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

7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ATOM VE MOLEKÜL KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI ZİHİNSEL MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine BİLGE

TRABZON
Ocak, 2017

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

7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ATOM VE MOLEKÜL KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI ZİHİNSEL MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

Emine BİLGE

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

Tezin Danışmanı
Prof. Dr. Şule BAHÇECİ

TRABZON
Ocak, 2017

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 18 / 01 / 2017

Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Şule BAHÇECİ	.....
Üye	: Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI	.....
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Nagihan YILDIRIM	.....

Onay

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Nevzat YİĞİT

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

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

Emine BİLGE

18 / 01 / 2017

ÖN SÖZ

Bu çalışma ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramına dair zihinsel modellerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Her zaman tavır ve tutumlarıyla bir hocadan daha fazlası olan lisans döneminde idol olarak gördüğüm, ayrıca yüksek lisans döneminde danışmanlığımı üstlenen çok değerli Hocam Prof. Dr. Şule BAHÇECİ'ye sonsuz şükran ve sevgilerimi sunarım.

Öğrencilik hayatımın her döneminde yardımını esirgemeyen, tezimin çeşitli aşamalarına dair engin bilgisinden yararlandığım, tezimin bugünkü boyutuna yön veren ve emeği büyük olan çok kıymetli Hocam Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI'ya sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tezimin farklı kısımlarında gerek düşünce gerekse görüşleri ile benden yardımını esirgemeyen Avrasya Üniversitesinde Öğretim görevlisi olan değerli arkadaşım Gürhan Bebek'e sonsuz teşekkürlerimi sunar, bundan sonraki hayatında daha da güzel yerlerde görmekten onur duyacağımı belirtmek isterim.

Lisans döneminden bu yana her anımda yanımda olan tezimin çeşitli aşamalarında yardımını esirgemeyen her zaman moral ve motivasyonumu yüksek tutan Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi canım arkadaşım Zeynep Kıryak'a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım. Daima hedeflediği ve gönlünden geçeni yaşayacağı güzel yarınlarının olması dileğiyle…

Tezimin konusuna dair alan bilgisi ile farklı bakış açısı yakaladığım ve görüşlerinden yararlandığım canım yeğenim Elif Sude BİLGE'ye çok teşekkür eder, eğitim hayatı boyunca daha iyi yerlerde göreceğim arzusu ile başarılarının sonsuz olmasını temenni ederim.

Hayatımın her döneminde bana destek ve sevgilerini esirgemeyen canım çekirdek aileme ayrıca hayata karşı dimdik duruşuma katkısı büyük canım BABANNEM'e sonsuz sevgi, saygı ve hürmetlerimi takdim ederim. Son olarak bu tezin aşamalarını heyecanla takip eden ve benim başarıma ortak olan Babam'a ithafen yazılan bir tez olduğunu belirtmek isterim.

Ocak, 2017
Emine BİLGE

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ ..... **iv**

İÇİNDEKİLER ..... **v**

ÖZET ..... **ix**

ABSTRACT ..... **x**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xi**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xiii**

GRAFİKLER LİSTESİ ..... **xv**

KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xvi**

1. GİRİŞ **1**

1. 1. Araştırmanın Amacı 9

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi 9

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları 12

1. 4. Araştırmanın Varsayımları 13

1. 5. Tanımlar 13

2. LİTERATÜR TARAMASI **15**

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi 15

2. 1. 1. Model ve Modelleme 16

2. 1. 1. 1. Model Nedir? 16

2. 1. 1. 2. Bilimsel Modellerin Ortak Özelikleri 18

2. 1. 1. 2. 1. Modellerin Sınıflandırılması 19

2. 1. 1. 2. 2. Analojik Modellerin Sınıflandırılması 22

2. 1. 1. 2. 2. 1. Ölçeklendirme Modeli 22

2. 1. 1. 2. 2. 2. Pedagojik Analojik Modeller 23

2. 1. 1. 2. 2. 3. Simgesel veya Sembolik Modeller 24

2. 1. 1. 2. 2. 4. Matematiksel Modeller 24

2. 1. 1. 2. 2. 5. Teorik Modeller 25

2. 1. 1. 2. 2. 6. Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar 25

2. 1. 1. 2. 2. 7. Kavram-Süreç Modelleri 26

2. 1. 1. 2. 2. 8. Simülasyonlar 26

2. 1. 1. 2. 2. 9. Sentetik Modeller 27

2. 1. 1. 2. 2. 10. Zihinsel Modeller 27
2. 1. 1. 2. 3. Üç Boyutlu Model 34
2. 1. 1. 2. 3. 1. Üç Boyutlu Modellerin Sınıflandırılması 37
2. 1. 1. 2. 4. Fen Eğitiminde Atom Modelinin Yeri ve Önemi 37
2. 1. 1. 3. Modelleme Nedir? 41
2. 1. 1. 3. 1. Literatürde Yer Alan Modelleme Çalışmaları 43
2. 1. 1. 3. 2. Modelleme Döngüleri 47
2. 1. 1. 3. 3. Fen Eğitimi ve Modelleme 59
2. 1. 1. 4. Literatürde Yer Alan Model ile İlgili Ulusal Çalışmalar 63
2. 1. 1. 5. Literatürde Yer Alan Zihinsel Model ile İlgili Ulusal Çalışmalar 83

3. YÖNTEM 92
3. 1. Araştırma Modeli 92
3. 2. Araştırmanın Örneklemi 94
3. 2. 1. Grup Çalışmasının Önemi 95
3. 3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları 96
3. 3. 1. Klinik Mülakat 97
3. 3. 2. Gözlem 98
3. 3. 2. 1. Gözlem Formunun Hazırlanması 99
3. 3. 3. Video Kaydı 100
3. 4. Veri Toplama ve Uygulama Akışı 100
3. 4. 1. Pilot Çalışmanın Uygulanması 100
3. 4. 2. Asıl Çalışmanın Uygulanması 104
3. 5. Verilerin Analizi 107
3. 5. 1. Nitel Veri Analizi 107
3. 5. 1. 1. N-Vivo ile Veri Analizinin Çözümlenmesi (Video Kayıtlarının Analizi) 108
3. 5. 1. 2. Betimsel Analiz 108
3. 5. 1. 3. İçerik Analizi 109
3. 5. 1. 4. Geçerlik ve Güvenilirlik 110

4. BULGULAR 111
4. 1. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular 111
4. 1. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturma Sürecine Başlamadan Önce Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile İlgili Bulgular 111

4. 1. 2. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturmaya Başladıkları Süreçte İzledikleri Yol ile İlgili Bulgular 116
4. 1. 3. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasında Yaptıkları ile İlgili Bulgular 123
4. 1. 4. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasından Önceki Süreçte Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile Uygulama Aşamasında Oluşturdukları Model Arasındaki Farkı Açıklamaları ile İlgili Bulgular 129
4. 2. Üretilen Modellerden Elde Edilen Bulgular 133
4. 2. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencileri Atom ve Molekül Modelini Uyguladıktan Sonra Ortaya Nasıl Bir Ürün ile İlgili Bulgular 133
4. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular 145
4. 3. 1. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgilerine Dair Bulguları 146
4. 3. 2. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etme Basamağına Ait Bulguları 148
4. 3. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etme Basamağına Ait Bulguları 151
4. 3. 4. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağına Ait Bulguları 154
4. 3. 5. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Düzenleme Basamağına Ait Bulguları 157

5. TARTIŞMA 161
5. 1. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar 161
5. 1. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturma Sürecine Başlamadan Önce Zihinlerinde Kurguladıkları Modele İlişkin Tartışmalar 161
5. 1. 2. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturmaya Başladıkları Süreçte İzledikleri Yola İlişkin Tartışmalar 168
5. 1. 3. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasında Yaptıklarına İlişkin Tartışmalar 174
5. 1. 4. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasından Önceki Süreçte Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile Uygulama Aşamasında Oluşturdukları Model Arasındaki Farkı Açıklamalarına İlişkin Tartışmalar 181
5. 2. Üretilen Modellerden Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar 187

5. 2. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uyguladıktan Sonra Ortaya Çıkan Ürüne İlişkin Tartışmalar 187
5. 3. Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar 195
5. 3. 1. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgilerinin Bulgularına Dair Tartışmalar 195
5. 3. 2. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etme Basamağındaki Bulgularına Dair Tartışmalar 196
5. 3. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etme Basamağındaki Bulgularına Dair Tartışmalar 198
5. 3. 4. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağının Bulgularına Dair Tartışmalar 200
5. 3. 5. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Düzenleme Basamağının Bulgularına Ait tartışmalar 202
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 204
6. 1. Sonuçlar 204
6. 1. 1. Kurgulanan Zihinsel Modele Yönelik Sonuçlar 204
6. 1. 2. Oluşturulan Zihinsel Modele Ait Sonuçlar 205
6. 1. 3. Seçilen Malzemelere Yönelik Sonuçlar 206
6. 2. Öneriler 207
6. 2. 1. Araştırma Sonucuna Dayalı Öneriler 207
6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Çalışmalara Yönelik Yapılacak Öneriler 207
7. KAYNAKLAR 208
8. EKLER 241
9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ 246

ÖZET

7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Konusunda Sahip Oldukları Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi

Bu çalışmanın amacı, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarıyla ilgili model oluşturma süreci öncesinde kurguladıkları zihinsel modellerini, uygulama sürecindeki tavır ve tutumlarını, uygulama sonrasında ortaya çıkardıkları ürünlerin işlevini belirlemektir. Ayrıca, uygulama öncesi kurgulanan modellerle uygulamada tasarlanan modellerin farkının ortaya çıkarılması da amaçlanmıştır.

Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılında, Giresun ili Görele ilçesi Hasan Ali Yücel Ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim gören rastgele seçilmiş 25 (N=25) öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrenciler okulda görev yapan uzman öğretici yardımıyla sekiz gruba dönüştürülmüştür. Araştırmada özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri klinik mülakat, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı ile toplanmıştır. Elde edilen veriler; nitel veri analizinde yer alan içerik ve betimsel analizi ile çözümlenmiştir. Ayrıca geçerliği sağlamak için N-Vivo 9 programı analize dahil edilmiştir. Klinik mülakattan elde edilen veriler içerik analizine, yapılandırılmış gözlem formu ise betimsel analize tabi tutulmuştur. Araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlara göre öğrenciler; modeli atomun içerisinde yer alan bir kavram olarak benimsedikleri, Modern atom teorisi yerine Rutherford atom modelini oluşturdukları, atomun yapısını çoğunlukla yuvarlak bir yapıya benzettikleri, öğrencilerin alan bilgilerinde belirgin eksikliğin olduğu ayrıca modelin malzemelerini seçme ve birbirine kombin etmede değişik sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir. Atom ve molekül kavramının kapsamına ait ünitenin öğretim programında biraz daha derinlemesine yer verilmesi öğrencilerin atomaltı parçacıklarını yerini belirlemede kavram yanılgısını ortadan kaldıracağı düşünülmektedir. Eğitmenlerin atom modellerini sıralı bir şekilde öğrencilere anlatmasının en güncel atom modeli olan Modern Atom Teorisini benimsemelerine yardım olacaktır. Öğrencilerin üç boyutlu model çalışmalarında malzemelerin yapısını daha önceden tanımaları, rahat bir uygulama geçirmelerine zemin hazırlayacağı için laboratuar koşullarında malzemeler ile daha fazla yaparak-yaşayarak zaman geçirmeleri sağlanabilir. Araştırmacı uygulamanın sonuçlarına dayalı genellenebilir bir kaygısı olmadığını belirtmiştir. Bu bakımdan, literatürde bundan sonraki yapılacak olan çalışmaların öğrencilerin atom ve molekül konusuna ait zihinsel modellerinin üç boyutlu modele dönüştürülmesi şeklinde gerçekleştirilmesinin farklı bir boyut katacağının gerekliliği dikkate alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Atom, Molekül, Model, Modelleme, Üç Boyutlu Model, Zihinsel Model.

ABSTRACT

Determining Seventh Grade Students' Mental Models of Atom and Molecules

The purpose of this study was to determine seventh grade students' mental models designed before the process of forming a model regarding the concepts of atom and molecule, their manner and attitudes during the implementation and the function of outcomes that students produced after the implementation. It also aimed to present the difference between models designed before the implementation and models designed in the implementation. This study was conducted with randomized 25 (N=25) seventh grade students at Hasan Ali Yücel Secondary School, located in the Görele district of Giresun province in the 2015-2016 academic year. These students were divided into eight groups with the help of an expert teacher at this school. This study was a case study. The researcher collected study data by using clinical interviews, a structured observation form and by recording videos. To analyze the data, this study used content and descriptive analysis, which are qualitative data analysis methods. N-Vivo 9 software was used in the analysis to gain validity. Data from the clinical interviews were evaluated using content analysis, and the structured observation form was evaluated using descriptive analysis. The study findings indicate that the students adopted the model as a concept within the atom, that they formed the Rutherford atom model instead of the modern atom theory, and that most of them regarded the structure of atom as a round structure. They also indicate that there was a significant lack in the field knowledge of students, and that students had various difficulties in selecting elements of the model and combining them. It is thought that giving more extensive place to the unit regarding the atom and molecule concepts in the teaching program will reduce students' misconception about locating subatomic particles. Teaching atom models to students respectively will help students to adopt the modern atom theory, which is the most recent atom model. The fact that students already know the structure of elements in 3D model studies will establish a basis for easy implementation, thus it can be provided for students to spend more time doing-experiencing with materials in the laboratory. There is no generalizable concern based on the results of the implementation. The need to conduct further studies in the literature by converting students' mental models of atoms and molecules into the 3D model will add a different dimension.

Keywords: Atom, Molecule, Model, Modeling, Three-Dimensional Model, Mental Models.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
1.	Literatürde Atom ve Molekül ile İlgili Yapılan Araştırmalar	39
2.	Araştırmanın Modelleme Sürecinin Justi ve Gilbert'in (2002) Modelleme Döngüsüne Göre Uyarlanması	58
3.	Model ve Model Türleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	63
4.	Zihinsel Model ile İlgili Çalışmalar	83
5.	Araştırmanın Örneklemini Oluşturanların Demografik Özellikleri	94
6.	Araştırmanın Sorularına Yönelik Belirlenen Veri Toplama Araçları	96
7.	Pilot Çalışmada Yapılacak Olan Düzenlemeler	101
8.	Asıl Çalışma Sürecinde Uygulamanın Akışı	104
9.	Öğrencilerin Zihinsel Modellerini Belirlemelerine Yönelik Görüşleri	111
10.	Öğrencilerin Zihinsel Modellerini İfade Ederken Karşılaştıkları Zorluklar	114
11.	Öğrencilerin Modellerini Oluştururken Yardımcı Kaynaklarını Buldukları Yerler	116
12.	Öğrencilerin Zihinsel Modellerine Ait Malzemeleri Seçerken Malzemelerde Neleri Ön Plana Çıkardığına Dair Görüşleri	119
13.	Öğrencilerin Alan Bilgilerini Kullandıkları Aşamalara Dair Bilgiler	123
14.	Öğrencilerin Modeli Uygulama Aşamasında Zorlandıkları Zihinsel ve/veya Fiziksel Zorluklara Ait Görüşleri	126
15.	Öğrencilerin Kurguladıkları Model ile Oluşturdukları Modelleri Benzerlikleri ve Farklılıklarını Eleştirdikleri dair Bulgular	129
16.	Öğrencilerin Oluşturdukları Modelin Olumlu ve Olumsuz Yönlerine ait Bulguları	134
17.	Öğrencilerin Oluşturdukları Modelin İçerik ve Fiziksel Özellikleri Kurguladıkları Model ile İlişkilendirdiklerine Dair Bulgular	137
18.	Öğrenci Gruplarının Oluşturdukları Zihinsel Modellerin Fiziksel Özelliklerini İçeren Bulgular	144

19. Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgileri 146
20. Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etmesine Dair Bulguları 148
21. Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etmelerine Ait Bulgular 151
22. Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağına Ait Bulgular.....154
23. Öğrencilerin Modeli Düzenlemesine Ait Bulguları 158

