir. %9 enerji akışı olduğunu ifade ederken %5 ısının dışarı çıkacağını ifade etmiştir.

BBOBYGF'de iletim kategorisi için bilgi yapıları incelendiğinde öğretmenler ısı iletimi ile ilgili yöneltlen sorulara %91'lik dilim ısının iletileceğini ifade etmiştir. Bu görüşteki öğretmenlerin tümü tutarlı cevaplar vermiştir bu gruptaki tüm öğretmenler teori benzeri bilgi yapısı özelliğı göstermektedir. Sıcaklığın iletileceğini düşünen 1 öğretmen vardır ve oranı %9dur Bu görüşteki öğretmenin cevabı tutarsız olduğu için parça nitelikli bilgi yapısı özelliğı göstermektedir (Şekil 12). Parçacık olarak bilgi teorisine göre, öğrenen konumundaki her katılımcının naif bir biliş vardır ve aynı fiziksel gerçeklerle ilgili farklı sorulara (farklı bağlamlar) tutarsız cevaplar vermeleri beklenir. Öte yandan, teori benzeri bilgi yapısı teorisine göre, öğrencilerin naif biliş yapısı bilim insanlarınıninkine benzer, dolayısıyla her soruya tutarlı cevaplar vermeleri beklenir (diSessa, 1993; 2002).

Şekil 12. Öğretmenlerin ısı iletimi kategorisine dair bilgi yapıları.



Öğretmenlerin ısının yalıtım kategorisine ait BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo30; Tablo33) BOA'da %33'ü kazakların ısı kaynağı gibi davrandığını düşünmüşlerdir. Bu düşüncedeki öğretmenlerin %3'ü ışığın soğurulup ceketin ısındığını, %3'ü sürtünmenin dolayısı ısı enerjisine dönüşeceğini, %3'ü ise giyince sıcak hissettiğini ifade etmiştir. %68 kazakların ısıtma ifadesine katılmamaktadır. Bu gruptaki %57 yalıtım ifadesini kullanırken %13 kazakların ısı kaynağı olmadığını ifade etmişlerdir. Kardan adamın üzerine ceket koyulduğunda eriyeceğini düşünen öğretmenlerin oranı %28'dir. Bu grubun %37'si ceketin ısıtacağından bahsederken %18 ceketin belirli bir ısıyı olduğunu ifade etmiştir. %14 ise ceketin ışığı soğurduğunu ifade etmiştir. Kardan adamın yalıtılacağını düşünen öğretmenlerin oranı %50'dir. Bu grubun %77'si yalıtım ifadesini kullanmıştır.

BBOBYGF'de yalıtım alanındaki bilgi yapılarına bakıldığında öğretmenlerin %91'lik kısmı giysilerin yalıtım yaptığını ifade etmişlerdir. Bu düşüncedeki öğretmenlerin tümü tutarlı cevaplar vererek teori benzeri bilgi yapısı özelliği göstermişlerdir. Giysilerin bizi ısıttığını düşünerek ısı kaynağı görüşüne sahip olan 1 öğretmen vardır ve oranı %25'tir. Bu öğretmenin görüşleri tutarsızdır ve dolayısıyla parça nitelikli bilgi yapısı özelliği göstermektedir (Şekil 13). Parça nitelikli bilgi yapısıyla uyum gösteren öğretmenin sezgiselliği burada p-prim görevi görmüştür. Bu öğretmenin ifadelerinde dili dikkatli bir şekilde kullanmadığı görülmüştür.

Şekil 13. Öğretmenlerin yalıtım kategorisine dair bilgi yapıları.



Öğretmenlerin ısının varlığı kategorisine ait BOA ve BBOBYGF'a verdikleri cevaplar incelenmiştir. (Tablo29; Tablo34) BOA grubunun %37'si konveksiyon yoluyla yukarı hareket eden havanın ısı olarak görüldüğünü düşünmektedir. %48'lik dilimdeki öğretmenler ısının bir sıvı gibi davrandığı ifadesine katılmışlardır. Öğretmenlerin %35'i saç kurutma makinesinden ısı taneciği çıktığı ifadesine katılmıştır. Bu gruptaki %29'luk dilim havadaki taneciklerin ısınıp genleştiğini açıklayarak tutarsız ifadeler göstermişlerdir. Öğretmenlerin %50'si bu ifadeye katılmazken bu gruptaki %33 kişi ısının tanecikli bir yapıda olmadığını ifade etmiştir. Öğretmenler mum üzerindeki kağıdın hareketine neyin neden olduğu sorusuna %76 ısınmış hava tanecikleri, %10 ısı, %9 ısının aktarıldığını, %4 ısı akışı olduğunu, %3 ısı tanecikleri, %1 basınç farkı ifadelerini kullanmışlardır. Öğretmenlerin BBOBYGF'a verdiği cevaplarda ısı akar ifadesini çokça kullanmışlardır ancak devam eden sorularda bunun bir sıvı veya gaz gibi olmadığını ifade etmişlerdir. “-Akma derken bir yerden bir yere geçiş söz konusu. Tanecikler arasında enerji alışverişi söz konusu, sıcak olandan soğuk olana doğru. Ama siz sorunca fark ettim bu ifade yanlışla sebep olabilir. Belki ısı aktarımı diyebiliriz” Öğretmenler bu ifadelerin öğrencilerin yanılgılarını tetikleyebileceklerini farketmişlerdir. Uzun yıllar alan bilgisinde deneyim sahibi olmuş öğretmenlerin kavramlar hakkındaki verdiği tutarlı yanıtlar bir zihinlerinde teori benzeri sağlam bir yapı oluşturduğunun göstergesidir. Vosniadou'nun (Vosniadou, 1994) öğretim süreci sonunda istendik kavramsal çerçevenin oluşmasıyla, başlangıçtaki tutarlı yapı yerini yeni tutarlı bilimsel yapıya terk etmiş olur düşüncesi ile uyum içindedir.

Çalışma grubunun ısı sıcaklık kavramlarını zihinlerinde hangi bilgi yapısı temelinde yapılandırıdıkları saptanmıştır. Öğrencilerin tutarsızlığa neden olan yanıtları sezgisellik (dokunma, hissetme, görme) ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Bu bulgular fenomenolojik ilkelerin (p-primlerin) naif bir bilişsel yapıda düşünceleri yönlendirici etkisi yaptığı ve düşüncelerin aniden değişmesine neden olduğu değerlendirmesiyle uyumludur (diSessa,1993; 2002; 2004).