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
1.	Duyu organlarına göre bilginin kalıcılık oranları	7
2.	Modelin sembolik gösterimi	17
3.	Modellerin sınıflandırılması	20
4.	Harrison ve Treagust'un (2000) analojik (bilimsel) modelleri sınıflandırması	21
5.	Oyuncak araba	23
6.	Ölçeklendirilmiş araba	23
7.	Basit elektrik devresi	23
8.	Organik kimya formülleri	24
9.	Sıvıların kaldırma kuvveti	25
10.	Basit harmonik hareket	25
11.	Manyetik alan çizgileri	25
12.	Basınç-Sıcaklık faz diyagramı	26
13.	Soy ağacı	26
14.	Isının yayılma yolları	26
15.	Metan gazının oksijen ile tepkimesine ait simülasyonu	27
16.	Suyun oluşumunun modellenmesi	27
17.	Zihinsel modellerin etkisi	30
18.	Kimya bilgisinin 3 boyutunun ilişkisi	35
19.	Modelleme döngüleri	47
20.	Clement'in model kurma döngüsü (1989; 1993)	48
21.	Hestenes'in (2002) modelleme döngüsü	49
22.	Nunez-Oviedo'nun (2004) modelleme döngüsü	51
23.	Halloun'un (2004) modellemeye dayalı öğrenme döngüsü	56

24. Gilbert ve Justi'nin (2000) modelleme sürecinin modellenmesi 57

25. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerine dair olumlu yönler 135

26. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerine dair olumsuz yönleri 136

27. Poyraz (G_1;$Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_3$) kodlu öğrenciler oluşturdukları zihinsel model 140

28. Afes (G_2 ;$Ö_4$,$Ö_5$,$Ö_6$,$Ö_7$) kodlu grubu oluşturdukları zihinsel model 140

29. Kartanesi (G_3;$Ö_8$,$Ö_9$,$Ö_{10}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model 141

30. Kanarya (G_4;$Ö_{11}Ö_{12}Ö_{13}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model 141

31. Bim (G_5;$Ö_{14}Ö_{15}Ö_{16}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model.....142

32. Alfa (G_6;$Ö_{17}Ö_{18}Ö_{19}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model.....142

33. Sahici (G_7,$Ö_{20}$,$Ö_{21}$,$Ö_{22}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model 143

34. Yad (G_8;$Ö_{23}$,$Ö_{24}$.$Ö_{25}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model 143

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik No	Grafik Adı	Sayfa No
1.	Öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemesine yönelik görüşleri	112
2.	Öğrencilerin zihinsel modelini ifade ederken karşılaştıkları zorluklar	115
3.	Öğrencilerin model oluşturma sürecinde tercih ettikleri yardımcı kaynaklar	118
4.	Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin fiziksel yön ile ilgili görüşleri	120
5.	Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin içerik yönü ile ilgili görüşleri	121
6.	Öğrencilerin alan bilgilerini kullandıkları aşamalara dair görüşleri	124
7.	Öğrencilerin modeli uygulama aşamasında karşılaştıkları zorlukların oranı	127
8.	Öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları model ile oluşturdukları modele ait benzerliklerin belirlenmesi	131
9.	Öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları model ile oluşturdukları modele ait farklılıkların belirlenmesi	132
10.	Öğrencilerin zihinsel modellerini zihinsel ve içerik özelliklerine göre ilişkilendirmelerine dair bulgular	138
11.	Öğrencilerin modele ait bilgilerinin frekans yüzdeleri	147
12.	Öğrencilerin modele ait fikirlerini tespit etme yüzdeleri	150
13.	Öğrencilerin fikirlerin inşa etmesine ait frekans yüzdesi	153
14.	Öğrencilerin modeli karşılaştırmasına ait frekans yüzdeleri	156
15.	Öğrencilerin modeli düzenlemesine ait frekans yüzdesi	159

KISALTMALAR LİSTESİ

ABD **:** Amerika Birleşik Devletleri

3D **:** Üç Boyutlu

NCTM **:** National Council of Teachers of Mathematics

NCMST **:** National Commission on Mathematics, Science Teaching

NGSS **:** Gelecek Nesil Fen Standartları

NRC **:** Ulusal Araştırma Kurulu

NSTA **:** Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği

MEB **:** Milli Eğitim Bakanlığı

1. GİRİŞ

Toplumlar, varlıklarını devam ettirebilmek, gelişimlerini sürdürebilmek, bilimin ve teknolojinin hızla ilerlemesinden geri kalmamak ve bu disiplinlerde meydana gelen yeniliklere ayak uydurmak için kendilerine birer yol haritası çizmişlerdir. Toplumların çizmiş oldukları bu yol haritasında, bireylerin bilgiyi kendi başlarına üretebilmelerini sağlamak, teknolojik gelişmeleri anlamlı bir biçimde içselleştirmelerine yardımcı olmak ve bireysel gelişimlerine katkı sağlayarak toplumun çağdaş uygarlık seviyesine eriştirmek amaçlanmaktadır (Hofstein ve Lunetta, 2004; Tobin, 1990). Bu bağlamda da bireylerin özgün bir şekilde düşünmelerine katkı sağlayan, bireysel gelişimlerine zemin hazırlayarak toplumun refah düzeyini üst basamaklara taşıyan, sahip olduğu soyut, somut ve karmaşık kavramlar sayesinde günlük hayatın birçok yerinde karşımıza çıkan kavramsal ve yordamsal ağırlıklı bir ders olan fen eğitiminin oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır.

Fen bilimleri derslerinde yer alan kavram ve olgular genellikle soyut yapılı olduklarından dolayı, öğrencilerin bilimsel bilgileri ve olayları bazı durumlarda açıklık getirme işleminde oldukça zorlandıklarına dair çalışmalar ilgili literatürde yer almaktadır. Buna bağlı kalarak soyut kavramları algılamada zorlanan öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi tam olarak gerçekleştiremeyeceği vurgulanmaktadır (Greca ve Moreira, 2002; Jong, 2009; Kurnaz, 2011).

Fen eğitiminin özüne bakıldığında bilimin içerisinde barınan her bir bilgi öğrenim gören kişilere direkt olarak sunulmamalı aksine; öğretim yapılmaya müsait ortamlar vasıtasıyla bilim insanları gibi keşif yapmaları ve arkadaşları ile uyum içinde tartışarak doğru bilgiye varmaları sağlanmalıdır (Bağcı-Kılıç, 2001: 53). Ancak öğretim ortamı ne kadar iyi olursa olsun, öğrencilerin bilgiyi zihninde özümsediği kadar öğrendiği (Bodner, 1990) ve sunulan bilgiyi kendi zihinlerinde anlamlandırdıkları biçimde kalıplaştırdığı bilinmektedir (Aydın, 2011).

Fen eğitiminin amaçları arasında olan; öğrencilerin ileri seviyede düşünme biçimlerini geliştirme, öz düşüncelerini zihinlerinde oluşturmalarını sağlama ve onların gelişimlerine katkıda bulunma eğitim-öğretim programı açısından büyük önem arz etmektedir (Lawson, 1995'den aktaran: Özsevgeç, 2002: 12). Bu nedenle eğitimcilerin öğrencileri düşünür kılmaları için onların zihinsel süreçlerini ön plana alarak fen eğitiminin amaçlarını, içeriğini ve öğrenme etkinliklerini planlı bir şekilde yürütmeleri sağlanmalıdır (Bybee ve Sund, 1990'dan aktaran: Özsevgeç, 2002: 12).

Dünya çapında bilgiye verilen önemin hızlı bir şekilde yayılması "*Bilgi*" kavramını ve "*Bilim*"e yönelik bakış açılarını sürekli güncellemektedir. Teknolojide meydana gelen

değişimler; kişilerin ihtiyaçlarını ve beklenti düzeylerini farklı tarza dönüştürmektedir. Toplumun da beklentilerine yön veren bu süreç, kişilerin kendilerini geliştirmesi ve var olan becerilerini artırması gerektiğini öngörmektedir. Bunun sonucunda bireylerin, çağın gereksinimlerine uygun bir yenilenme aşamasına girmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu yenilenme ihtiyacının her alanda olması eğitim alanını da ilgilendirmektedir. Tüm bu ihtiyaçlara cevap vermek için eğitim-öğretim kurumlarının yenilikleri takip ederek günümüze uygun bir program düzenlemesi ve öğrencileri çağının beklentilerine uygun donanımlara sahip bireyler olarak yetiştirilmesine yönelik çalışmalar yapması gerektiği anlaşılmaktadır (Güder, 2013).

Özellikle 2000 yılının başından bu yana geçen süreçte, teknolojideki hızlı gelişim süreci bilgi yığılmasına sebep olmuştur. Her geçen gün kümülatif hale gelen bilgi, zihnimizde depolanacak yer bırakmamaktadır. Gelişmiş bir topluma ait olan nitelikli bir birey yetiştirmek için eğitim-öğretim programları da bazen yetersiz kalabilmektedir. Buna istinaden 2004 yılında yapılan içerikli değişiklikler sayesinde çağın gereğine uygun bireyler yetiştirmek amaçlanmıştır (Minaslı, 2009). Fen programlarında yapılan değişiklerde bireylerin düşündükçe sorgulayan ve var olan problemi çözebilme yeteneğine sahip olan bireyler yetiştirme çabası özellikle de temel öğretim kısmının hedefi haline gelmektedir (Dykstra,1986'dan ve Gürdal ve Yavru, 1998'den aktaran: Akpınar: 2006, 17).

Öğrencilerin fen bilimleri dersinde başarılı veya başarısız olmalarının temel nedenlerinden biri de dersi öğrenirken geçirdikleri süreçlerdir. Programda yapılan değişikler ile beraber öğretmenlerin öğretim sürecinde bilgileri sunarken kullandıkları yöntemler; öğrencilerin zihinlerinde var olan olguyu ortaya çıkarması için davranışlarına bakılmasına uygun olmalıdır (Burkaz, 2012). Böyle bir eğitim-öğretim ortamının sağlanması için ders anlatımlarında kullanılan yöntemin çeşidinin önemi ortaya çıkmaktadır (Minaslı, 2009). Fen eğitiminde var olan konuları öğrencilere doğru bir şekilde ulaştırmak öğretmenin üstlendiği bir görev olmakla birlikte (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2008) onların seçtiği öğretim yöntem ve tekniklerine bağlı kalmaktadır (Erden, 2005). Aynı zamanda ders işlenişi sırasında değişik stratejilerin ortaya konulması öğrencilerin derse bakış açılarını da pozitif yönde etkileyebilmektedir (Sert-Çıbık, 2009). Doğası gereği pek çok soyut veya somut kavram içeren fen bilimleri dersinin öğrencilere anlaşılabilir hale getirilmesi, aynı zamanda da ders ortamının zevkli ve eğlenceli hale dönüştürülmesinde modelin kullanılmasının olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir. Eğer modeller öğrenciler tarafından özümsenip, irdelenip, hatırlanacak bir hal alırsa onların belleğinde yardımcı bir unsur haline dönüşür ve aynı zamanda kullanılan modellerin açık ve net birer eğitim aracı halini alması beklenmektedir (Harrison ve Treagust, 1998).

Fen bilimleri dersinin öğrencilerin zihinlerinde zor algılanmasının sebebi fenin soyut yapısı içerisinde matematiği barındırması ayrıca toplumun içerisinde var olan insanlar ile direkt ilişkisinin olmamasından kaynaklanmaktadır (Whitelegg ve Parry, 1999). Ayrıca diğer derslere nazaran birçok konusunun soyut yapısından dolayı zihinsel aktiviteler içermesi, iç içe geçmiş bir disipline de sahip olması bu zorluğun bir göstergesi olabilmektedir (Köse, 2004; Tekkaya ve Balcı, 2003). Johnson ve Laird'e göre, insanların zihinlerinde zihinsel bileşenlerle sorguladıkları ve kurguladıkları zihinsel yapılar olarak tanımlanan modeller (Greca ve Moreira, 2000'den aktaran: Yüce, 2013: 17) bu yönüyle fen bilimleri dersinin zorluğunu hafifletmede önemli bir rol üstlenmektedirler. Öğrencilerin zihinlerinde oluşturdukları modellerin ortaya konulması veya önceden hazırlanan modeller yardımıyla zihinlerindeki bilginin yapılandırılması yönünden el yapımı modeller ön plana çıkmaktadır (Şahin, Öztuna ve Sağlamer, 2001).

Modeller; bir kavramın ya da nesnenin iç ve dış yapısının ne şekilde olduğunu veya bir sürecin nasıl işlediğini anlatmada bize yardımcı olabilmektedir. Eğitim–öğretim esnasında kavramların daha iyi anlaşılmasını ve varsa kavram yanılgılarını gidermede kullanılabilmektedir (Bilen, 2015). Harrison'de (2001) yapmış olduğu çalışmasında, modellerin öğretim sırasında tercih edilmesinin sebebini; yapısı gereği karışık ve soyut olan kavramları, olgu ve aşamaları zihinde kurgulama şansı verdiğini, aynı zamanda öğrencilerin anlam güçlüğü çektiği soyut yapılı konularda daha seri bir şekilde algılama fırsatı sunduğunu söylemektedir. Ortaya atılan fikirlerin geliştirilmesi ve kazanılan bilginin bir üst seviyeye çıkarılmasında yol gösterici olduğunun önemini vurgulamaktadır.

Farklı gösterim işlevleri ile dış dünyaya kapılarını aralayan, karmaşık sistemleri kapsamında bulunduran, tanımlama ve açıklama aşamalarında kullanıcıya yardımcı olan, belirli kurallara sahip olmanın yanında, işlemleri ve ilişkileri barındıran zihinsel kavram sistemi olan modellerin (Çiltaş, 2011) fen eğitiminde birçok türü karşımıza çıkmaktadır (Harrison ve Treagust, 2000) ve bu model türlerinin literatürde farklı şekillerde sınıflandırmaları bulunmaktadır (Gülçiçek, 2005).

Harrison ve Treagust (2000) beraber yürüttükleri çalışmada, analojik modelleri şu şekilde sınıflandırmışlardır: Ölçeklendirme, pedagojik, simgesel/sembolik, matematiksel, teorik, harita, diyagram ve tablolar, kavram/süreç, simülasyonlar ve zihinsel modeller şeklinde oluşturmuştur.

Ünal ve Ergin (2006) birlikte yürüttükleri çalışmadaki model sınıflandırmaları Harrison ve Treagust'un (2000) sınıflandırmaları ile benzer olmakla beraber, bahsi geçen model türlerini açık modeller (benzetme modelleri) ve örtük (içsel/zihinsel) modeller olmak üzere iki farklı kategoride toplamıştır. Açık modelleri; ölçek modeller, eğitsel analojik modeller, sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, harita, diyagram ve

tablolar, kavram-süreç modelleri ve simülasyonları şeklinde sıralamıştır. Örtük modelleri ise farklı bir başlık altında incelemeyi tercih ederken, sentez modelleri sınıflandırmaya katmadıkları görülmüştür.

Örnek (2008) fen eğitiminde modelleri iki başlık altında toplayıp, kavramsal ve zihinsel modeller biçiminde iki başlığa ayırmıştır. Kavramsal modeller; dışsal gösterimler olarak ifade edilirken matematiksel, bilgisayar, fiziksel (görsel) ve fizik modelleri olarak sınıflandırılması karşımıza çıkmaktadır.

Literatür incelediğinde fen eğitimi için vazgeçilmez olan modellerin kullanımına ilişkin çalışmaların bazıları şu şekilde ifade edilmiştir:

Eilam (2004) yapmış olduğu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin maddenin yapısı ve tanecikleri arası kuvvetlerle ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmaya amaçlamıştır. Çalışma sürecinde öğrencilerin çoğunluğunun maddenin yoğunluk evresi gibi makro özelliklere sahip olanlardan rahatlıkla bahsettiklerini ancak maddenin mikro özelliği olan görünemeyen kısmından zorlukla bahsettiklerini görmüştür. Araştırmacı, bu tespitlerinden yola çıkarak öğrencilerin maddenin makro boyutundan, mikro boyutuna geçişleri esnasında zorlandıkları sonucuna ulaşmıştır.