Bir bilgi veya kavramın öğretiminde, öğretmenin sınıftaki rolü ve verimliliği, konuyla ilgili bilgi ve kitaplardaki etkinliklerin yeterliliği ve kullanılan öğretim yöntemleri

kavram yanlışlarını etkileyen önemli faktörlerdendir. Bu konuda Kırbaşlar ve ark. (2012), ilk ve ortaöğretim kademelerinde fen bilimleri ders kitaplarında kavram yanlışlarının olduğunu; örneklerin ise yetersiz ve hatta yanlış olduğunu saptamışlardır. Kaynak kitap örneklerinin daha çok günlük hayat dili ve örnekleri içerdiğini, bunun da kavram yanlışlarını tetiklediğini belirtmişlerdir. Bu bulgu, öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşmadıkları örneklerle karşılaştıkları “ısınmış tanecikler kırmızı, soğuk tanecikler mavi renktedir” veya “ısı akışı” “sıcaklık kaçar” gibi kavram yanlışlarına ilişkin açıklamayı desteklemektedir.

Çalışmada bulunan P-primler ve oluşma nedenleri

Alanyazınla uyumlu olarak ontolojik yanlışlar üzerinde tutarsız cevap verildiğinde parça niteliği yapısı ile uyumlu kavramsallaştırma görülmüştür. Bu tutarsız yanıtlar p-primlerin düşünceleri etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Tüm p-primler birbirleriyle ilişki içerisindedir birinin varlığı diğer p-primin doğmasına neden olabilmektedir. Çalışmada görülen p-primlerin ortaya neden olan sebepler aşağıdaki şekilde sunulmuştur (Şekil 14).

Isı sıcaktır	→	Çünkü ısı soğğun tersidir.
Sıcaklık sıcaktır	→	Çünkü sıcaklık soğğun tersidir.
Sıcaklık iletimi	→	Sıcak yere dokunulduğunda sıcak hissedilir.
Soğukluk iletimi	→	Soğuk yere dokunulduğunda soğuk hissedilir
Isı ve sıcaklık kırmızı, soğukluk ise mavidir	→	Ders kitabında yer alan gösterim
Isı sıvısı	→	Çünkü ısı akar şeklinde ifade ediyoruz
Isı/sıcaklık taneciği	→	Tüm maddeler tanecikli yapıdadır
Isı gazdır	→	Isınmış maddelerin üzerinde tüterek görülebilir
Isı kaçar	→	Kışın pencere açıldığında bu şekilde söylenmiş
Ceketler ısıtır	→	Giyince sıcak hissediliyor.

Şekil 14. Çalışmada bulunan p-primler ve oluşma nedenleri

Teori nitelikli ve parça nitelikli yapılar kavramların betimsel ve teorik olarak ikiye ayrılması durumu nedeniyle görülebilmektedir. Özellikle fizik gibi disiplinlere ait kavramların

teorik kavramlar olması nedeniyle teori nitelikli kavramsallaştırma oluşturmakta zorlanılmaktadır. Doğrudan duyularımızla algılayamadığımız, birtakım araçlar veya deneyler aracılığıyla tartıştığımız mikro kavramları, makro dünyaya taşındığında bilimsel gerçeklikten uzaklaşabilir. Doğrudan algılayabildiğimiz verilerden hareketle oluşturduğumuz betimsel kavramlaştırmalarda, daha düşük bilişsel düzeydeki katılımcıların (öğrencilerin) parça nitelikli yapı göstermesi beklenir. Teorik nitelikli kavramsallaştırmalar birçok alt önermeyi, yasayı vb içerdiği için diğer katılımcıların tutarlı yanıtlar vermesi beklenen bir durumdur. Bu nedenle kişiler ilgili betimsel kavramı teorik çerçeve biçiminde olgunlaştırmamışlarsa zihinlerinde ortaya çıkan her sorun bağlamında aynı yanıtları vermeleri gerekirken p-primlerin etkisinde kalarak tutarsız yanıtlar verdikleri görülür. Ancak ontolojik yanılgıların da tutarlı bir şekilde kavramsallaştığı görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin Vosniadou'nun (1994) açıkladığı başlangıç modellerinin veya sentetik modellerinin etkisinde kaldıkları ve bilimsel modelleme düzeyine gelemediği görülmektedir.

Isı ve sıcaklığın teorik boyutuyla ilgili sorulara verilen yanıtlarda tutarsızlık yüksek fakat doğrudan deneyimlenebilecek betimsel kavramsallaştırmayla ilgili boyutlarında tutarlılık yüksek görülmüştür.

5.2. Sonuç

Bu çalışmada, öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerin ısı ve sıcaklık kavramlarının ontolojik boyutlarını ve bu boyutların işaret ettiği bilgi yapılarının türlerini saptamak amaçlanmıştır. Çalışma grubunun ontolojik yanılgıları hakkında bir ön değerlendirilme yapılması için BOA uygulanmıştır. Kategoriler, anketin oluşturulma aşamasında belirlenmiş, görüşme ve anket verileri analiz edilirken elde edilen cevaplara göre son hali verilmiştir. Isı ve sıcaklığın ontolojik boyutları 4 kategori (duyumsama, iletim, yalıtım ve varlık) halinde incelenmiştir. Görüşmelere başlamadan önce, çalışma grubundan ısı ve sıcaklık kavramlarının tanımlarını yapmaları istenmiş ve bu yolla bilişsel düzeyleri hakkında bir öngörü sağlanmıştır. Görüşmelerde kullanılan soru öbekleri aracılığıyla farklı bağlamlar oluşturulmuştur. Bilgi yapılarının saptanmasında kullanılan soru öbeklerine verilen cevapların, hangi bilgi yapısına ait olduğunu belirlenmek için bu bağlamların tutarlılık oranları hesaplanmıştır.

Öğrencilerde kavramların duyumsanmasına yönelik ontolojik yanılgılar yüksek orandadır. Isının sıcak olduğunu, sıcaklığın sıcak olduğunu, iki kavramın da sıcak hissedilmediği ve yüksek oranda parçacıklı bilgi yapısı özelliğinde düşüncelere sahiptir. Bu düşüncelerin zihinde bir ağ yapısı gibi parçalardan oluşan zayıf, naif düşünceler olduğu

görülmektedir. Öğrencilerde sıcaklık iletimi, sezgisellikten kaynaklı tutarlı düşünce, his odaklı tutarlı ontolojik yapılar olarak varken, soğukluk ısı iletimi düşüncesi teori ve parça niteliklidir. Tanecik iletimi olduğunu düşünen öğrenci sayısı çok fazla değildir. Ayrıca, öğrencilerin sıcaklık, soğukluk, iletimi tanecik ve ısı iletimi konusunda sezgisellikten kaynaklanan bilgi yapılarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu ısı sıcaklığı “iletim” kategorisinde görmekle birlikte, sıcaklığın iletildiğine ilişkin tutarlı bir teorik çerçeve anlayışa sahiptir. Öte yandan, soğukluğun iletileceğine ilişkin ontolojik görüşe sahip öğrencilerin bilgi yapılarının ise teorik çerçevede bütüncül olduğu kadar parçacıklı yapıda olduğu da tespit edilmiştir. Az sayıda öğrenci bilimsel olarak doğru bir şekilde iletilen şeyin enerji (ısı) olduğunu teori nitelikli bilgi yapısı özelliği ile düşünmektedir. Sıcaklığa maddesel özellik atfeden öğrencilerde ise ısının tanecik iletimi anlamına geldiği hem teorik hem parçacıklı bilgi yapısı özelliğinde olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin yalıtım kategorisi incelendiğinde yüksek oranda giysilerin ısı yalıtım yaptığı düşüncesinin parça nitelikli yapıda yüksek olduğu görülmüştür. Yalıtım materyallerini ısı kaynağı gibi düşünen öğrencilerin ise neredeyse tamamı teori benzeri yapı göstermektedir. Öğrencilerde ısı kaynağı ve yalıtım kategorisi arasında bir kayma olmuş ve zihinde bu haliyle tutarlı bir yapı oluşturduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin yarısı ısı ve sıcaklık kavramlarını maddeselleştirme eğilimleri göstermiştir. Öğrencilerde ısının gaz gibi tuttuğuna veya bir tanecik olduğu ifadelerine rastlanmıştır. Isının bir sıvı gibi davrandığını ifade eden öğrenci az olmasına rağmen sıcaklığın sıvı davranışları gösterdiğini belirten öğrenciler çoğunluktadır.

Öğretmen adayları ısı ve sıcaklık kavramlarının sıcak hissedilmesi (duyumsanma) konusunda yarısının iki kavramın da sıcak hissedilmediğini düşündükleri ve bu düşüncelerin tümünün teori nitelikli yapıda olduğu saptanmıştır. Öğretmen adayları ısının sıcak olduğuna dair parça nitelikli yapı gösterirken sıcaklığın sıcak olduğuna dair teorik çerçeve nitelikli yapı göstermişlerdir. Öğretmen adaylarının, öğrencilere benzer nitelikte ısı iletimini 4 kategoride inceledikleri görülmüştür. Sıcaklık iletimi düşüncesi öğretmen adaylarının yarısında görülerek yüksek oranda teori benzeri yapıyla uyumludur. Isı iletimi düşüncesine sahip olan az sayıdaki öğretmen adayı yüksek oranda parça nitelikli yapı özelliği göstermektedir. Bu bilgiyle öğretmen adaylarının ısı iletimi konusunda bilimsel bilgiyi tam anlamlandıramadıkları yorumu yapılabilir. Tanecik ve soğukluk iletimi olduğunu düşünen öğretmen adayı sayısı azdır ve bu düşüncelerin hepsi parçacıklı yapıdadır. Öğretmen adayların yüksek oranda giysilerin ısı yalıtımı yaptığı düşüncesinin teori nitelikli yapı ile uyumlu bir şekilde geliştirmişlerdir. Aynı kategoride öğrencilerin yüksek oranda parça yapı özelliği gösterdiği hatırlatılarak, yaştan ilerledikçe ve bilimsel bilgi arttıkça teori nitelikli yapıya geçiş olduğu yorumu yapılabilir.

Yalıtım materyallerini ısı kaynağı gibi düşünen öğretmen adayları ise her dört kişiden birisidir. Bu kavram yanılığın öğretmen adaylarında yüksek tutarlılık göstererek teori nitelikli yapı özelliği göstermiştir. Öğretmen adaylarında ısı kaynağı ve yalıtım kategorisi arasında bir kayma olmuş ve zihinde bu haliyle güçlü tutarlı bir yapı oluşturduğu düşünülmektedir. Isının varlığı kategorisine verilen cevaplarda öğretmen adaylarının BOA verilerinde maddeselleştirme görülmesine rağmen BBOBYGF’de görülmemiştir bunun nedeni olarak çalışma grubunun sınırlı olması gösterilebilir. Öğretmen adayları ısının kaçtığını veya ısı akışı olduğunu ifadelerinde kullanmışlardır. Ancak bu görüş sorularla derinleştirildiğinde sadece ifade ederken bu şekilde kullandıklarını söylemişlerdir.

Öğretmenlerin neredeyse tamamında duyumsanma görülmeyerek teori yapısı niteliğinde bilgi yapıları gözlenmiştir. Öğretmenlerin zihinlerinde bilimsel bilginin, bilim insanlarının teorileri gibi, tutarlı anlamlı nedenselleştirme yapabilen güçlü bir yapıda olduğu görülmektedir. Ancak sezgiselliğin p-prim gibi davranıp parça nitelikli bilgi yapısı özelliği öğretmenler için tehlike oluşturmaktadır. Öğretmenler, öğrenciler ve öğretmen adaylarına oranla sadece sıcaklık ve ısı iletiminden bahsetmişlerdir. Buna neden olarak teorik bilginin, yıllar içinde sahip olunan deneyimin ve yaşın etkili olduğu düşünülmektedir. Neredeyse tüm öğretmenler ısı (enerji) iletimi düşüncesini teori nitelikli bilgi yapısı ile ifade ederken, zaman zaman sezgisellik yönünde bir p-primsel sıcaklık iletimi ifadesini de kullanarak parçacıklı bilgi yapısı sergilemişlerdir. Parçacıklı bilgi yapısıyla uyum içinde olan bu öğretmenlerin ifadelerinde dili dikkatli bir şekilde kullanmadıkları görülmüştür. Öğretmenlerde çok yüksek oranda, yalıtımın ısı iletiminin yavaş hali olduğu düşüncelerin hepsi teori nitelikli bilgi yapısıdır. Öğretmenlerin yarıya yakını, ifadelerinde maddeselleştirmelere (akar, kaçır, uçar) dikkat etmeden “ısı kaçır” veya “ısı akışı” şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Aynı zamanda, bu ifadeleri gerçekliğin temsilinde kullanmadıkları, sadece anlatırken sözel olarak yanlış şekilde ifade ettikleri saptanmıştır. Ancak bu ifadelerin ontolojik yanlışları tetikleyebileceği dikkate alınmalıdır.

Araştırma sonuçlarına göre, tüm çalışma gruplarına bakıldığında yaş, deneyim, eğitim süreci, zihinsel süreç yükseldikçe doğru bilimsel bilginin çerçeve şekilli zihinde yer edinerek teori benzeri yapı gösterme olasılığı artmaktadır. Yine bu etkenlerin artması yanlış ifadelerdeki tutarsızlık oranını azalttığı için parça nitelikli bilgi yapısının az olarak görüleceği düşünülmektedir. Isı ve sıcaklığın teorik boyutuyla ilgili sorulara verilen yanıtlarda p-primlerin etkisiyle parça nitelikli kavramsallaştırma fazla görülürken, doğrudan deneyimlenebilecek betimsel kavramsallaştırmayla ilgili boyutlarında teori nitelikli bilgi yapılanması yüksek görülmüştür.