Adbo ve Taber (2009) araştırmalarında, "Öğrencilerin madde ile ilgili geliştirdikleri parçacık seviyesindeki zihinsel modellerini" incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklem grubu iki farklı okuldan oluşup, 16 ile 19 yaş grubu arasından seçilen 18 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmanın verileri öğrencilerin kendi çizimlerinden oluşan atom şekli ve katı-sıvı-gaz modellerine dayanan yarı yapılandırılmış mülakatlar ile toplanmıştır. Çalışmada öğrenciler atomu "*büyük hareketsiz bir çekirdeğin çevresinde dönen elektronları olan 3D boyutlu yapı*" şeklinde açıklamışlardır. Örneklem grubundaki 9 öğrenci elektronların; yörüngeler üzerinde hareket ettiklerini, kalan 9 öğrenci ise elektronların; ayrıca atom enerji aldığında da yörüngeler arasında hareket ettiklerini söylemişlerdir. Öğrencilerin hepsi çekirdeğin boyut olarak atom hacminin büyük bir kısmını oluşturduğunu düşünmektedirler. Araştırma sonucunda, eğitimcilerin ve İsveç'teki ders kitabı yazarlarının çoğunlukta kullandığı Bohr atom modelinin, öğrencilere orantısız büyüklükte ve hareketsiz bir çekirdek imajı verdiği, gezegen modelinin üzerinde durulduğu, maddenin katı hali için hareketsiz imajı verdiği ve hâl değişimlerinde moleküler bozulmalara taban oluşturan bir mantığa büründüğüne sebebiyet verdiği tespit edilmiştir.

Shepardson, Choia, Niyogib ve Charusombat (2011) çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin sera etkisi ile ilgili zihinsel modellerine ait çizim ve açıklamalarını araştırmışlardır. Çalışmanın örneklem grubunu Amerika'da yer alan üç farklı okuldaki 225 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak; öğrencilerin çizim ve açıklamalarından yararlanılmıştır. Bulgular doğrultusunda öğrencilerin çizim ve açıklamalarının analiz

içeriğinden beş farklı model ürettiği tespit edilmiştir. Model 1, bitkilerin gelişimi için sera etkisi; Model 2, sera etkisi ozon tabakasının incelmesine ve küresel ısınmaya sebep oluyor şeklinde tanımlanmıştır. Model 3, sera gazları ısıtma mekanizması değil sadece atmosferdeki gazların birikmesi şeklinde; Model 4, sera gazları güneş ışınlarının tuzağı, dünyayı ısıtan bir varlık; Model 5, güneş ışınlarının sıçraması veya geri yansıması ve ileride dünyanın yüzeyi ve sera gazları arasında, dünyanın ısınması şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca bilim kitapları; öğrencilerin zihinsel modelleri, öğretim programı ve öğretimin etkileri çerçevesinde tartışılmış ve araştırılmıştır.

Arslan ve Doğru (2014) çalışmalarında, Fen Bilimleri dersi "Madde ve Isı" ünitesinin Modellemeye Dayalı Öğretim Yöntemi (MDÖY) ile işlenmesinin; ortaokul 6. sınıf öğrencilerinde anlama, yaratıcılık, hatırda tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Örneklem grubunda 6. sınıfta öğrenim gören toplam 58 öğrenci vardır. Araştırmanın modelinde karma yaklaşımın nicel boyutunda ön-test/son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel boyutunda ise olgubilim deseni uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları; Anlama Düzeyi Testi (ADT), Torrance Şekilsel Yaratıcılık Testi A ve B, "Madde ve Isı" görüşme formu olarak belirlenmiştir. Araştırmanın bulgularına göre; anlama ve hatırda tutma düzeyi açısından gruplar arası bir farkın oluşmadığı; ancak yaratıcılık düzeyleri açısından bakıldığında deney grubu öğrencilerinin daha fazla orana sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre; MDÖY'nin öğrencilerin zihinsel modellerini pozitif yönde etkilediğini görmüştür. Üst bilişsel yetenekleri geliştirmek için sınıf ortamında yapılan modellerin ders kitabında yer alan modellerle karşılaştırılmasının uygun olabileceği önerilerde yer verilmiştir.

Yüzbaşıoğlu (2015) çalışmasında, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin, fen ve teknoloji dersi ses ünitesinde sesin oluşumu, iletimi, işitilmesi ve yansıması konularıyla ilgili zihinsel modellerini belirlemek ve belirlenen zihinsel modellerden hareketle öğrencilerin ses konusundaki genel zihinsel modellerini ortaya çıkarmayı amaç edinmiştir. Çalışmanın örneklem grubunu 416 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Özel durum yöntemi uygulanan çalışmada, veri toplama aracı olarak "Öğrenme Durumlarını Belirleme Testi (ÖDBT)" kullanılmıştır. Bulguların analizi sonucunda öğrencilerin ses konusunda sahip oldukları zihinsel modellerin ağırlıklı olarak bilimsel model olduğu tespit edilirken, öğrencilerin genel zihinsel modellerinin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonucuna bağlı kalarak, yetersiz öğrenci zihinsel modelleri için; öğretmenlere ve kitap yazarlarına uyumsuz, görsel ve sözel baskın modele sahip öğrencilerin eksik algılamalarını tamamlayıcı nitelikte içeriklere daha çok yer verilmesi önerilmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda model kullanılmasının eğitime önemli katkı sağladığını belirten Çiltaş (2012), birçok araştırmacının öğretim esnasında model

kullanılmasını tavsiye ettiğini vurgulamaktadır (Aytekin, 2011; Burkaz, 2012; Demirhan, 2015; Köklü, 2009; Öztürk-Doğanay, 2013; Ulusoy, 2011; Ünal-Çoban, 2009; Yalçın, 2011; Yurt, 2011; Yürümezoğlu ve Çökelez, 2010; Zeynegiller, 2006).

Yukarıda da belirtildiği gibi fen bilimleri dersi için farklı konularda çalışma hedefi olan modeller bu çalışmanın kapsamında olan zihinsel modelin yol göstericisi olmaktadır. Harrison ve Treagust (2000), Ünal ve Ergin (2006) ve Örnek'in (2008) yaptıkları model sınıflandırmaları kapsamında yer alan zihinsel modelin tanımı, birçok araştırmacı tarafından farklı yönleriyle ifade edilmeye çalışılmıştır. Johnson-Laird'a (1983) göre zihinsel modeller; anlamlaştırma ve belirli bir kavrama dönüştürme gibi dünyanın yapısal benzeşimleri (analojileri) şeklinde ifade edilirken; Vosniadou'a (1994) göre zihinsel modeller; bilişsel işlevler sırasında kişisel olarak üretilen analojik gösterimler ve zihinsel gösterimlerin özel bir türüdür şeklinde ifade edilmektedir. Franco ve Colinvaux'a (2000) göre zihinsel modeller; bireylerin evrende süregelen vakaları algılamak için hayallerinin içinde yer alan gerçek olayların içselleştirilmiş sunumları şeklinde ifade edilmektedir. Buckley ve Boulter (2000) ve Örnek'e (2008) göre zihinsel modeller; modellerin işlevleri ile paralel olarak, herhangi bir nesne için fikir yürütme, tanımlama, açıklama, tahminde bulunma ve bazen de kontrol etme işlemleri için kullanılan bilişsel gösterimler şeklinde olduğu vurgulanmaktadır. Son olarak da eğitim yönüyle ifade edilen tanımında Vosniadou ve Brewer'a (1992) göre zihinsel model; eğitim sürecindeki olaylar, durumlar ve sistemler hakkında nasıl ve niçin soruları için, bireylerin kavrama derecesini göstermek açısından kullanışlı bir bilgi olmaktadır.

Öğrencilerin düşüncelerini ifade etmelerinde rehberlik görevi yapan zihinsel modellerin (Norman, 1983) yorumlanabilmesinde onların seviyesine uygun ilişki bağı kurabilen bir modele (somut yapılı) ihtiyaç duyulduğu söylenmektedir (Podolefsky ve Finkelstein, 2006; Vosniadou ve Brewer, 1992). Öğrenciler kavramsal bir model ile karşılaştığında, konu ile ilgili bildiklerini ortaya çıkarırlar, yeni konuyla eskiye dair bilgilerini örtüştürürler ve kendilerine has zihinsel modellerini oluştururlar. Genel itibariyle; bir zihinsel model ile kavramsal model aralarında direkt olarak bir bağlantının oluşturulması ideal olandır (Gilbert, 1989; Greca ve Moreira, 2000; Harrison, 2001).

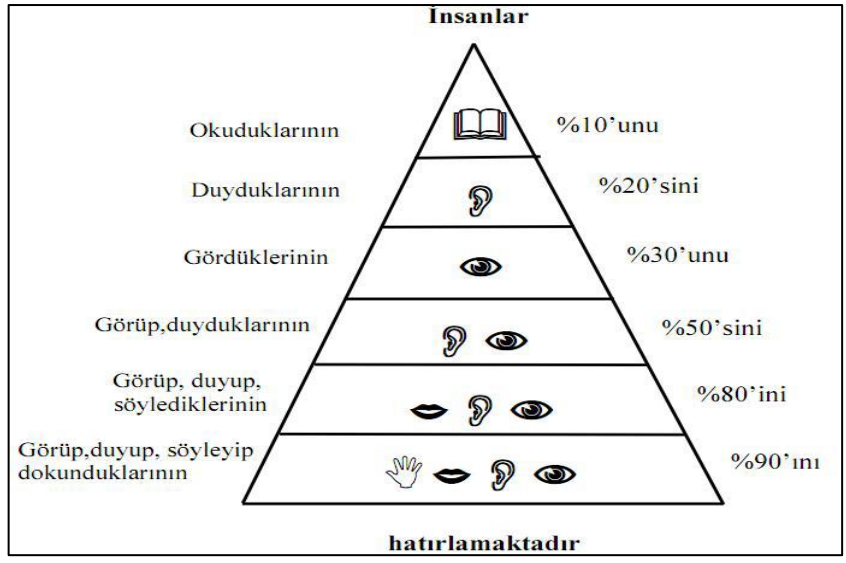
Mikro ve makro boyutundan dolayı, bazı soyut kavramların açıklanmasında bilimsel modeller çoğu zaman tek yönlü olabilmektedir (Chittleborough, Mamiala ve Treagust, 2002). Bilimsel model denildiğinde aklımıza ilk gelen örnek atom modellerinin geçmişten günümüze geliştirilebilen yapısı olmaktadır (Justi ve Gilbert, 2000). Bilimden modelin üstlendiği görevi ortaya çıkarmak çok da kolay değildir (Gilbert, 2004). Ancak atom modelinin evrimine bakıldığında, yapılacak olan çalışmalara yol gösteren iyi bir örnek olabileceği düşünülmektedir (Ünal ve Ergin, 2006).

Aslında ders kitaplarında bu gibi kavramların resimleri ve şekilleri olmasına rağmen bu resim ve şekillerin tek ya da iki boyutlu olması öğrencilerin kavramları algılamasını zorlaştırmaktadır (Zeynelgiller, 2006). İşte bu noktada modeller çıplak gözle görülemeyen cisimlerin ya da kavramların gerçeğe en yakın halini ortaya çıkarır, atom ve molekül gibi yapılar modellerle en uygun şekilde gösterilebilir (Kaptan, 1999).

Atom kavramının tarihçesine bakıldığında keşfinden bu yana modellerle açıklandığı görülmektedir. Ayrıca öğretmenler öğrencilerine atomun yapısını açıklarken onların anlamasını kolaylaştırmak için bu modellerden yararlanmaktadırlar (Jong, 2009; MEB, 2009; Podolefsky ve Finkelstein, 2006). Öğrenciler kendilerine özgü zihinsel modellerini internet, televizyon, dergi ve ders kitaplarında gerçeğine benzemeyen atom modelleri ve ders esnasındaki çağrışımlarla zihinlerinde birleştirerek oluşturmaktadırlar. Ancak her bir kaynak farklı bir atom modelini ortaya koyduğu için, öğrenciler hangi modelin gerçek olduğuna yönelik kararsızlık yaşayabilmektedirler. Durum böyle olunca öğrenciler her aşamada ve kaynakta farklı olan atomu bazen bu kaynaklardan birine benzeterek bazen hepsine benzeterek bazen de hiç birine benzetmeden zihinlerinde yapılar oluşturmaktadırlar. Eğer bu karışıklık giderilmezse öğrenciler atom modelini etraftan öğrendiği ve algıladığı kadarıyla zihninde şekillendirecektir (Yıldız, 2006).

İnsanların hatırlama oranının paylaşımı; okuma işleminde %10, işittiklerinde %20, gördüklerinde %30, hem görüp hem işittiklerinde %50, söylediklerinde %70 ve kendi yapılandırıp söylediklerinde %90 şeklinde paylaşım göstermektedir (Ergin, 1995'den ve Kılıç, 1997'den aktaran: Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı, 2008: 3).

"*Duyduğumu unuturum, gördüğümü hatırlarım, yaptığımı anlarım*" Konfiçyüs.



Şekil 1. Duyu organlarına göre bilginin kalıcılık oranları (Demirel, 2006'dan aktaran: Akpınar, 2006: 44).

Öğretme-öğrenme ortamında materyallerin kullanılması öğrencilerin tüm duyu organlarına hitap ederek kavram öğretimini kalıcı kılar ve somutlaştırmada yardımcı olur. Soyut kavramları somutlaştırmada, tüm duyu organlarına hitap eden en uygun materyalin üç boyutlu modeller olacağı vurgulanmaktadır (Zeynegiller, 2006). Özellikle de ortaokul öğrencilerinin el yapımı materyalleri birebir kendilerinin oluşturmalarının onların duyumsal deneyimlerini çoğalttığı, kendilerine olan güvenini artırıp rahatlattığı ve onları belirli bir doyum seviyesine ulaştırdığı (Boo ve Watson, 2001) gerçeği bu oranları desteklemektedir (Demirhan, 2015). Ayrıca bu oranlara bakıldığında öğrencilerin bizzat kendilerine has zihinsel modellerini oluşturmasında üç boyutlu modellerin fırsat sunacağı düşünülmektedir.

Kaiser'e (2010) göre model oluşturmanın eğitim-öğretimdeki varlığı, gerek güncel hayatta gerekse teknoloji ve fen bilimlerinde son on yılda gelişen dünyanın merkezi haline gelmiştir. Öyle ki; fen bilimlerinde yer alan bazı kavramların yapısından dolayı soyut işlemler döneminin başında sayılan öğrenci gruplarının konuyu yeterince kavrayıp kavramadıklarına dair geri dönüt alabilmek için model oluşturmak zihinsel modellerinin ortaya çıkmasına yardımcı olurken öğrencilerde oluşan zihinsel modellerin ise konuyu ne derecede öğrendiklerini bilmede öğretmenlerin işine yarayacaktır. Ayrıca öğretimin her evresinde öğrencilerin karşısına çıkma olasılığı yüksek olan atom ve molekül kavramının, bir üst öğretim seviyesine doğru bir şekilde taşınabilmesi, eğitimin kalitesini artıracağından dolayı bu çalışmanın gerekçesini oluşturmaktadır.

Bu çalışma; öğrencilerin atom ve molekül kavramı ile ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmak için zihinlerinde kurguladıkları modellerini yaparak-yaşayarak deneyim kazanmalarına fırsat sunacaktır. Bu bağlamda çalışmanın ana problemi aşağıda verilen şekilde tanımlanmıştır:

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin zihinlerinde atom ve molekül kavramına dair nasıl bir model oluşmuştur?

Ortaya sunulan bu problem kapsamında yer alan ana problemler aşağıda verilen şekilde çalışmada yerini almaktadır:

1. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturma sürecine başlamadan önce zihinlerinde nasıl bir model kurguluyor?
2. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor?
3. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasında neler yapıyor?
4. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uyguladıktan sonra ortaya nasıl bir model çıkıyor?

5. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasından önceki süreçte, zihinlerinde kurguladıkları model ile uygulama aşamasında oluşturdukları model arasındaki farkı nasıl açıklıyor?