5.3. Öneriler

Bu çalışmada öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenlerin ısı ve sıcaklık konularının kavramlarının ontolojik bilgi yapıları 4 kategoride farklı bağlamlarda hazırlanan soru öbekleri boyunca analiz edilmiştir. Araştırma ile ilgili elde edilen veriler incelenmiş ve bulgular kısmında ifade edilmiştir.

Çoğu öğrenci yanlışlıkla ısıya maddeleştirme özelliği atfeder. Eğitimciler, öğrencilerin bu maddeleştirmelerinin her zaman farkında değildir. Öğretmenlerin, öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramlarına ait materyalist fikirden, teorik kavramlar fikrine yönlendirmesi gerektiği savunulmaktadır. Öğretmenler ayrıca öğrencilerinin yalıtım olgusunun ısı iletiminin yavaşlatıldığı, sıcak hissedildiği için ısı kaynağı işlevinde olmadığını anlamalarını sağlamak için çaba göstermelidir. Bu bağlamda öğrencilerine ısı olgusu ve sıcaklık ölçümünün ne anlama geldiğini, ısı iletiminin gerçek anlamını kavramalarında yardımcı olmalıdırlar. Öğretmenler ısıнын bir enerji olduğunun altını çizmeli ve ısı iletimi anlatılırken ısı “akışı”, “kaçışı” gibi ifadeler kullanılmamalıdır. Isı ve sıcaklık tanımlarını yaparken dikkatli olmalı, “sıcaklık” ile “sıcak” kelimelerinin arasındaki farkı zihinlerinde temellendirmek için daha fazla zaman ve pedagojik çaba harcanmalıdır. Clement'in (1987) saf materyalist kavramların öğretim için iyi bir başlangıç noktası sağlayabileceği önerisi göze alındığında; öğrencilerde öğretmen adaylarında tespit edilen bu ontolojik yanlışlar etkili bir derse geçiş noktasında, ön bilgileri yakalama adına iyi bir başlangıç noktası olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin, ısıнын tanecik veya sıvı gibi maddeler olmadığını belirtmek için bilim tarihinden kalorik teorisi ve filojiston teorisinin anlatılması ve bu düşüncelerin neden doğru sayılmadığının altının çizilmesi öğrencilerin maddeleştirmeye dair ontolojik yanlışlarının önüne geçebileceği düşünülmektedir. Ders kitapları hazırlanırken öğrencilerin bilişsel yapıları, gelişim durumları ve sosyal bağlamları dikkate alınmalıdır. Özel ontolojik yanlışlara zemin hazırlayan ifadeler ve görseller kullanılmamalıdır. Vosniadou(1994)'ya göre öğrenciler kavramsallaştırmaları 3 farklı basamakta gerçekleştirir; okul dışından gelen başlangıç kavramsallaştırma, formal eğitim ile karşı karşıya kalındığında oluşan sentetik kavramlar ve bilimsel kavramsallaştırma. Eğer öğretmen sentetik kavramların farkında olmazsa ve öğretim yönelimli bir programla sınıf içerisinde bulunmaz ve öğrencilerin deneyimlerini öğretim sürecine bırakırsa ontolojik yanlışlar oluşturma olasılığı yükselir. Bu nedenle öğretmenlerin rehberlik yaparken sentetik kavramların oluşma olasılığına dikkat etmeleri ve buna göre çalışmaları gerekmektedir.

Öğretim programlarında kavram yanlışlarıyla ilgili olarak uyarıların yanı sıra ontolojik yanlışlarını gidermeye yönelik etkinliklere de yer verilmelidir. Ders kitaplarının ve

öğretim programlarının hazırlanırken çalışmada bulunan p-primlere dikkat edilerek hazırlanması önerilmektedir. Öğretmen adaylarının kavramlara dayalı teorik bilgilerinin derinleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Öğretmenler kavramı öğrenciye verdikten sonra günlük hayattan örneklerle kavram öğrenimini pekiştirme yeterliliğine sahip olmalıdır. Kullanılan dil ontolojik yanlışlıkları tetiklemeyecek yönde dikkatlice seçilmelidir. Kavram yanlışlarını konu alan çok çalışma olmasına rağmen bilişsel yapı ve ontolojik yapı ele alınmamaktadır. Fen eğitiminde bilişsel yapı ve ontoloji ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir.



KAYNAKÇA

- Abd-El Khalick, F., Bell, R.L. & Lederman, N.G. (1998). The Nature Of Science And Instructional Practice: Making The Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 417-436.
- Acemoğlu, R., Doğan, Y. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarının İncelenmesi. *Muallim Rıfat Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 54-67
- Akman, E. (2012). Türk Mitolojisi ve Halk Şiirinde “Sarı/Kızıl Öküz” İnancı. *Türkiyat Mecmuası*, 22(1), 1-16.
- Akman, E. (2013). İlköğretim öğrencilerinin ışık kavramına yönelik bilgi yapılarının kavramsal değişim teorilerine göre analizi. On dokuz Mayıs üniversitesi, Samsun. (Yüksek lisans tezi)
- Anderson, J. R. (1993). *Rules of the mind*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Apaydın, Z., (2014). Ortaokul Öğrencilerin Suyun Kaldırma Kuvveti Kavramına Yönelik Bilgi Yapıları: Görüngübilimsel Bir İlksel Olarak Yüzme, *Eğitim ve Bilim*, Cilt 39, Sayı 174, 402-424
- Apaydın, Z., Akman, E., Erol, T. A. Ş., & Peker, E. A. (2014). Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Işık Kavramına Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine Göre Analizi. *Journal Of Computer And Education Research*, 2(3), 44-68.
- Apaydın, Z., Akman, E., Taş, E., Peker, E. A., (2014). Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Işık Kavramına Yönelik Bilgi Yapılarının Kavramsal Değişim Teorilerine Göre Analizi, *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi* Cilt 2, Sayı 3, 44-68
- Aranson, B., (1999). BİLİMSEL GAFLAR, Doğruya Giden Eğri Yolda Serüvenler Tübitak Popüler Bilim Kitapları, 11. Basım
- Ayas, A., (2008) Kavram öğrenimi. Fen ve Teknoloji Öğretimi (ss. 100-125). Ankara: Pegem yayınevi
- Aydoğan, S., Günes, B. ve Çağlar, G., 2003. Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Berkson, W., (1974). Fields of force. The development of a world view from Faraday to Einstein. London: Routledge & Kegan Paul
- Brewer, W. F., Chinn, C.A., (1994) Scientists Responses To Anomalous Data: Evidence From Psychology, History And Philosophy Of Science. PSA: Proceedings Of The Biennial Meeting Of The Philosophy Of Science Association Vol 1994 Volume One
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2016, October 25). Caloric theory. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/caloric-theory>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2017, April 24). Phlogiston. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/phlogiston>

- Brook, A., Briggs, H., Bell, B. and Driver, R. (1984). Aspects of secondary students' understanding of heat: Full report, children's learning in science project. Leeds, UK, University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B. and Driver, R. (1985). Secondary students' ideas about heat: Workshop pack, children's learning in science project. Leeds, UK, University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Brown, D. (1995, April). Theories in pieces? The nature of students' conceptions and current issues in science education. Paper presented at the 1995 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Brown, D., & Clement, J. (1991). In-class teaching experiments in mechanics. R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (Eds.), Research- theoretical issues and experimental studies in physics education. San Diego, CA: San Diego State University.
- Butgel Tunalı, S. Gözü, Ö., Özen G., (2016) Nitel ve Nicel Araştırma Yöntemlerinin Bir Arada Kullanılması "Karma Araştırma Yöntemi"
- Carey, S. (1985). Conceptual change in childhood. Cambridge, MA: MIT Press.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & R. Gelman (Eds.), The epigenesis of mind (pp. 257-291). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. In E. K. Scholnick, K. Nelson, & P. Miller (Eds.), Conceptual development: Piaget's legacy (pp. 293-326). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carey, S. (2000). The Origin Of Concepts. Journal Of Cognition And Development, 1, 37-41.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). An experiment is when you try it and see if it works: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. International Journal of Science Education, 11, 514-529.
- Challoner, J., (2015), Yeniden Tanıyın–Enerji (Ö., Akpınar, Çev.). Ankara: TÜBİTAK.
- Champagne, A., & Klopfer, L. (1984). Research in science education: The cognitive psychology perspective. In D. Holdzkom & P. B. Lutz (Eds.), Research within reach: Science education (pp. 172-189). Charleston, WV: Research and Development Interpretive Service, Appalachia Educational Laboratory
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Chi, M. T. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. International handbook of research on conceptual change (syf 49-70).
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change in and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), Cognitive models of science (pp. 129-160). Minneapolis. MN: University of Minnesota Press.

- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161-199.
- Chi, M. T. H. ve Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. 3-27. Dordrecht: Kluwer.
- Chi, M. T., Reiner, M., Slotta, J. D., & Resnick, L. B. (2000). Naive physics reasoning: A commitment to substance-based conceptions. *Cognition and instruction*, 18(1), 1-34. ISO 690
- Chinn, C., & Brewer, W. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Clark, D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition and Instruction*, 24(4), 467-563.
- Clark, D., Özdemir, G., (2007) An Overview of Conceptual Change Theories Education Research Will Not Profit From Radical Constructivism Arizona Education Research Organization, Tempe, Arizona, November, 1990.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 671.
- Committee On Undergraduate Science Education, (1997). *Science Teacher Reconsidered: A Handbook*. National Academy Of Sciences, USA
- Creswell, J.W., (2013) *Research Design: Qualitative, Quantitative, And Mixed Methods Approaches*, SAGE Publications Ltd, United States of America
- Çakıcı, Y. (2010) Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım ve öğrencilerin kavram yanlışları, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Haziran 2010 Cilt 12 Sayı 1 (89-115)
- Çengel, Y. A., Tanyıldızı, V., & Dağtekin, İ. (2011). *Isı ve kütle transferi*. Güven Kitabevi.
- Çepni, S. (2007) *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. 3. baskı
- Çilingir, L. (2013). Bilim Felsefesi. M. Demirbaş (Editör), *Bilimin Doğası ve Öğretimi* (s. 2-246). Ankara: Pegem Akademi
- Theoretical Framework And Implications For Science Instruction, *Review Of Educational Research*, Vol 63 No 1 Spring, Pp. 1-49.
- Dahlin (2003) "The Ontological Reversal: a figure of thought of importance for science education"
- DiSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (syf 49–70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- DiSessa, A.A., (1993), *Toward An Epistemology Of Physics Cognition And Instruction*, Vol. 10, No. 2/3, pp. 105-225

- Driver, R. (1988). Theory into practice II: A constructivist approach to curriculum development. *Development and dilemmas in science education*, 23, 133-149.
- Driver, R. 1981, Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, Vol. 3, pp. 93-101.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Open University Press.
- Driver, R., Oldham, V. (1986), A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science, *Studies in Science Education* 13, 105-122.
- Duit, R. and Kesidou, S. (1988). Students' understanding of basic ideas of the second law of thermodynamics, *Research in Science Education*, 18, 186-195
- Durmaz, S, Aydın, A. (2019). 8. Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Bilgilerinin Epistemolojik İnançlar Açısından İncelenmesi*. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 4 (2), 43-60. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jotcsc/issue/45014/555737>
- Eaton, W., "Robert Boyle", *The Internet Encyclopedia of Philosophy*, <https://www.iep.utm.edu/>, 10.4.2021
- Ecevit, T., & Şimşek, P. Ö. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *Elementary Education Online*, 16(1).
- Echevarria, M., (1999) *The Nature Of Middle School Students Knowledge Construction And Scientific Reasoning During Inquiry In Genetics*, University At The Albany, State University Of New York
- Eflin, J. T., Glennan, S., & Reisch, G. (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 107.
- Erickson, G. & Tiberghien, A. (1985) Heat and temperature, in: R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds) *Children's Ideas In Science*, pp. 52-84 (Milton Keynes, Open University Press).
- Erickson, G. (1985). An overview of pupils' ideas. In R. Driver, E. Guesne, and E. Tiberghien (Eds), *Children's ideas in science* (syf 55-66). UK: Open University Press.
- Erickson, G. L. (1979). Children's Conceptions of Heat and Temperature. *Science education*, 63(2), 221-30.
- Eryılmaz, A., & Ercan, S. (2002 0). Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi. <https://hdl.handle.net/11511/76907>
- Frederik, I., Van der Valk, T., Leite, L. & Thorén, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22(1) 61-74.
- Ginsburg, H. P. (1997). *Entering the Child's Mind: The Clinical Interview in Psychological Research and Practice*. Cambridge University Press, 1997.