1. 1. Araştırmanın Amacı

Fen bilimleri dersinin amacı doğrultusunda; öğrencilere kavramları ezberletmek yerine öğrenmeyi öğreterek düşüncelerini gelişime açık tutmak, araştırmayı seven aynı zamanda sorgulayıcı tavra bürünen bireyler yetiştirmek önemlidir. Özellikle de ilköğretim ve ortaöğretim kısımlarında özgün, yeterli ve başarılı bir şekilde öğretimin gerçekleşmesinin, öğrenciler için dolayısıyla ülkemiz insanı için geleceğe yönelik ciddi başarılar elde etmede katkısının büyük olacağı (Ulusoy, 2011) düşünülmektedir.

Kavramsal modelin araç niteliği taşıdığı bu çalışmada; eğitim sistemimizin temel kısmında yer alan ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramına ait zihinsel modellerini ortaya çıkarabilmek amaçlanmaktadır. Ayrıca öğrencilerin zihinsel model oluşturma sürecindeki aşamaları, araştırılacak konunun alan bilgisinin öğrenciler tarafından ne kadarının algılandığını belirlemede yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu bağlamda; ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarıyla ilgili model oluşturma süreci öncesinde kurguladıkları zihinsel modellerini, uygulama sürecindeki tavır ve tutumlarını, uygulama sonrasında ise ortaya çıkardıkları modelleri değerlendirmek amaçlanmıştır. Ayrıca, uygulama öncesi kurgulanan modellerle uygulamada tasarlanan modellerin farkının ortaya çıkarılması da bu amaçların içinde yer almaktadır.

1. 2. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Fen öğretimi; tecrübelerden beslenen netleştirilmiş kavramların zihinlerde geliştirilmesini, düşünme stilinin öğretilmesini ve sebep-sonuç ilişkisinin derinlemesine analiz edilip öğretilmesinde nasıl bir yol izleneceğini amaç edinmektedir (Gözmen, 2008). Zihinsel beceriler öğrencilerin bildikleri kavramlarla doğrudan ilişkilidir, dolayısıyla bu kavramların nasıl ve ne zaman geliştiği (Turgut, Cantürk-Günhan ve Yılmaz, 2009) merak konusu olmaktadır. Fen bilimleri kapsamında kullanılan öğrenme kuramları, dışarıdan alınan bilgilerin zihinde ne şekilde yapılandırıldığını dair fikirleri ortaya çıkarmayı amaçlaması (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002) bu çalışmanın alt yapısını oluşturacaktır.

Öğrenciler dokunamadığı, işitemediği ve göremediği kavramları mevcut bilgileri ile ilişki kuramamakta ve zihinlerinde anlamlandırmakta güçlük çekmektedir. Aslında böyle soyut kavramları somutlaştırmanın, elle tutulup gözle görülür bir hale getirmenin yolu;

grafiklerle, sembollerle, resimlerle ve üç boyutlu modeller yardımıyla anlatmaktan geçmektedir. Ayrıca öğrenci somutlaştırılmış kavramı gözlemleyip ve inceleme fırsatı da bulmaktadır (Balkan, 2007; Güneş ve Çelikler, 2010; Gözmen, 2008; Koçak, 2006; Minaslı, 2009; Sarıkaya ve diğ., 2004; Zeynelgiller, 2006). Ancak tüm bunların yanında, eğitim-öğretimde somut modeller gibi yardımcı materyallerin kullanılması zihinde canlandırabilme yeteneğini geliştirmede tek başına yeterli olamayabilir. Çünkü öğrenciler, öğretim ortamına hazır gelen somut materyallerle çalıştıklarında sadece bu araç-gereçleri kullanmayı öğrenmekle kalacak, konu ya da kavramın ayrıntılarını öğrenmede az bir bilgi birikimine sahip olacaktır (Clements, 2000).Literatürde yer alan bazı çalışmalarda üç boyutlu modeller ile gerçekleştirilen etkinliklerin öğrenci merkezli olmadığını ve öğretmenlerin dersleri hazır materyaller ile işlediğini vurgulamaktadır (Kaptan, 1999; Özkan, 2008; Yalçın, Yiğit, Sülün, Bal, Baştuğ ve Aktaş, 2003; Zeynelgiller, 2006). Yapılan bu etkinliklerin temel aldığı sistem ise günümüzde geçerli olan yapılandırmacı yaklaşıma ters düşmektedir (Burkaz, 2012).

Piaget için eğitim; en temel amacıyla birilerinin ürettiklerini irdelemeden kabul eden birey yetiştirmek değil, aksine yeni fikirler üretebilme yeteneğine sahip olan bireyler kazanmaktır (Cronin, 1989'dan aktaran: Emli, 2014: 41). İlkokul ve ortaokul öğrencileri ile yapılan bazı çalışmalar; öğrencilerin fen bilimleri dersinde modelleri kullanmaları ve bu modelleri kullanırken gerek fikir alışverişi gerekse model hakkında yapılan tartışmaların, öğrenmenin gerçekleşmesini sağladığını ve öğrenci başarısı üzerine etkisinin yoğun olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Acher, Arcà ve Sanmartí, 2007; Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991; Gümüş ve diğ., 2008; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2006; Taylor, Barker, ve Jones, 2003). Ayrıca bu öğrenim seviyesindeki öğrenciler ders esnasında model etkinliği yaptığında, kendilerinin bizzat bu süreç içinde bulunmalarından dolayı soyut kavramları somutla ilişkilendirilmeleri yönünden ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak açısından bakıldığında literatürde yapılan çalışmaların bu sonucu desteklediği görülmektedir (Acher ve diğ., 2007; Gobert, 2000; M´arquez, Izquierdo ve Espinet, 2006; Rotbain ve diğ., 2006).

Fen bilimleri dersinde çoğu konunun algılanmasında atom konusunun doğru şekilde öğretilmesi içeriğinde bulunan her bir ders için son derece önemlidir. Bu bağlamda; böyle önemli bir konuda öğrencilerin, atom ve yapısını nasıl anladıkları ve kavramlar arasındaki bağlantıları nasıl kurguladıklarını bilmek, aynı zamanda bu konuda güçlük çekiliyorsa bundan haberdar olmak, fen öğretimini başarılı kılacaktır (Akyol, 2009). İlkokul düzeyinden üniversite düzeyine kadar, fen bilimleri dersinin alt alanı olan fizik, kimya ve de biyoloji kısımlarından her herhangi biri olması fark etmeksizin, model oluşturma yönteminin geleneksel yönteme göre daha etkili olduğunu gösteren durumlar birçok çalışmada yer

verilmiş ve literatüre sunulmuştur (Bilal, 2010; Gökçe-Şahin, 2008; Gümüş ve diğ., 2008; Malone, 2006; Sarıkaya, Selvi ve Bora, 2004; Zeynelgiller, 2006).

Fen bilimlerinin alt alanı olan kimyanın birçok kavramının soyut yapısından dolayı modeller kullanmadan anlatılması ve anlaşılır hale dönüştürülmesi kolay olmadığından dolayı, öğrenciler böyle soyut kavramları hayal ederek ve kurgulayarak oluşturdukları zihinsel modellerini kullanarak anlamaya çalışmaktadır. Örnek olarak; onların atom ve atomla ilgili yapıları anlamaları için zihinlerinde fonksiyonel ve güçlü bir atom modeli ortaya çıkarmaları gerekmektedir. Atomun fiziksel özelliklerini, yapısında bulunan elektronların hareketini, atomdaki bağ etkileşimlerini anlaşılabilir bir model üzerinde hayal edip kurgulayabilmelidirler (Harrison ve Treagust, 2000). Ancak göz ardı edilmemelidir ki; kimya alanının en zor olan kısmı mikroskobik boyutudur çünkü gözle gözlemlenememektedir. Mikroskobik boyuta yönelik modellerin tespit edilmesi, fen kavramlarının içeriksel bir şekilde kurgulanması bakımından ciddi boyutta önemli (Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu, 2013) olduğu vurgulanmaktadır.

Birçok öğrenci kimya alanında öğrenilecek süreçlerin mikroskobik düzeyde olmasından dolayı zihinsel model oluşturmakta zorlanmaktadır (Coll ve Treagust, 2003; Gabel ve Brunce, 1994; Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell, 2003). Atom ve içyapısının gözle gözlenememesi (Griffiths ve Preston, 1992; Nicoll, 2001; Tan ve Treagust, 1999) bu sonuca örnek verilebilir. Öğrencilerin kimyadaki kavramları daha iyi anlayabilmek için hayallerinde canlandırabilmesi (Noh ve Scharmann, 1997; Mcintosh, 1986) özellikle de atom ve molekül gibi soyut kavramları canlandırmaları bu kavramların öğrenilmesinde önemli bir nokta (Bozoğlu, 2007) olacağı düşünülmektedir. Harrison ve Treagust (1998: 420) fen eğitim programlarında modellemenin gelişen bir düşünme süreci olarak yer alması gerektiğini vurgulamaktadır.

Fen bilimleri öğretiminin temelinde öğrencilere bilimsel düşünme biçimi ve çalışma yetenekleri kazandırma amacı olduğuna göre, öğrencilere sınıf ortamında modellerin yapısının ve modelleme sürecinin doğasını anlamalarını gerçekleştirmek için, ister bireysel isterse grup çalışmaları halinde araştırma yapmalarına olanak sunulmalıdır (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Önemi vurgulanan modeller; öğrencilerin kendileriyle grup arkadaşlarının fikirleri hakkında düşünmelerine, model yardımıyla araştırma yapmalarına, kendilerini ifade etmede zorlandığında, modeller ile güven kazanarak zor olan soyut kavramları açıklamada akıl yürütmelerine fırsat sunacağına inanılmaktadır (Van de Walle, 2012).

Literatür incelediğinde bireylere ait zihinsel modellerin genellikle onların yazılı sunumları ve sözel ifadelerinin analiz edilmesiyle ile araştırıldığı (Boulter ve Buckley, 2000) ortaya çıkmaktadır. Veri toplama araçlarının ise genel olarak öğrenci defterleri gibi

gereçler (Scott, 1992), öğrenme sonucunda oluşturulan diyagramlar (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996, 2000b; Lichtfeldt, 1996; Scott, 1992; Taber, 2003; Williamson ve Abraham, 1995), kısa yanıtlar veya kompozisyonlar (Williamson ve Abraham, 1995) ve mülakatlardaki sözlü açıklamalar (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996, 2000b; Scott, 1992) şeklinde olduğu çalışmalarda yer almaktadır. Ayrıca öğrencilerin atom ya da su molekülüne ait çizimlerinde (Coll ve Treagust, 2001, 2002; Harrison ve Treagust, 2000b; Lichtfeldt, 1996) bu kavramları nasıl düşündüklerini anlamamıza sağlayan (aktaran: Ulutaş, 2009: 21) zihinsel modellerinin çizim ile belirlendiği görülmektedir.

Literatürde yer alan ulusal çalışmalarda atom ve/veya moleküle ait zihinsel modeller; kimya ve matematik öğretmeni adayları için çizim (Nakipoğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002), ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrenciler için çizim (Yıldız, 2006), fen alanlarında öğrenim gören adayları için çizim ve betimleme (Akyol, 2009) ve açık uçlu çizim soruları (Akıllı, 2011), ilköğretim düzeyindeki öğrencileri için çizim (Yalçın, 2011), ilköğretim 7. sınıf öğrencileri için açık uçlu test (Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012) şeklinde uygulanan veri toplama araçları ile belirlenmiştir. Ancak literatürde yer alan çalışmalarda öğrencilerin atoma ait zihinsel modellerini belirlemede çizim, yazılı ve sözlü açıklama haricinde kendilerinin yaparak-yaşayarak deneyim kazandığı çalışmaların sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yer alan eksikliği bir nebze gidermek adına yapılan bu çalışmada öğrencilerin kendilerinin oluşturacağı üç boyutlu model yardımı ile atom ve moleküle dair zihinsel modellerinin belirlenmesi yer almıştır. Ayrıca model oluşumunda yaparak-yaşayarak bir süreç işlendiğinden dolayı öğretim programına paralel kalmak için yapılandırmacı yaklaşımında çalışmada benimsendiği belirtilmelidir.

1. 3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda verilen şekilde sıralanmıştır:

1. Bu araştırma 2015-2016 eğitim–öğretim yılı Giresun ilinin Görele ilçesinde bulunan Hasan Ali Yücel Ortaokulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın konusu atom ve molekül ile sınırlıdır.
3. Araştırmanın süreci öğrencilerin zihinlerindeki modeli tasarlamaları ile sınırlıdır.
4. Modelleme etkinliklerinde model oluşturma süreci öğrencilerin kendilerinin oluşturacağı üç boyutlu modeller ile sınırlandırılmıştır.

1. 4. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını; bununla birlikte model kavramı ile ilgili de ön bilgilerinin oldukları varsayılmaktadır.
2. Klinik mülakat ve video kaydı yapılan öğrencilerin uygulama boyunca verdikleri yanıtlarda içten davrandıkları varsayılmaktadır.
3. Gruptaki öğrencilerin düşünme biçimlerini aktarırken birbiri ile etkileşimi olmadığı varsayılmaktadır.
4. Araştırmacının gözlem esnasında inanılırlığı artırmak için gözlem esnasında tarafsız ve yansız bir bakış açısıyla süreci tamamladığı varsayılmaktadır.

1. 5. Tanımlar

Model: Araştırmanın amacı doğrultusunda tanımlanan model; gerçek bir eşyanın üç boyutlu maketleri olup, genel anlamıyla temsil ettiği eşyanın aslından daha büyük ya da küçük olan veya tam aksine aynı boyutunda ve yapısında olan (Yalın, 1997) araçlardır.

Modelleme: Bilimsel düşünme ve çalışma, belirli bir süreç sonunda ortaya ürün (model) koyma veya hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağının belirlendiği birçok aşamadan oluşan aktiviteleri karşılayan karmaşık bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Gümüş ve diğ., 2008).

Zihinsel Model: Kişilerin herhangi bir olayı tanımlamak, yorumlamak ya da açıklık getirmek için zihinlerinde geliştirdikleri şemalarını yalın bir şekilde aktarmaya yarayan spesifik bir model türüdür.

Üç Boyutlu Model: Boyutlarından dolayı ölçeklendirilmeye ihtiyaç duyulan olguların ayrıntılı ön plana çıkaran gösterimidir.

1. Yapılandırılmamış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin sadece problemin bilindiği; modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin bilinmediği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olmayan modellerdir. Burada modellerin hangi malzeme ile nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.
2. Yarı-yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin problemin bilindiği ve modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin verildiği fakat verilen malzemeler ile düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olmayan modellerdir. Burada modellerin nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.
3. Yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modele ilişkin problemin bilindiği, modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin

temin edildiği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olan modellerdir. Burada çalışan grup sadece belirli işlem adımlarını sırası ile takip ederek modeli oluşturmaktadır.

Atom: Maddeyi temsil eden ve gözle görülemeyecek en küçük yapısıdır.

Molekül: Birden fazla atom bir araya gelerek molekülleri oluştururlar (Ulusoy, 2011).

2. LİTERATÜR TARAMASI

Araştırmanın kuramsal çerçevesi, model ve modelleme, model, bilimsel modelin ortak özellikleri, modellerin sınıflandırılması, zihinsel modeller, üç boyutlu model, Üç boyutlu modellerin sınıflandırılması, fen eğitiminde atom modelinin yeri ve önemi, modelleme, literatürde yapılan modelleme çalışmaları, modelleme döngüleri, fen eğitimi ve modelleme, literatürde yer alan çalışmalar bu aşama kapsamında yer almaktadır.