- Glaserfeld, E. V., *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London: The Falmer Press, 1995.
- Grayson, D.J., Harrison, A.G. and Treagust, D.F. (1995). A multidimensional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature. In A. Hendricks, (Ed), *SAARMSE 3rd Annual Meeting*, Vol 1, (pp.273-283). Cape Town, South Africa.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., Bağcı, N., (2004), Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi* Yıl 1, Sayı 1, Temmuz 2004
- Güneş, B., (2003) Paradigma Kavramı Işığında Bilimsel Devrimlerin Yapısı ve Bilim Savaşları: Cephelerdeki Fizikçilerden Thomas S. Kuhn ve Alan D. Sokal, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 0-0.
- Gürbüz, F. (2008). İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusundaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesinde Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Harrison, A.G., Grayson, D.J. and Treagust, D.F. (1999). Investigating a grade 11 student’s evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 55-87.
- Hewson, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3, 383-396
- Hughes, S., Lyddy, F., & Lambe, S. (2013). Misconceptions about psychological science. *Psychology Learning and Teaching*, 12(1), 20-31
- Hunt, E., & Minstrell, J. (1994). A cognitive approach to the teaching of physics. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (syf 51–74). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2002). The changing meanings of force. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 5–61.
- Jara-Guerrero S., 1993. Misconceptions on heat and temperature. In *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, Ithaca, USA.
- Johnson, A. T., & Southerland, S. A. (2000, April). A reconsideration of science misconceptions using ontological categories. In *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA.
- Kaptan, F., Ve Korkmaz, H. (2001). Hizmet Öncesi Sınıf Öğretmenlerinin Isı ve Sıcaklıkla İlgili Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 59-65.
- Karakuyu, Y. (2006). Lise ve Dengi Okul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Öğretiminde Karşılaştığı Kavram Yanılgıları. Doktora Tezi, SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta

- Karataş, İ., Güven, B., (2003) Problem Çözme Davranışlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler: Klinik Mülakatın Potansiyeli İlköğretim-Online 2 (2), 2003 Sf. 2-9
- Kesidou, S. and Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics- An interpretive study, *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 85-106.
- Kocabaş, Ş. (2001). Fizik ve Gerçeklik: Bilim Felsefesine Kavramsal Bir Yaklaşım. Küre Yayınları.
- Kuhn, S. T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure Of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1974). Falsification And The Methodology Of Scientific Research Programmes. (Eds. I. Lakatos & A. Musgrave) *Criticism And The Growth Of Knowledge* (pp. 91-196). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lawson, A. E., & Weser, J. (1990). The rejection of nonscientific beliefs about life: Effects of instruction and reasoning skills. *Journal of research in Science Teaching*, 27(6), 589-606.
- Lewis, E.L. and Linn, M.C. (1994). Heat, energy and temperature concepts of adolescents, adults and experts: Implications for curricular improvements. *Journal Research in Science Teaching*, 31, 657-677.
- Linn, M. C., Eylon, B., & Davis, E. A. (2004). The Knowledge Integration Perspective on Learning. In M. C. Linn, E. A. Davis & P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ Lawrence Erlbaum Associates.
- Linn, M.C. and Songer, N.B. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 885-918.
- Lucariello, J., (t.y.). How Do I Get My Students Over Their Alternative Conceptions (Misconceptions) for Learning? Removing barriers to aid in the development of the student. Erişim adresi <https://www.apa.org/education/k12/misconceptions>
- Martin, M.S., (2003), *Ontological Knowledge Structure Of Intuitive Biology*, The University Of Arizona
- Matthews, M., R., (2017), *Fen Öğretimi Bilim Tarihinin ve Felsefesinin Katkısı*, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi,
- MEB (1979), *Genel Biyoloji*. Hazırlayan Claude A. Ville, İstanbul
- MEB (2018), *Fen Bilimleri Eğitim Programı*
- Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. New York: Sage Publications, Inc.

- Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In R. Duit, F. Goldberg, and H. Neidderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Kiel, Germany: IPN
- Ontology. (t.y.). Warwick University içinde. Erişim adresi <https://warwick.ac.uk/fac/soc/ces/research/current/socialtheory/maps/ology/>
- Özalp, D. (2008). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, G. (2007). Öğrencilerin Kuvvet Kavramına İlişkin Bilgi Yapılarının Bir Analizi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 8 (14), 37-54.
- Özdemir, G. ve Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 3(4), 351-361.
- Özdemir, M. (2018) Ortaokul öğrencilerinin buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ Eğitim Bilimleri Enstitüsü / Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
- Packer, M. J. Ve Goicoechea J. (2000). Sociocultural And Constructivist Theories Of Learning: Ontology, Not Just Epistemology. *Educational Psychologist*, 35(4), 227–24.
- Piaget, J. (1947), *Çocuğun Gözüyle Dünya*, Dördüncü Baskı, Kasım 2016, Dost Kitapevi Yayınları, Ankara.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Resnick, L. B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, 220, 477-478.
- Rogan, J.M. (1988). Development of a conceptual framework of heat, *Science Education*, 72, 103-113.
- Sullivan, R. (1974). The Kantian Critique of Aristotle's Moral Philosophy: An Appraisal. *The Review of Metaphysics*, 28(1), 24-53. Retrieved July 16, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/20126582>
- Smith, J.P., diSessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconception reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Science*, 3, 115-163.
- Sözbilir, M. (2003) A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, 20(1), 25-41.
- Staver, J. R. (1998). Constructivism: Sound theory for explicating the practice of science and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(5), 501-520.

- Strike, K.A., & Posner, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. Duschl & R. Hamilton (eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY Press.
- Summer, Stanford Felsefe Ansiklopedisi (2017) <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-realism/>
- Şen, Ş, Yılmaz, A. (2012). Üniversite Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde İncelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (1), 54-72. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amauefd/issue/1726/21156>
- Tamkavas, Ç. H., Kıray, S. A., Koçak, A., & Koçak, N. (2016). Studies conducted on misconceptions about heat and temperature in Turkey between 2005-2015: A content analysis. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 426-446.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tiberghien, A. (1985). The Development of Ideas with Teaching. In R. Driver, E. Guesne, and E. Tiberghien, (Eds), *Children's Ideas in Science*, (pp. 66-84). UK: Open University Press.
- Tomita, M. K., (2008). Examining the influence of formative assessment on conceptual accumulation and conceptual change. Doctoral dissertation, Stanford University.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International journal of science education*, 10(2), 159-169.
- Tunalı, İ., (2010) felsefeye giriş. Altın kitaplar yayınevi, İstanbul.
- Turgut, H. (2009). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilgi ve Yöntem Algıları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 165-184.
- Uzoğlu, M. ve Gürbüz, F. (2013). Fen ve Teknoloji Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde Öğrenme Amaçlı Mektup Yazma Aktivitesinin Kullanılması. *International Journal of Social Science*, 6 (4), 501-517.
- Ültay, E. & Can, M., (2015). Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramsal Bilgilerinin Belirlenmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, Hüseyin Hüsnü Tekişik Özel Sayısı, 1(7), 179-203.
- Ünal Çoban, G., (2009) Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği, İzmir; Dokuz Eylül üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi
- Ünal Çoban., G., Ergin, Ö., (2011), Bilimsel Bilginin Varlık Alanına Modellemeye Dayalı Öğretimle Bakış, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi* Bahar 2011, 9(2), 211-254
- Van Fraassen, B.C. (1980), *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford, BK.
- Von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, Construction Of Knowledge, And Teaching. *Synthese*, 80, 121-140

- Von Glasersfeld, E. (1995), *Radical Constructivism. A Way Of Knowing And Learning*, The Falmer Press, Londra.
- Vosniadou S. ve Brewer W.F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24 (4), 535–585.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45 – 70.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123- 183.
- Vosniadou, S., & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20, 1213-1230.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research in Science Teaching and Learning* (pp. 177-210). New York: Macmillan
- Wiser, M., & Amin, T. (2001). “Is heat hot?” Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 331-355.
- Woolgar, S., & Latour, B. (1986). *Laboratory life: the construction of scientific facts*. Princeton University Press.
- Yakışan, M., Selvi, M., & Yürük, N., (2007). Biyoloji öğretmen adaylarının tohumlu bitkiler hakkındaki alternatif kavramları. *Journal of turkish science education*, 4(1), 60-79.
- Yıldırım, A., Şimşek, H., (2013) Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yumuşak, A. (2008). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Isı-Sıcaklık, Mekanik ve Elektrik Konularındaki Kavram Yanılgıları ve Nedenlerinin Araştırılması (CB Ü. Örneği). *Milli Eğitim*, 37(180), 123-132.
- Zagorin, P. (2001). Francis Bacon's concept of objectivity and the idols of the mind. *The British Journal for the History of Science*, 34(4), 379-393.
- Zajonc, A. (Eds.). & Seamon, D., (1998). *Goethe's way of science: A phenomenology of nature*. SUNY Press.

EKLER

EK 1. Öğrenciler, Öğretmen Adayları ve Öğretmenler İçin BOA

BİLİMSEL OLGUSALLIK ANKETİ

Aşağıdaki anket sorularını cevaplayınız. Soruları dikkatli okuyunuz. Bilimsel anlamda **yanlış veya eksik** gördüğünüz kısımlarda katılmıyorum seçeneğini işaretleyiniz. Eğer sizin için **yanlış veya eksik** bir anlama gelmiyorsa katılıyorum seçeneğini konu hakkında bilginiz yok ise bilmiyorum seçeneğini işaretleyiniz. Bazı sorularda neden katılıp katılmadığınızı açıklamasını bana anlayabileceğim şekilde basitçe yazınız.

1- Soğuk cismin sıcaklığı yoktur.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü:

2- Soğuk cismin ısısı yoktur.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü:

3- Kazaklar insanları ısıtır.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü:

4- Kalorifer peteğine dikkatli baktığımızda tıpkı bir duman gibi gördüğümüz şey ısıdır kendisidir.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

5- Isı tüm maddi bedenlere nüfuz edebilen bir sıvıdır.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

6- Isı her şeyi eritir.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

7- Termoslar kapalı özel yapısı sayesinde ısıya kaçmasını engeller.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

8- Soğuk elimizle sıcak bir cisme dokunduğumuz zaman sıcak cisimden elimize ısı tanecikleri geçer böylece elimiz ısınır.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

9- Isının yayılma şekli cismin içerisine ısı parçacığı girmesi şekliyle olur.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

10- Vücut ısısından soğuk bir odaya girildiğinde insandan odaya ısı akar.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

11- Isının iletilmesi sıcak parçacıkların soğuk parçacıklara doğru ilerlemesidir.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

12- Isı ve soğukluk sıvılar gibi akar.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

13- Cisimler sıcak parçacık kaybıyla soğur.

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

- 14- Soğuk bir ortamda duran giysiyi giydiğimizde üşürüz çünkü üzerinde soğukluk vardır.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü:

- 15- Saç kurutma makinesinden çıkan sıcak havada ısı tanecikleri bulunur.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

- 16- Kışın metal bank yanındaki ahşap banktan daha soğuktur.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

- 17- Isı kaybeden nesne aslında sıcak parçacık kaybeder.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

Çünkü

- 18- Termosun ağzı açılınca içerideki ısı dışarı uçar.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

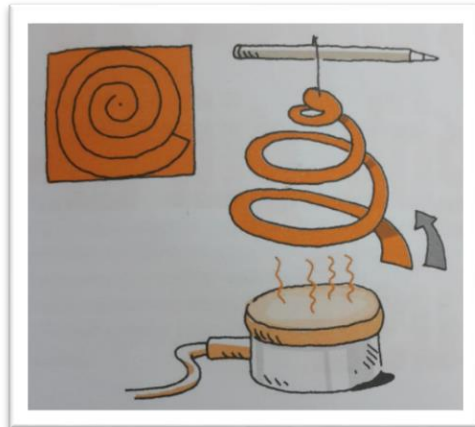
Yan tarafta Gravzant halkası görüyorsunuz. Top ısıtılmadan önce halkadan rahatlıkla geçebiliyorken, ısıtıldıktan sonra sıkışıp halkadan geçememektedir. Buna göre 31. ve 32. önermelere ilişkin görüşünüzü belirtiniz.

- 19- Topa ısı kaynağından ısı akmıştır ve topun hacmini artırmıştır.**

Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()

- 20- Topun içerisine giren ısı tanecikleri, topun moleküllerine çarparak ve ittirerek topun genişmesini sağlamıştır.**

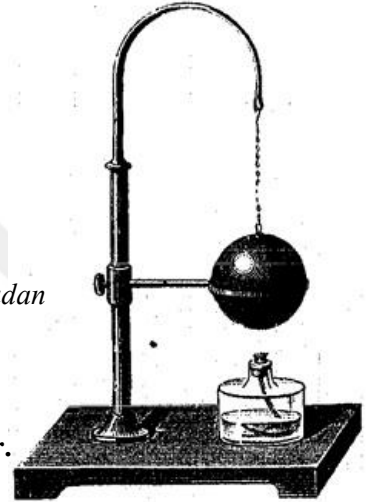
Katılıyorum () Katılmıyorum () Bilmiyorum ()



- 21-Bir maddenin ısınmış görüldüğünü nasıl anlarız?
(maddeler halinde yazabilirsiniz)**

22-

Mehmet şekildeki gibi yılan şeklinde kesilmiş kâğıdı bir iple kaleme asıyor. Sonra da yılanın altına yanan bir mum koyuyor. Kağıt hareket etmezken bir süre



sonra dönerek hareket etmeye başlıyor. Sizce kağıdı hareket ettiren şey nedir? Açıklayınız.

- 23- Deren soğuk bir kış gününde içeride soba yanan bir odaya giriyor ve arkadaşının pencereyi açık bıraktığını fark ediyor. Arkadaşına “Lütfen pencereyi kapatır mısın? Isı dışarıya kaçıyor.” Diyor. Siz Deren’in bu düşüncesine katılıyor musunuz? Neden açıklayınız?



- 24- Siz karikatürde kime katılıyorsunuz? Neden?

EK 2. Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşme Formu

Isı ve sıcaklık nedir? Farkları var mıdır? Varsa bunlar nelerdir?

Soğuk ve sıcak nedir?