2. 1. Araştırmanın Kuramsal Çerçevesi

Öğrenciler fen kavramları ile ilgili bilimsel bilgileri ezberlemek yerine, hayatlarının akışı içerisinde karşılaşacakları problemlere çözüm üretebilmeleri ve doğru bilgiye ulaşabilmeleri için gerekli bilimsel tutum ve yeteneklere sahip olmaları arzulanmaktadır. İçinde bulunduğu modern çağa ayak uyduran, gerektiğinde bilgiyi araştıran, doğru bilgiyi ulaşmak için soruşturma yapan, ayrıntıları irdeleyen, güncel hayat ile fen konuları arasında ilişkisel bağı örüntüleyen, evrene bir bilim insanının görüşüne sahip bakış açısıyla bakmayı becerebilen insanlar yetiştirmek, modern fen öğretiminin temele aldığı amaçların başı olmaktadır. Bu anlamda feni öğrenmek; araştırma, yol ve yöntemleri öğrenmenin bizzat kendisidir denilebilmektedir (Tan ve Temiz, 2003: 90). Özellikle de ilköğretim kısmındaki öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin o yaş dönemlerinde geliştiği vurgulanmaktadır. Bu sebepten dolayı bu yaş döneminde bulunan öğrencilere bilginin sunuluş tarzı, yapılan etkinlikler ve kullanılan öğretim yöntemleri fazlasıyla önem taşıdığı söylenebilir. Fen bilimleri eğitiminin alt amaçlarından birisinin; her kişinin fen-bilim okuryazarı olup, güncel hayatın her aşamasında kullanabileceği yeteneklere sahip olmasını sağlama olduğu düşünüldüğünde, bu yeteneklerin öğrencilere aşılanması da vazgeçilmez bir durum haline gelmektedir. Öğrencilerin fen bilimleri derslerinde kavramları ve bilimsel içeriği öğrenmelerinden çok, bu dersin kapsamında bulunan olguları günlük yaşamlarında nasıl uygulayacakları önem kazanmıştır. Bu bağlamda uygulamaya henüz konulan fen bilimleri öğretim programında, öğrencilerin aktif katılımına, model kullanımına ve yaparak yaşayarak öğrenmelerine yönelik uygulamalara sık sık yer verilmektedir (Türker, 2011).

Geçen on yılda fen bilimlerinde model ve modellemenin öneminin fen eğitimi ile ilgili reform hareketleri içerisinde de artış gösterdiği (Gobert, 2000) gerçeği, tüm dünyada son yıllarda modellemenin ders kapsamında konu olarak yer aldığını yansıtmaktadır. Modellerin; bilim eğitiminin yapılandırılmasında ve de teknoloji eğitiminde rolünün etkin

olması, aynı zamanda bu iki niteliği aynı anda taşıma yeteneğine sahip olması (Brown, 1993; Günbatar, 2003) eğitim-öğretimi güçlendirmektedir. Fen bilimleri eğitiminde tercih edilen modellerin hedefi ise; doğal bir olayı, üstünde işlenebilir hale dönüştürmek olarak tanımlanabilir (İyibil ve Sağlam Arslan, 2010).

2. 1. 1. Model ve Modelleme

Fen eğitiminde model, belirli bir modelleme yeterliliği ile birlikte belirli bir süreç sonunda oluşturulan yapı, modelleme ise, öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerini kullanarak, tanıdık ve yapısal olarak özelliklerini hedef modele göre daha rahat kavrayıp anlayabildikleri benzer modellerin veya yapıların yardımıyla hedef modeli yapılandırmaları anlamına gelmektedir (Ünal-Çoban, 2009). Model ve modellemenin soyut kavramları zihinde somutlaştırarak anlamlı ve çabuk öğrenmeyi sağlayan etkin bir yöntem olduğu (Sarıkaya, Selvi, Doğan ve Bora, 2004) gerçeği her geçen gün artarak, soyut fen kavramlarının öğretimi esnasında model ve modellemenin kullanılmasının öğretim programında yerini almaktadır (Akyol, 2009).

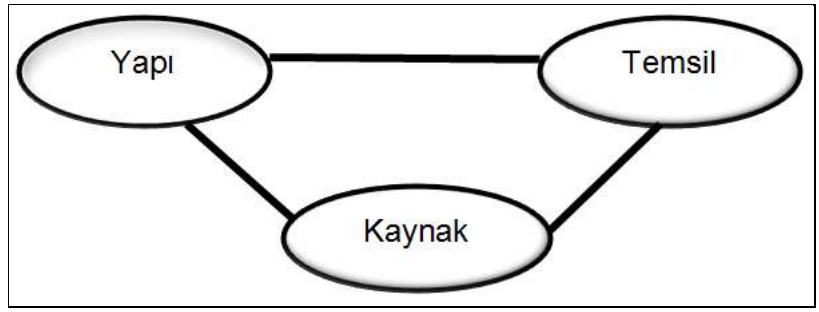
2. 1. 1. 1. Model Nedir?

ABD'de Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği (National Science Teachers Association-NSTA) ve NRC (1996) ilk ulusal fen eğitimi standartlarını (okul öncesinden ortaöğretim son sınıfa kadar) yayınladığı raporda "*Bilimsel araştırmaya*" yer vermektedir. NRC (1996) yayınlamış olduğu raporda ise modellerin, öğrencilerin öğrenmeyi gerçekleştirmesi için önemli bir rolü üstlendiğini belirtmektedir. Ayrıca modellerin; fen bilimleri dersinde bilimsel kavramları algılama ve araştırma becerilerini geliştirmek, bilimsel soruları derinlemesine irdeleyen-sorgulayan ve analiz eden uygulamalar yapmak, ispat ve değişik yöntemler kullanarak açıklamalar getirmek, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik aktiviteleri içeriğinde barındırdığını önemle vurgulamaktadır. NRC (2012) yayınlamış olduğu raporda da aynı şekilde, K-12 fen eğitimi öğretim programında model oluşturma ve modeli kullanmanın önemli olduğunu açıklamaktadır.

En genel anlamıyla tanımlanabilen modelin "*Bir sistemin işleyişine ilişkin açıklanmak istenen olgunun basit araç-gereçler yardımıyla oluşturulmuş üç boyutlu fiziksel gösterimidir.*" (aktaran: Demirhan, 2015: 32) şeklinde ifade edilmesi yürütülen çalışmanın kapsamında gerçekleşecek aşamaları içerdiğinden dolayı araştırmacının dikkat çekmiştir. Literatürde çoğu araştırmalarda modele yönelik tanımlara bakıldığında çalışmaların amacına uygun bir ifade ile tanımlanmaya çalışıldığı aşağıda verilen şekilde gösterilmektedir:

Ingham ve Gilbert'e (1991: 995) göre model, bir sistemin ön plana çıkan özelliklerine odaklanan, o sisteme ait ince ayrıntıya inmeden karşı tarafa sunuş biçimidir. Ayrıntılarda saklanan gizli özellikler örnekler yardımıyla öne çıkarılabilir ve sunuş görsel anlamda daha da kuvvetlendirilebilir. Örnek olarak ısıtılan bir fırının içerisindeki havanın konumunu gösteren bir modelde, hava moleküllerinin eylemine ait açıklanış şekli modeli zenginleştireceğini düşünülmüştür (Ünal, 2005). Yalın (1997) modelleri, bir eşya ya da objenin üç boyutlu maketleridir şeklinde tanımlarken genel itibariyle o obje ya da eşyanın boyutundan daha büyük ya da küçük olabileceğini vurgularken, aynı boyutta olabileceğini eklemektedir. Johnson ve Laird (1983) modelleri, kişilerin zihinlerini zihinsel oluşumları yardımıyla sorguladıkları ve bu sorgulama sürecinde yapılandırılan belirli bir yapı olarak ifade etmektedirler. Sağlam-Arslan'a (2008) göre model, modelleme süreci sonunda oluşan bir üründür. Bu sonuca göre modelleme ise; o sisteme ait özellikleri anlatmaya yarayan sürecin kendisidir. Bu yapılandırma sürecinin oluşumu olan modeller, bir sistemin işlenişine ait özelliklerin önemini ön plana çıkaran, sistemin kendine has spesifik sunumu şeklinde açıklanabilir. Harrison'a (2001) göre modeller, gerçeğin kendisi değildir ve araştırmacı modellerin yeni bilgilerle değişebileceğini söylemektedir. Modeller, boyutundan dolayı gözle görülemeyecek olan şeyleri bir mikroskop ya da teleskop gibi anlaşılabilir tarza büründüren, bilinenden yola çıkarak bilinmeyene ulaştırabilen, nesnenin nasıl yapılandırıldığını veya sürecin nasıl işlediğini anlatmaya yarayan yardımcı araçtır.

Model, bir sistemdeki yapının temsilidir şeklinde tanımlanabilmektedir (Hestenes, 2010). Bu tanımda bahsi geçen sistem, birbiri ile bağlantılı düş ya da gerçek, tek düze ya da karışık, fiziksel ya da zihinsel olgular topluluğu; yapı ise bu olgular arasındaki ilişkileri gösteren ağ şeklinde oluşurken, sistem ile birbirine bağımlı bir şemayı oluşturmuşlardır (Çelik, 2015). Modele ait sembolik gösterim Şekil 2'deki gibi karşımıza çıkmaktadır:



Şekil 2. Modelin sembolik gösterimi (Hestenes, 2010).

Fen eğitimcilerin model denildiğinde ilk akıllarına gelen unsur şüphesiz ki bilimsel modellerdir. Bilim adamları tarafından üretilen bilimsel ürünler (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001) diye adlandırılan bilimsel modellere verilebilecek en uygun ve bilindik

örnek atom modelleridir. Çünkü; atom modellerinin tarihsel gelişimine bakıldığında başka modellerle birleştirilerek genişletilmesi ve peş peşe yayınlanan araştırmalara yol göstermesi, soyut olan nesneleri somuta dönüştürmesi, çizgisinin kesin hatlarla belli olması, geliştirilebilir yönünün olması ve de askıda kalan düşünceleri gün ışığına çıkarması yönüyle modellerin doğasına uyan iyi bir örnektir (Ulutaş, 2010). Bu bağlamda bilimsel bir model;

1. Zihinde yer alabilir ve geliştirilebilir,
2. Hedefindeki spesifik konunun şartlarını taşır,
3. Ortaya konulan bir probleme dair açıklık getirir ve bilgi sunar.

Bilimsel modelin nitelikleri incelediğinde; kullanımı artırıldıkça daha çok anlaşılır özelliği kazanması, yapısının genişletilmeye müsait olması, bunun sonucunda gelişime ayak uydurabilmesi ve başka modellerle kombin edilerek derin bir görünüme sahip olması bilimsel modelin önemini ortaya çıkarmaktadır (Akyol, 2009).

2. 1. 1. 2. Bilimsel Modellerin Ortak Özelikleri

Modelin belirli bir tanımı yapıldığında onun sınırlandırılacağı düşünüldüğünden dolayı, araştırmacılar bilimsel modellere ait genel bir tanım yapılması yerine ortak özelliklerinin ayrıntısının verilmesinin daha açıklayıcı bir yol olacağını savunmaktadırlar (Ulutaş, 2010). Bir model, yorumladığı yapının belirlenen kısımlarını titizlikle odaklanan ayrıntısız bir sistem olup; cisim, olgu, kavram ya da düşünlerin hepsinin bir araya getirilmiş yapıları veya soyut olan kavramları zorlanmadan somutun anlaşılır haline büründüren şekliyle zihinsel kurgulamada da işe yarayan unsurdur (Gobert ve Buckley, 2000). Birçok araştırmacı bilimsel modelde olması gereken özellikleri aşağıda verilen şekilde açıklamaya çalışmıştır (Van Driel Verloop, 1999).

1. Bir modelin, her daim temsil ettiği hedef veya hedeflerle arasında ilişkisel bağ vardır. Hedef ise; bir yapı, bir cisim, bir kavram ya da bir belirli bir aşamayı ifade etmeyi üstlenebilir.
2. Bir model, direkt olarak gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir inceleme aracıdır. Bu bağlamda; ölçeklendirme modellerinin gerçeğinin sadece boyut farkı ile kopyası olduğu söylenebilir. (oyuncak araba veya ev maketleri gibi vs.)
3. Bir model vurgulamaya çalıştığı hedef kavram ile direkt olarak ilişkilendirilmez. Bu sebepten dolayı bir fotoğraf veya spektruma model denilmemektedir.
4. Bir model, hedef olguya uygun benzetmeleri ölçüt alır. Bu bağlamda modeller, araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalıştıkları süre boyunca

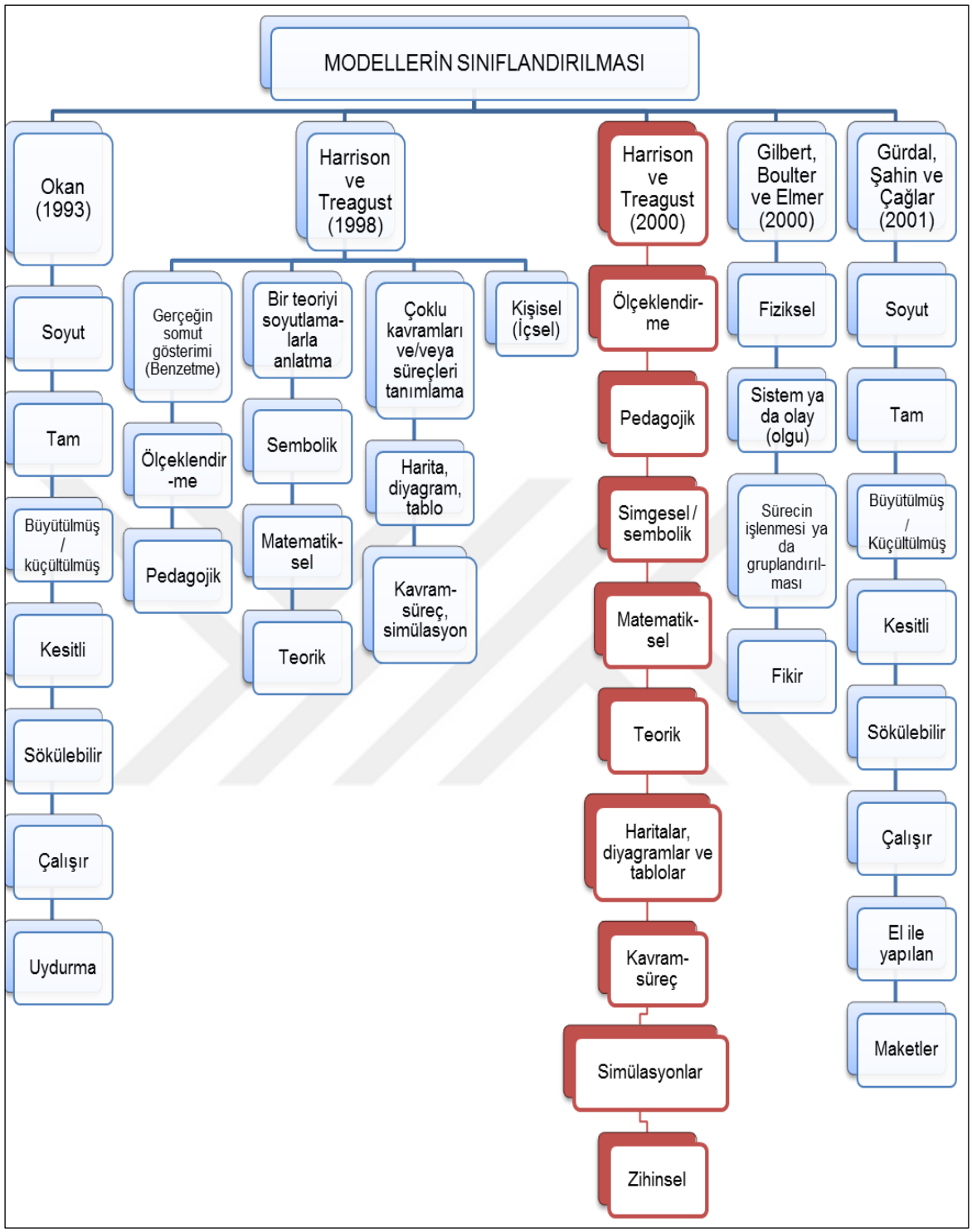
yenilenebilir hipotezleri ortaya çıkarabilmelerine olanak sağlar. Hipotezlerin denenebilmesi ise, hedef ile ilgili yeni bilgileri gün yüzüne çıkarır.

5. Bir model, hedeften faklı olduğuna dair belirtilen özelliklere her daim sahiptir. Genellikle ayrıntılara yer vermeden oluşturulur ki; yapılacak olan araştırmanın özel amaçlarına bağlı kalarak hedefin kimi ayrıntıları istendik şekilde modelin dışında tutulabilir.
6. Bir model ortaya konarken, hedef ile model arasındaki benzer ayrıntılar ve/veya farklılıklar, araştırmacılara modelin hedefinde olan yapı ile ilgili fikirler yürütebilme şansı sunabilmelidir. Ortaya konulan modelin bu durumu problem durumu ile şekillenebilir.
7. Bir model; bağlantılı olarak birbirinin etkisi altında kalan süreçler sonucunda geliştirilip, hedefle ilgili yeni çalışmalar yapıldıkça yenilenebilir, yani ekleme veya çıkarma yapılabilir.

Bilimsel modeller yalnızca öğretime vesile olan bir araç olarak düşünülmemelidir. Çoğu zaman atom modeli örneğinde vurgulandığı gibi; soyut olan bir kavramı somutlaştırmada köprü kuracağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda bilimsel kavramlar öğretilirken modeller aracılığıyla öğrenciler soyut olan kavrama dair kendilerinin kurguladıkları zihinsel modellerini ortaya koyarlar. Bu noktadan yola çıkıldığında modellerin; öğrencilere gözlemlenen bir olgu ile bunun bilimsel açıklaması arasında ilişki kurmada yardımcı olabileceği söylenebilmektedir. Bu sebeple; modelleme ile bilimsel kavramların görsel sunumu birlikte düşünüldüğünde öğrencilerin tanıdık/tanıdık olmayan, benzer/farklı kavramlar arasında ilişkilendirmesi bakımından aracı olacağı (Collins ve Gentler, 1987; Oğuz, 2007) ayrıca öğrencilerin zorlandıkları konu ya da kavramları algılamada daha rahat bir süreç geçireceği söylenebilmektedir.

2. 1. 1. 2. 1. Modellerin Sınıflandırılması

Literatürde yapılan model tanımlarına bakıldığında farklı bakış açılarında irdelenmesi sebebiyle modellerin türlerine ayrılmasına taban oluşturmuştur. Bu bağlamda; her bir model kendi yapısı gereği bir kavramın farklı bir kısmını ön plan çıkardığından dolayı bilim insanlarının sınıflandırmada farklı başlık altında toplamasına vesile olmaktadır. Örnek (2008) modelleri, öz görünümüne sahip olmasına rağmen birbirini anımsatan durumların bütünü de olabileceğini hatırlatmaktadır. Yani bilim insanları, modellere ait bu karmaşaya bir nebze çözüm bulmak adına model sınıflandırmalarını aşağıda verilen şekilde gruplandırmıştır:

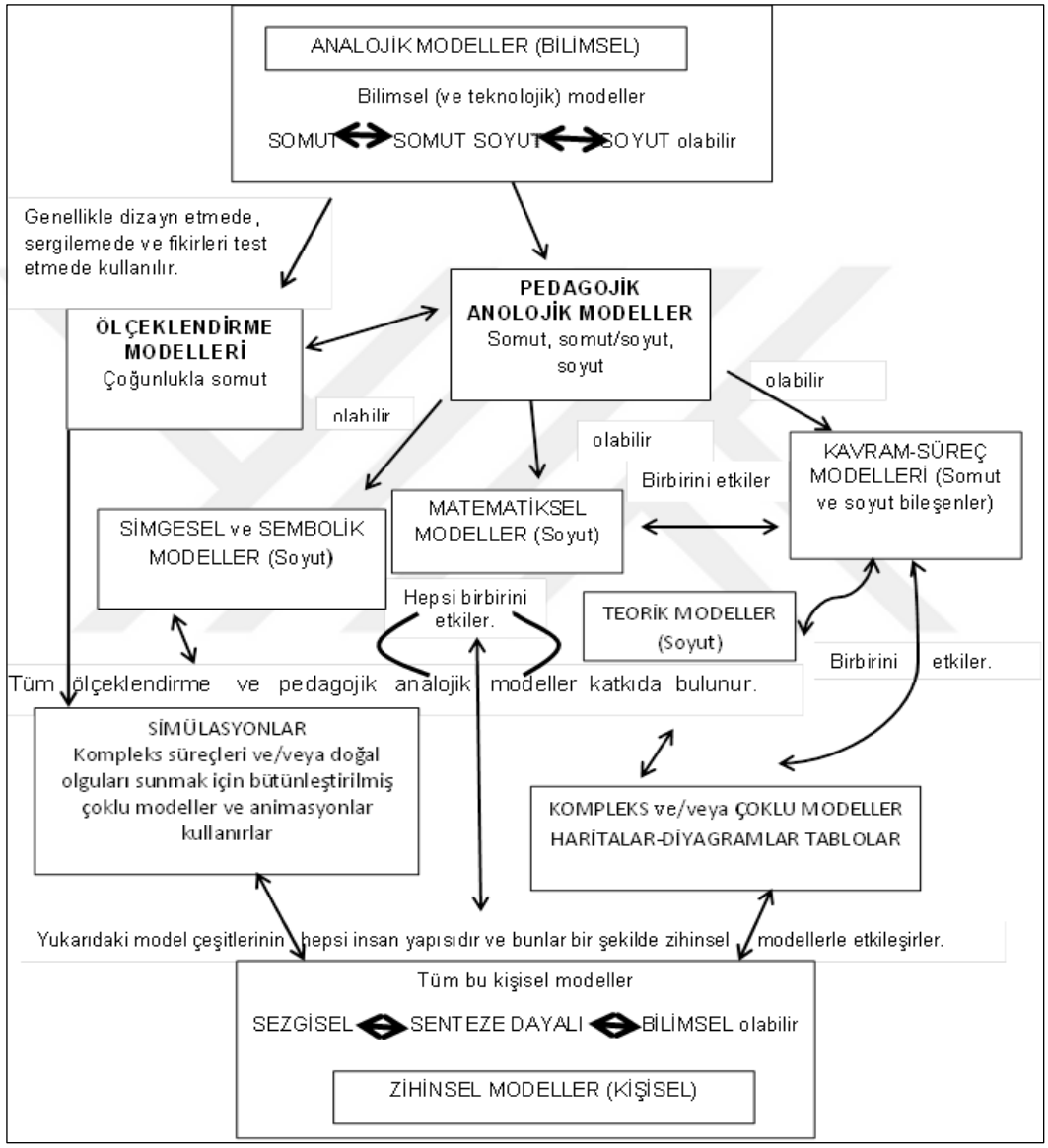


Şekil 3. Modellerin sınıflandırılması

Modellerin sınıflandırılmasının, bilimsel modeller arasındaki farkları belirleme açısından fayda sağlayacağı vurgulanmaktadır. Geçmişten günümüze kadar modellerin sınıflandırılmasına ithafen yapılan araştırmalarda modellerle ilişkisel olarak; bilimsel olan ve bilimsel olmayan modeller, görünüşü itibariyle modeller (somut-soyut modeller),

işlevleri yönünden modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) adı altında farklı sınıflandırmalara yer verildiği tespit edilmiştir (Güneş ve diğ., 2004; Gümüş ve diğ., 2008).

Harrison ve Treagust'in (2000) yerli ve yabancı literatürde kabul görmüş olan ayrıntılı sınıflandırmasında (Demirhan, 2015) bilimsel modeller kapsamında yer alan modellerin arasındaki ilişkisel bağın gösterimi Şekil 4'te verilen haliyle sunulmaktadır:



Şekil 4. Harrison ve Treagust'un (2000) analojik (bilimsel) modelleri sınıflandırması

Yukarıdaki tabloda gösterildiği gibi bilimsel modeller; ölçeklendirme, pedagojik analojik, kavram-süreç, simgesel ve sembolik, matematiksel, teorik, simülasyonlar ve kompleks modeller şeklinde sınıflandırılabilmektedir.

Harrison (2001) modellerin öğrenme ortamında kullanılma sebeplerini belirli başlıklar altında açıklamaya çalışmıştır (Yılmaz, 2015):

1. *Kolaylaştırma:* Karmaşık yapılı soyut kavramları, nesne ve süreçleri hayal etme olanağı sağladığı için, anlaşılması zor soyut konularda algılama sürecini daha da kolaylaştırır. Somut hale getirilen konular, öğrencinin zihninde daha hızlı bir şekilde yerini bulur. Konu öğrencilerin bünyesinde kolaylaştığı için öğrenme zamanından tasarruf edilir, uygulama ve etkinlik yapmaya daha çok zaman kalır.
2. *Abartma:* Modeller konu veya sürecin en temelindeki özelliklerini süsleyerek fikirlerin kilit görünüşlerine dikkat çekerler. En önemlisi model gereksiz ayrıntı ve çizimlerden kurtulduğu zaman öğrenme de daha çok etkisini gösterir. Ancak, bu ayrıntılardan kurtulma ve bazı yönlerini ön plana çıkarma tehlike yaratabilir. Modelini yapmak istediğimiz, gerçek obje veya süreçten uzaklaşırsa yanlış kavramlara ulaşmamızı sebep olur.
3. *Tanıdıklık:* Modeller, animasyonlar ve simülasyonlar yardımıyla kolay nesnelerden dizilerek gelir. Güncel hayattan seçilen tanıdık nesnelerle oluşturulan modeller öğrencilerin kavramaları algılamada işlerini kolaylaştıracaktır.
4. *Ulaşılabilirlik:* Öğrencilerin modellere kendilerinin istedikleri her an ulaşabilmesi tekrar yapmada veya bireysel çalışma çerçevesinde ayrı bir kolaylık sağlayacaktır.

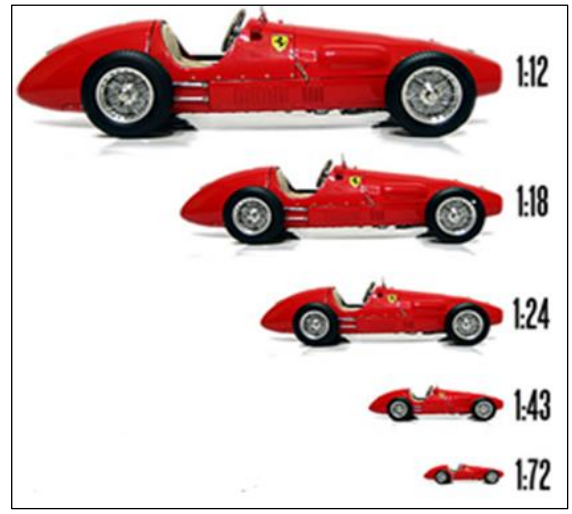
2. 1. 1. 2. 2. Analojik Modellerin Sınıflandırılması

Bu kısımda analojik modellerin farklı başlıklar altında sınıflandırılmasına yer verilmektedir.

2. 1. 1. 2. 2. 1. Ölçeklendirme Modeli

Ölçeklendirme modeli çoğunlukla doğal çevrede rastladığımız hayvanların, bitkilerin, arabaların ve de binaların yapılarının özelliğini ve dış şekillerini betimlemede kullanılır. Nesnelerin dış görünüşünü tamamen yansıtmamakla beraber az da olsa içyapıyı, işlevlerini ve kullanış biçimini göstermede yardımcı olur. Bütün bu özelliklere sahip olmaları oyuncak gibi olma veya oyuncağa benzemelerine sebep olur; bundan dolayı hedef ile model arasında ön plana çıkarılmayan özelliklerin saklı kalmasına taban oluşturur. Bu bağlamda eğitim-öğretim esnasında kullanılan üç boyutlu modeller ölçek modellerinin bir alt başlığı olabilmektedir (Burkaz, 2012). Çalışma konusunun kapsamında yer alan üç boyutlu modele ilerleyen bölümlerde farklı bir başlık altında yer verilecektir.

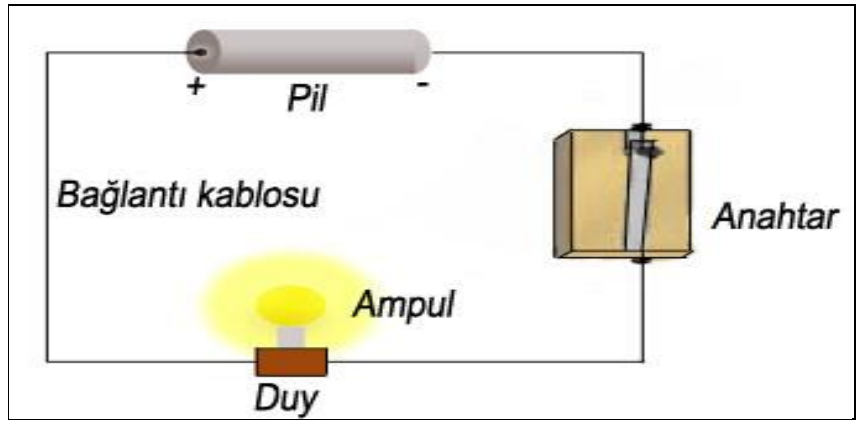
Şekil 5. Oyuncak araba



Şekil 6. Ölçeklendirilmiş araba

2. 1. 1. 2. 2. 2. Pedagojik Analojik Modeller

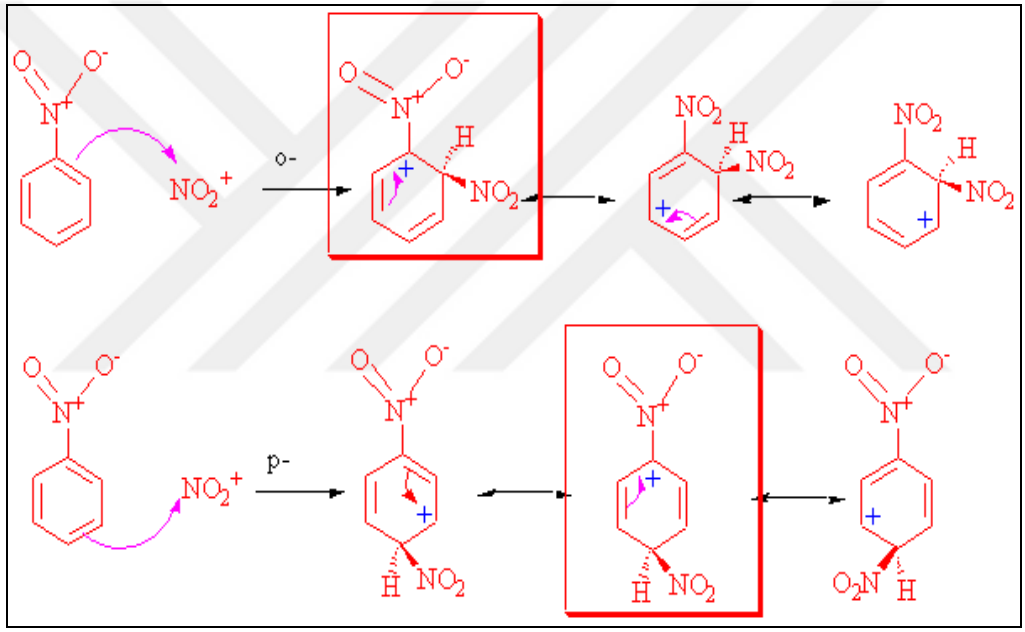
Bu model türü genellikle eğitimcilerin soyut veya gözle görünmeyen (mikroskobik boyutundan dolayı) kavramları öğrencilere anlaşılabilir kıvama getirmek için açıklayıcı bir şekilde geliştirerek sundukları somut modeldir. Örneğin; atom modeli vs. Bu yüzden literatürde pedagojik olarak adlandırılır. Analojik diye adlandırılmasının sebebi ise; hedef ile analoji arasında bir sınır yoktur; birebir eşleşmiştir, analoji bilgiyi hedefe doğrudan yansıtmaktadır. Pedagojik özellikler kavram ve süreci nitelendirirken, analojik özellikler kavramsal niteliklere dikkat çeker bu yüzden genel itibariyle aşırı basitleştirilmiş veya genişletilmiş şekliyle ön plana çıkar.