Özdeş iki metal top düşün. Birinci top soğukken ikinci top sıcak. Sence iki topun molekülleri arasında bir fark var mıdır? Nasıl görünüyorlar?

Soğuk cisimlerin ısısı var mıdır?

Soğuk cisimlerin sıcaklığı var mıdır?

Isı sahibi olan her madde erir mi?

Isı transferini zihninde nasıl hayal ediyorsun?

İletilen şey nedir?

Bir alüminyum ve bir de tahta bir parçamız var. Boyutları ve hacimleri aynı, aynı torbadan aynı anda çıkartılmışlar. Bu iki parça üzerine özdeş buz kütleleri koyduğumuzu düşünelim. Buzların erimeleri hakkında yorum yapar mısın?

Gravzant halkası diye bir düzenek var. Bu düzende zincire bağlanmış bir top var ve bu top sabit bir halkadan rahatlıkla geçebiliyor. Topu ısıtıyoruz ve top genleşiyor. Daha önceden geçebildiği halkadan şimdi geçemiyor, sıkışıyor. Çünkü genleşti. Isı burada genleşmeyi nasıl sağladı?

Kış günlerinde neden kazak, kaban gibi şeyler giyiyoruz?

“Kazaklar bizi ısıtır” ifadesi sence doğru bir ifade mi?

Bir kardan adam üzerine bir ceket (giyilmemiş) koyarsak, bu ceketin kardan adam üzerine etkisi olur mu?

Isıyı görebilir miyiz?

Kalorifer çalışırken duvarda yukarı doğru hareket eden bir gölge oluşur, sence o nedir?

Havanın bile olmadığı boş bir oda (alan) düşün, bu odayı ısı ile doldurabilir misin?

Isı/sıcaklık akar mı? ısı/sıcaklık uçar mı?

Soğuk bir günde soba yanan bir odada pencereyi açtın, ne olmasını beklersin?

“Pencereyi kapatır mısın? Isı dışarıya kaçıyor” ifadesi sence doğru bir ifade mi?

EK 3. ÖĞRENCİNİN AKADEMİK ÖZGEÇMİŞİ

Kişisel Bilgiler	
Adı ve Soyadı	Evrin Demirel
E-postası/Web Sayfası	

Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Uzmanlık Alanı	Fen Eğitimi		
Öğrenim Bilgileri			
	Üniversite	Bölüm	Yıl
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Fen Bilimleri Öğretmenliği	2016
Tez Başlığı	Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları Ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri		
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Gül Ünal Çoban		
Akademik Eserler			
(2019) UBEST, Bir Bilimsel Olgusalılık Taraması: Isı Sıcaklık Örneği			
Alanıyla İlgili Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler			
Alanıyla İlgili Aldığı Ödüller			

EK 4. Uygulama İzinleri



T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 12018877-604.01.02-E.2811397
Konu : Evrim DEMİREL'in
Araştırma İzni

08/02/2019

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarihli ve 355862610.06-E.12607291 sayılı yazısı (Genelge 2017/25)
b) Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 23/01/2019 tarihli ve 208 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği yüksek lisans öğrencisi Evrim DEMİREL'in "Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri" konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri, Müdürlüğümüz Buca İlçesine bağlı ekli listede isimleri belirtilen okullarda uygulama isteği ilgi (b) yazı ile belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, ekli listede isimleri belirtilen 2018-2019 Eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Ömer YAHŞİ
Millî Eğitim Müdürü

Ek:
1-Araştırma Değerlendirme Formu
2-Anket Formları ve Okul Listesi

OLUR
08/02/2019
Ahmet Ali BARIŞ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres: Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 Konak /İZMİR
Elektronik Ağ: izmir.meb.gov.tr
e-posta: stratij35_1@meb.gov.tr

Bilgi için: Nihal GÜR
Tel: 0 (232) 280 36 31
Faks: 0 () _ _ _ _

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 38c4-b3c7-37ef-a64d-7a12 kodu ile teyit edilebilir.

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Evrım DEMİREL
Kurumu / Üniversitesi	Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği
Araştırma yapılacak iller	İzmir
Araştırma yapılacak eğitim kurumu ve kademesi	Ekli Listede adı Geçen Buca ilçesine bağlı Okullar
Araştırmanın konusu	Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri
Üniversite / Kurum onayı	---
Araştırma/proje/ödev/tez önerisi	Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri (Tez)
Veri toplama araçları	Öğrenciler İçin Olgusallık Anketi Öğretmenler İçin Bilimsel Olgusallık Anketi Veli Onam Formu
Görüş istenilecek Birim/Birimler	----
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
İlgi: Milli Eğitim Bakanlığı'nın 22/08/2017 tarihli ve 3558626-10.06-e.12607291 sayılı Araştırma, yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri Konulu, 2017/25 Sayılı Genelgesi. Genelge gereğince; araştırma başvurusu olması gereken nitelikler açısından incelenmiş olup, araştırmanın 2018-2019 öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumları yöneticilerinin uygun gördüğü şekli ile yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.	
Komisyon Kararı	Oybirliği ile alınmıştır.
Muhalef üyenin Adı ve Soyadı: ----	Gereççesi: -----

KOMİSYON

06/02/2019

(Başkan) Beyhan GÖKDEMİR Şube Müdürü	Üye Nurdaň MÄRÄL Öğretmen	Üye Selahattin ANIK Öğretmen	Üye Özlem GÖRÜR Öğretmen
			Üye Aslı DEMİREL Öğretmen <i>R. B. B.</i>



T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
ETİK KURULU KARARI



TOPLANTI TARİHİ : 17/01/2019
TOPLANTI SAYISI : 01

KARAR-19-:

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı 2017950068 numaralı öğrencisi Evrim DEMİREL'in tezi kapsamında gerçekleştireceği pilot çalışmaya ilişkin tez danışmanı Prof.Dr.Gül ÜNAL ÇOBAN'ın 15/01/2019 tarihli dilekçesi ile ekleri görüşüldü.

Yapılan görüşmeler sonucunda,

Prof.Dr.Gül ÜNAL ÇOBAN'ın danışmanlığında, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı 2017950068 numaralı öğrencisi Evrim DEMİREL'in "*Fen Bilimleri Öğrenci, Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilimsel Bilginin Ontolojik Boyutlarına Yönelik Görüşleri*" konulu tez çalışması kapsamında yapmak istediği asıl uygulamaların etik açıdan uygunluğuna oy birliği ile karar verildi.

Doç.Dr.Bahar BARAN (BAŞKAN)	
Prof.Dr.Digdem Müge SIYEZ (ÜYE)	Doç.Dr.Berna CANTÜRK GÜNHAN (ÜYE)
Doç.Dr.Banu ÇULHA ÖZBAŞ (ÜYE)	Dr.Öğr.Üyesi Hadiye KÜÇÜKKARAGÖZ (ÜYE)