Şekil 7. Basit elektrik devresi

2. 1. 1. 2. 2. 3. Simgesel veya Sembolik Modeller

Fen eğitiminde karşımıza çıkan kimyasal formüller, kimyasal denklemler, elementleri simgeleyen semboller, bileşikleri simgeleyen formüller v.b. anlamlı hale getiren modellerdir denilebilir. Örneğin: Ca + 2HCl→$CaCl_2$ + H_2 (metal + asit = nötrleşme tepkimesi). Bu model türü özellikle de kimya alanında eğitimcilerin işine yaramakla beraber bazen öğrencilerin akıllarında soru işareti de bırakabilir. Örneğin sıcaklık derecesi olan Fahrenayt F sembolü ile ifade edilirken; kuvvet biriminin de F sembolü ile ifade edilmesi şeklinde açıklanabilir. Bu durumun açıklığa kavuşabilmesi için fen bilimleri öğretmenlerinin gereken açıklamayı yaparak yanlış anlaşılmaların önüne geçmeleri gerekebilir (Günbatar, 2003; Harrison ve Treagust, 2000; Harrison, 2001).

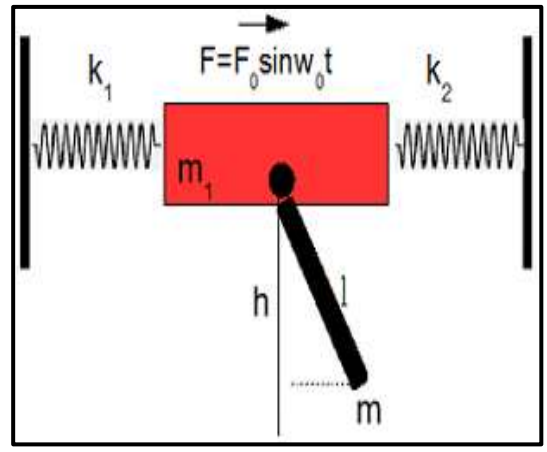


Şekil 8. Organik kimya formülleri

2. 1. 1. 2. 2. 4. Matematiksel Modeller

Gerçeğine en yakın ölçütü veren matematiksel modeller; fiziksel özellikler ve süreçler, matematiksel eşitlikler ve grafiklerle temsil edilmektedir. Fk= Vb.ds (sıvıların kaldırma kuvveti) matematiksel eşitliği bu modele örnek verilebilir. Matematiksel modellerin ispatlanabilmesi için ideal bir ortam gereklidir, bunun yanında öğretmenler öğrencilere bu modeller ile ilgili sözlü ya da yazılı açıklama yaparak yanlış anlaşılmayı en aza indirgeyebilir ve öğrencilerin algılamalarına yardımcı olabilir.

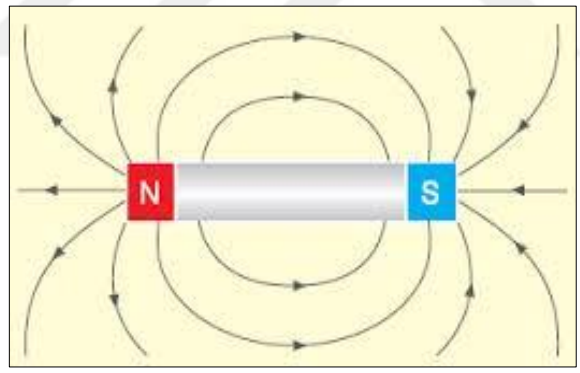
Şekil 9. Sıvıların kaldırma kuvveti



Şekil 10. Basit harmonik hareket

2. 1. 1. 2. 2. 5. Teorik Modeller

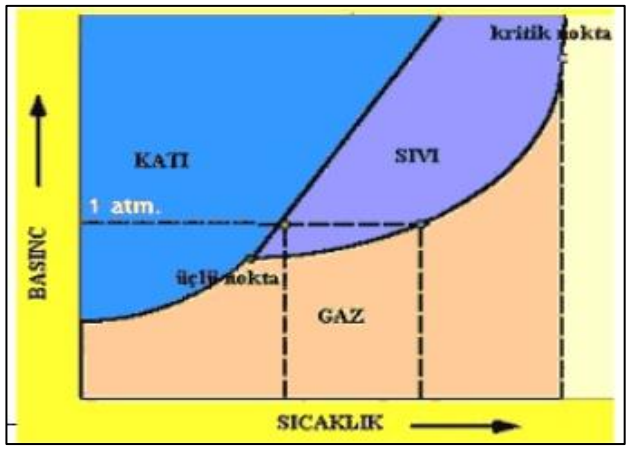
İnsanlar tarafından yapılandırılmış teorik temellerle tanımlanmış olan model, elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlara iyi bir örnektir. Kinetik teoride sıcaklık, basınç ve bir gazın hacminin değişkenlerini açıklama bu kategoriye girer. Teorik modeller, diğer benzetim modelleri ile beraber daha da basitleştirilebilir.



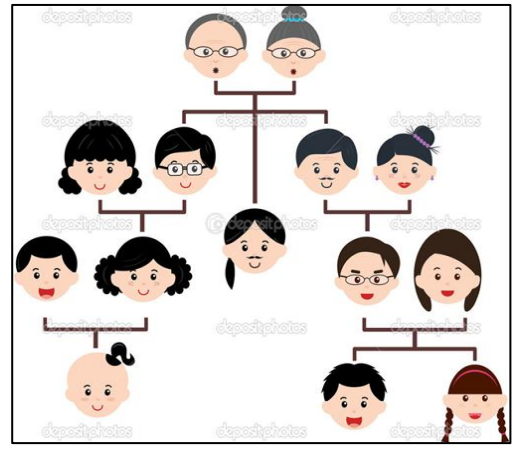
Şekil 11. Manyetik alan çizgileri

2. 1. 1. 2. 2. 6. Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar

İki boyutlu olması yönüyle öğrenciler tarafından kolaylıkla algılanabilen, sunumları ve bağlantıları temsil edip özelliklede ilköğretim çağındaki öğrencilere hitap eder. Çünkü ilköğretim çağındaki öğrenciler bu kademede ikili değişkeni kanıksayıp kontrol etmeye henüz başladıkları için önem taşırlar (Burkaz, 2012). Gen çaprazlamaları, soy ağacı, devre şemaları, biyolojik sistemler, hava durumunu gösteren haritalar ve beslenme zinciri bu modellere örnek verilebilir.



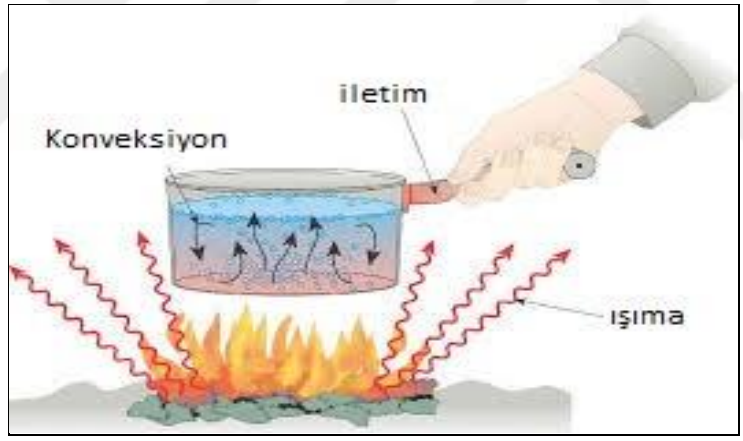
Şekil 12. Basınç-Sıcaklık faz diyagramı



Şekil 13. Soy ağacı

2. 1. 1. 2. 2. 7. Kavram-Süreç Modelleri

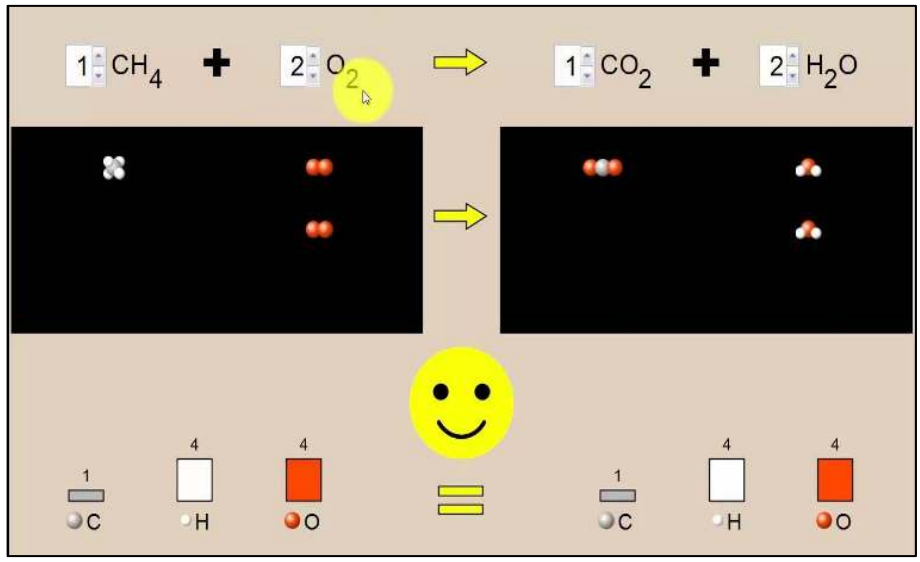
Birçok fen kavramı nesne değildir; aksine süreçten ibarettir denilebilir (Harrison ve Treagust, 2000). Örnek olarak; ısının yayılma yollarının modellenmesi verilebilir.



Şekil 14. Isının yayılma yolları

2. 1. 1. 2. 2. 8. Simülasyonlar

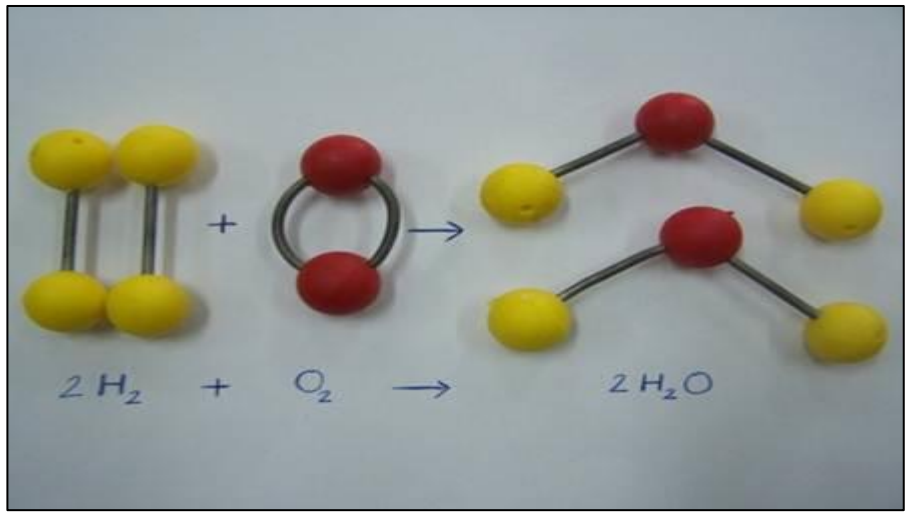
Fiziksel olayların bazı değişime açık yönlerini değiştirerek bilgisayar yardımı ile gösterime sunulmasına simülasyon denir. Elektronların iletken içindeki hareketi gibi benzeri gösterimler simülasyona örnek verilebilir. Simülasyonlar araştırmacıların deneyimlerini hayati tehlikeye sokmadan yeteneklerini geliştirmelerine olanak sağlar. Çoklu dinamik modellerin özel bir türü olan simülasyonlar (Köklü, 2009) genellikle sanal ortamda uçak kazası, küresel ısınma, nükleer reaksiyonlar, kazalar ve popülasyon değişimleri gibi karmaşık ve özel süreçleri modellemektedirler.



Şekil 15. Metan gazının oksijen ile tepkimesine ait simülasyonu

2. 1. 1. 2. 2. 9. Sentetik Modeller

Diğer modellerden faklı olarak, öğrencilerin kendilerine has bizzat hazırladıkları model türüdür. Vosniadou'a (1994) göre sentetik modeller; öğretmenlerin bilimsel modelleri ile öğrencilerin sezgisel modellerinin birleşiminden ortaya çıkan alternatif kavramlar şeklinde tanımlanmaktadır.



Şekil 16. Suyun oluşumunun modellenmesi

2. 1. 1. 2. 2. 10. Zihinsel Modeller

1943 yılında ilk Craik'in yayınladığı "The Nature of Explanation (Açıklamanın Doğası)" kitabında bahsedilen zihinsel model (Kayhan, 2010) kişinin zihninde dış dünyayı

nasıl kurguladığına dair çıkarılan anlam bütünü olarak tanımlanmaktadır (Craik, 1943'den aktaran: Rapp, 2005: 45). En genel anlamıyla 'Kişilerin bir konu, nesne ya da olgu hakkında sahip oldukları bilgilerin düzeylerinin hangi seviyede olduğunu veya bilgiyi nasıl yapılandırdıklarını ve işlediklerini gözlemleyen (Kurnaz ve Sağlam-Arslan, 2008; Kurnaz, 2011) model türüdür şeklinde tanımlanabilmektedir.

Zihinsel modeller, bilimsel model değildir (Günbatar ve Sarı, 2005) aksine; kişilerin kendi zihninde bilgileri kurgulayıp kendine has üslupla akıl süzgecinden geçirdikten sonra ortaya çıkan üründür denilebilir. Zihinsel modeli tasvir etmeden önce dikkat edilecek 4 önemli unsuru Rap (2005) aşağıda verilen şekilde ifade etmeye çalışmıştır:

1. Zihinsel modeller gerçek fiziksel varlığın temsili olamazlar; onların varlığından bahsedebilmek için gözlenebilir davranışlardan çıkarım yapılarak yalnızca bir iddiada ortaya konulabilinir.
2. Zihinsel modeller zamanla değişebilir çünkü; zihnin zayıf ve soyut betimlemeleri sonucu ortaya çıkan dinamik sunumlarıdır. Aslında bu durum, zihinsel modelin basit ve somut olmayan yanının tanımlamadaki yansımasıdır.
3. Kişiler; bilgilerinin eksik yönünü açığa çıkaramadıkları durumlarda kusurlu zihinsel modeller oluşturabilir, bundan ötürü bilgilerini kusurlu olan bir zihinsel modelle eş tutabilirler.
4. Zihinsel modelin tanımı geçmişten günümüze kadar yapılan farklı çalışmalara göre değişebilmektedir.

Rapp (2005) yukarıda konumlanan maddeleri ölçüt alarak zihinsel modelleri, gerçek dünyaya ait bilgi ve deneyimlerin içselleştirilmiş ve yapılandırılmış bilgi donanımları şeklinde ifade etmektedir. Tversky'e (1993) göre zihinsel modeller, dış dünyanın içselleştirilmesi yanında bir işi veya amacı yerine getirmek için gerekli olan yeni bilgi ile mevcut bilginin bütünleştirme sürecinde kullanılan eksik ya da kısmi parçalardır. Bu bağlamda; başarılı veya başarısız bir oluşum sürecinde zihinsel model yapılandırılması beklendik bir sonuçtur. Nersessian (1992) kavramsal modelleri; belirlenmiş bir toplumda ortaya konulmuş dışa açılan sunumlar şeklinde ifade ederken, zihinsel modelleri kavramsal modellerin kapsamında yer alan matematiksel model ile gerçek dünya arasındaki ara basamak olarak ifade etmektedir. Zihinsel modelin işlevi ona göre; olgu veya bilgileri algılamak için çıkarımcı ve açıklayıcı niteliklerin yanı sıra bireysel, içsel, spesifik, eksik ve değişime açık olma özelliklerini taşımaktadır.

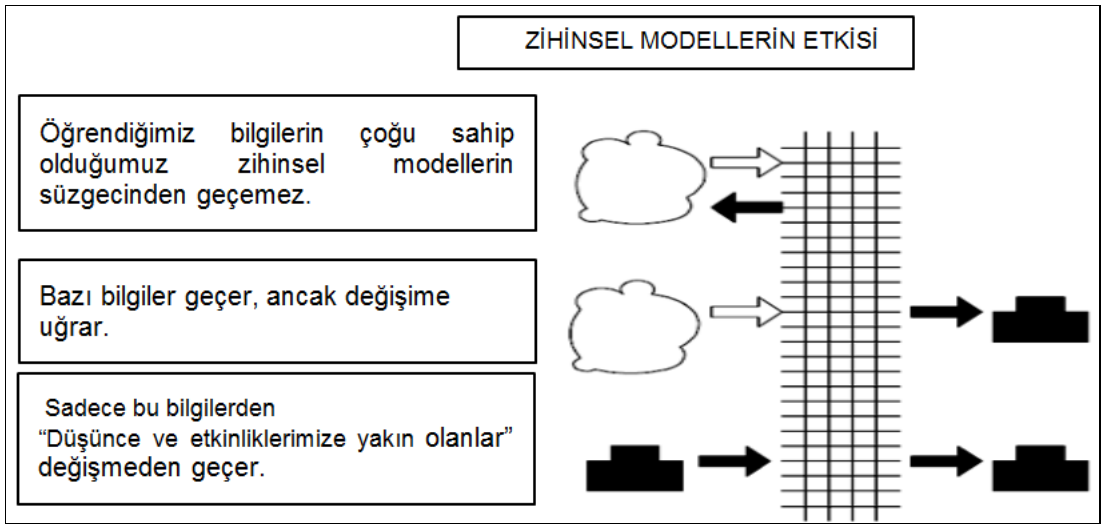
Vosniadou'a (1994) göre içsel benzeşimler olan zihinsel modeller, bilişsel işlemler sonucunun genelleştirilmesiyle oluşturulmuştur. İçsel benzeşimler; bir olgu ya da sürece açıklık getirmek için geliştirildiğinde tekniksel ve işlevsel olarak çok iyi olması beklenirken, Norman'a (1983) göre kişilerin bu tutumlarını dışa vururken bazen geliştirdikleri içsel

benzeşimlerden dolayı inandıklarından farklı olarak davranabilecekleri sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu noktadan yola çıkıldığında; Norman kişilere ait kurgulanan zihinsel modellerin harmanlanmış yorumları doğrultusunda olduğunu söylemek mümkündür. Wittmann, Steinberg ve Redish (1999) zihinsel modelleri içsel sebeplerin dışa aktarımı için belirlenen kurallar, resimler, haritalar ve analojiler gibi örneklerin bir özütü olarak düşünmektedir. Araştırmacılara göre zihinsel modeller çoğunlukla eksik, bazen kendisine ters düşen ve belirli bir davranışı olmayan bir yapı içerisindedir. Bao ve Redish (2001) zihinsel modelleri belirli bir kalıp içerisinde değil, sanıldığından geniş ve kapsamlı bir yapıda düşünülmesi gerektiğini söylemektedirler. Onlara göre zihinsel modeller; basit veya karmaşık yapıyı barındıran, doğru veya yanlışı içeren aynı zamanda belirli bir duruma karşı bütüncül veya genel kanıksamayı çağrıştıran yapılardır. Greca ve Moreira (2000; 2002) zihinsel modelleri; belirli bir durum veya süreçlerin yapısal benzerliklerini ortaya çıkarmak için kullanılan içsel sunumlar olarak ifade etmektedirler. Kişiler gerçek dünyanın davranışlarını açıklama, yordama ve algılamada zihinsel modellerinden faydalanırlar veya bu çizgide yeni zihinsel modeller kurgularlar. Bu bağlamda; bir zihinsel modele ait yorumlanabilecek en gereken şey onu yapılandıran kişi için çok yönlü olmasıdır (Greca ve Moreira, 2000).

Barquero'ya (1995) göre kişilerin kendilerinin algıladıkları ve fikir yürüttükleri kazanımlarından geldiği için inanılabilir bir bilgi deposu olan zihinsel model, güçlü bir bilgi çeşidi olmasından dolayı çevre ile kişilerin ilişkileri ile kuvvetli bir açıklayıcı ve sezgisel bir araçtır denilebilir. Ancak bunun yanında zihinsel modelin; kapalı, eksik yanları olan, belirli bir özene sahip olmayan normal bilgi kapasitesine göre birçok alanda bağlantısı olmayan özelliklerinin olduğunu da vurgulanmaktadır (aktaran: Greca ve Moreira, 2000).

Franco ve diğerleri (1999: 281) kavramsal modelleri; kısa bilgiler ve sınırları dar olaylar için bilindik gösterimler şeklinde tanımlarken, zihinsel modelleri; daha geniş çevreye yayılan bağlantılı yerler için uygun görmektedirler. Zihinsel modellerin daha dinamik yapısı olduğunu buna karşın; kavramsal modellerin daha durgun yapısı olduğunu söylerken her iki model çeşidinin hareketle, sözle, yazarak ve çizimle ortak paydada buluştuğunu da eklemektedirler (Ünal, 2005).

Zihinsel modellerin bilgilerin süzgeçten nasıl geçtiğini ifade eden şema aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.



Şekil 17. Zihinsel modellerin etkisi (Senge, 1990'dan aktaran: Çakır, 2011: 41).

Öğrenciler yeni öğrendikleri bilgileri sahip oldukları zihinsel modelin süzgecinden geçirirler. Eğer ki; öğrendikleri bilgiler zihinsel modeli ile uyum sağlamıyorsa zihinsel model süzgecinden geçmeyecektir dolayısıyla; öğrenmede gerçekleşmeyecektir. Bilgilerinin zihinsel model ile uyum sağladığı kısmı, zihinsel model süzgecinden geçiyorsa öğrenci tarafından geçen bilginin bir kısmı öğrenme ile sonuçlanacaktır. Ancak geçen kısım değişime uğrayacaktır. Sadece düşündüklerimizi ve hatırda kalan etkinliklerimize yakın olanlar zihinsel model süzgecinden değişime uğramadan direkt geçmektedirler (Çakır, 2011).

Zihinsel modeller anlamlı öğrenme aşamasında bu kadar yetkin olmalarına rağmen; yeteri olmayan durumlarda ve kişilere yararı dokunmayacak durumlarda kullanılması ile öğrenen ve öğreten arasında fikir uyuşmazlıkları ve algısal farklılaşmaya taban oluşturacağı söylenmektedir. Bu bağlamda; öğrencilerin öğretilen konu üzerinde eksik bilgiye sahip olmaları veya yanlış bir tarzda edindikleri bilgiler, öğrenme ortamından kaynaklanabilmektedir (Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2009, 2011). Zihinsel modeller, çoğu araştırmacı yönünden kolay ve gelişime uygun bir yapı şeklinde tasvir edilmektedir. Birçok zihinsel model yapıca eksiktir ve net bir ifade ile tanımlanan sınırı da yoktur, genel olarak bilimseldir ve kararlı olmayan bir tutumu vardır. Tanımlamalarında bireysellik söz konusudur ayrıca; açıklamalarında ve tahminlerinde buna izin vermektedir. Aynı zamanda zihinsel modeller, hafızaya yardımcı cihazların çalıştırılabilmesi olarak görülmektedir (Coll ve Treagust, 2003).

Bu bağlamdan yola çıkarak çalışmalarında zihinsel modeli iki ayrı grupta inceleyen Coll ve Treagust (2003) bu iki grubu aşağıda verilen şekilde ifade etmektedirler:

1. Fiziksel zihinsel modeller: Fiziksel özelliklerin kişilerin kafasında gerçek veya hayal zihinsel yapılarıdır. Buna örnek olarak insan vücudundaki organların görüntülerinin kişinin kafasındaki canlandırmasıdır.
2. Kavramsal zihinsel modeller: Kavramların, modellerin veya soyutlamanın zihinsel yapılarıdır. Atom konusundaki zihinsel modeller kavramsal zihinsel modeller grubuna girmektedir. Soyut kavramlardan söz edildiği için gerçek kimyasal atomdan farklı yapılanma riski daha ön plana çıkmaktadır (aktaran: Akıllı, 2011: 51).

Zihinsel modelin anlaşılabilir ve iyi bir şekilde ortaya konulması için modelin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Vosniadou ve Brewer, 1992). Anzai ve Yokoyama (1984) ise; zihinsel modelleri üç farklı grupta ele almışlardır:

1. *Deneysel modeller:* Bireysel deneyimlerden oluşan deneysel modellerin, bilimsel olan bir yanı yoktur.
2. *Doğru bilimsel modeller:* Bilimsel kavram ve ilişkilerden esinlenmiştir. Bu tür modellere sahip olan kişiler, problemin çözümü için yeterli ve net bir bilgiye sahiptir.
3. *Yanlış bilimsel modeller:* Bilimsel kavram ve ilişkileri içerir fakat problemin çözümü için ortada yeterli ve net bir bilgi bulunmamaktadır.

Zihinsel modellerin bu şekilde gruplandırılmaları, açık/benzer (analojik) modellerin tam aksine kurgulanan zihinsel modellerin eşit ve tek olmadığını net bir şekilde vurgulamaktadır (Ünal, 2005).

Kurnaz (2011: 43) çalışmasında literatürde zihinsel model ile ilgili dikkat edilecek noktaları aşağıda verilen şekilde özetlemiştir:

1. *Zihinsel modeller, bireylerin görüntüleri, kurallar dizgisini, önermeleri ve bunların nerede ve nasıl kullanılacaklarına dair durumları zihinlerinde kavramsallaştırması ve canlandırması ile ilgili olması nedeniyle zihnindeki içsel/bilişsel sunumlardır.*
2. *Zihinsel modeller, bireylerin yapacaklarına dair zihinlerindeki rehberler olup daha önce deneylenmemiş olguların anlaşılmasında ve açıklanmasında bireylerin soyut araçlarıdır. Bu nedenle zamanla değişebilen dinamik yapıdadır.*
3. *Başarılı veya başarısız tüm öğrenme süreçlerinde zihinsel model yapılandırılır.*
4. *Bir olguyu/süreci açıklamak üzere geliştirilen zihinsel modellerin mükemmel ve işlemsel olması beklenmesine karşın bireyler bunları dışa vururken bazen geliştirdikleri zihinsel modellerden farklı şekilde davranabilir. Bu nedenle bireylerin ortaya çıkarılan tüm zihinsel modelleri aslında ileri sürülen yorumlamalardan ibarettir.*

5. *Zihinsel modeller genellikle tamamlanmamış, kendisiyle çelişen ve tutarsız yapıdadır.*
6. *Bireyler açıklayamadıkları durumlarla ilgili genellikle kusurlu zihinsel modeller geliştirebilir veya bu durumları kusurlu bir zihinsel modele dayandırabilirler.*
7. *Zihinsel modeller öznel değerler içerdiğinden bilimsel olmayıp belirlenmesi zordur.*
8. *Zihinsel modeller gerçek fiziksel varlıklar değildirler. Bu nedenle onların varlığı hakkında, gözlemlenebilir davranışlardan yola çıkarak, sadece iddialarda bulunulabilir.*
9. *Zihinsel modellerin yapılandırma süreci bireye özgü olsa da bireylerin öznel yapılandırma süreçlerindeki sosyal etkileşimleri nedeniyle bir uzlaşım vardır.*
10. *Zihinsel modeller hakkında edinilecek bilgiler araştırmacılara ve öğretmenlere öğrencilerin bilgi yapıları hakkında önemli bilgiler sunar.*

Literatürde model ve modele ait kavramlara açıklık getirmede önemli yeri olan Harrison ve Treagust zihinsel modellere ait çalışmalarını aşağıda verilen şekilde yorumlamaktadırlar (Akyol, 2009):

1. 1987 yılında, Western-Avustralya'da 8-12 yaş aralığındaki öğrencilerin atom ve molekül kavramına dair zihinsel modelleri ile ilgili kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak niyetiyle bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucuna göre öğrencilerin atom modellerini birbirinden ayırmada güçlük çektikleri tespit edilirken, atomların bölünerek çoğalacağını, atomun çekirdeğinin bölünebilirliğini, elektron kabuklarının atomları koruyan ve çevreleyen kabuklar olarak düşündüklerini, elektron bulutlarını ise elektronların yoğun bir şekilde dizildiği değişik bir şekil olarak gördüklerini vurgulamaktadırlar.
2. 1996 yılında, 8. ve 10. sınıf lise öğrencilerinin sahip olduğu zihinsel atom ve molekül modellerini incelemişlerdir. Öğrenciler atomların çekirdeğinin bölünmesiyle çoğalacağını; atom çekirdeğinin, tıpkı hücre olduğu gibi atomun işlevlerini kontrol eden bir merkez olduğunu; elektron kabuklarının da atomu çevreleyen bir yapı ve elektron bulutlarını ise sis veya duman gibi düşündüklerini tespit etmişlerdir. Öğrencilerde saptanan yanılgının, atomu canlı bir varlık gibi düşünmelerinden dolayı oluştuğunu söylemektedirler. Araştırmanın bulgularına göre; öğrencilerin genelinin zihinsel atom modeli olarak yörüngeler modelini tercih ettikleri saptanmıştır.
3. 1998 yılında, atom ve molekül modellerinin zihinsel gelişim aşamalarını araştırmışlardır. Araştırma sonucuna göre; öğrencilerin çoğunluğa yakınının zihinsel modelleri gerçeğin birebir benzeri olduğu düşündükleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin zihinsel model oluştururken daha çok çaba sarf etmesi gerektiğini, öğretmenlerin ise model tabanlı ders işlerken modelin ayrıntılarını net bir şekilde belirlemelerini önermektedirler. Ayrıca 1975 yılından günümüze kadar yapılan araştırmaların sonuçları göre; farklı yaş gruplarında; öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ve bununla ilgili kavramları algılamada çoğunlukla zorlandıkları çıkarılmaktadır. Bu kavrama ait yanılgılar; öğretim teknikleri, ders ortamında tercih edilen öğretim materyalleri ve kitaplardan çizilen atom modellerinden kaynaklandığının saptanması (Akyol, 2009) nedeniyle literatürde bundan sonra yapılan araştırmalara yön vereceği düşünülmektedir.

4. 2000 yılında, Avustralya'da 11. sınıf kimya öğrencilerinin atom, molekül ve kimyasal bağlar ile ilgili öğrencilerdeki zihinsel modelleri üzerinde çalışmışlardır. Öğrencilerin atoma dair 8 farklı zihinsel modele sahip olduklarını saptayan araştırmacılar, öğrencilerin bu konudaki zihinsel modellerinin ders araç-gereçleri, eğitimcilerin tercih ettiği modeller gibi kaynakları seçtikleri tespit etmişlerdir.

Taylor, Barker ve Jones (2003) çalışmalarında, temel astronomi konularının öğretilmesinde 7-8 yaşındaki öğrencilerden oluşan 33 kişilik bir grupla temel astronomi konularını modellemeye dayalı öğretmeyi amaçlamışlardır. İlk olarak öğrencilerde var olan zihinsel modellerin ana hatlarını belirlemişlerdir. Daha sonra, öğrencilere Dünya, Güneş ve Ay sistemi konusunda bilimsel model sunularak üzerinden öğrencilerin gözlem ve tartışma yapmaları istenmiştir, akabinde bilimsel modeli kullanarak yeni problemler çözdürülmüştür. Problem çözümünün ardından yansıtma etkinlikleri yardımıyla her grubun kendi çözümünü sınıftaki diğer grupların çözümleriyle karşılaştırmalarına olanak sağlanmıştır. Araştırmanın sonucunda modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine ve konuya ilişkin bilimsel modellerin ne şekilde ortaya çıkarıldığının anlaşılmasına yardımcı oldukları sonucu çıkarılmıştır. Aynı zamanda öğrenciler çok küçük yaşlarda olsalar bile atomun yapısı gibi konularda doğru zihinsel modellere sahip olabileceklerini vurgulamışlardır.

Bekiroğlu-Ogan (2007) çalışmasında, ayın evreleri ve ayla ilgili olayların modellemeye dayalı öğretiminin öğrencilerin zihinsel modellerine etkilerini araştırmıştır. 36 fizik öğretmen adayıyla yürütülen ve 14 hafta süren çalışmada öğretmen adaylarının periyodik bir şekilde ayı gözlemlemeleri istenmiş, adaylara yönlendirmeler yapılarak form doldurmaları sağlanmıştır ve akabinde ara değerlendirmeler yapılarak dönütler verilmiştir. Uygulamanın yarısından itibaren adayların gözlemlerine dayanarak konuyla ilgili modellerini grup çalışmasıyla oluşturmalarına olanak sağlanmıştır. Uygulama sonrasında adayların zihinsel modellerini geliştirdiği gözlenmiştir.

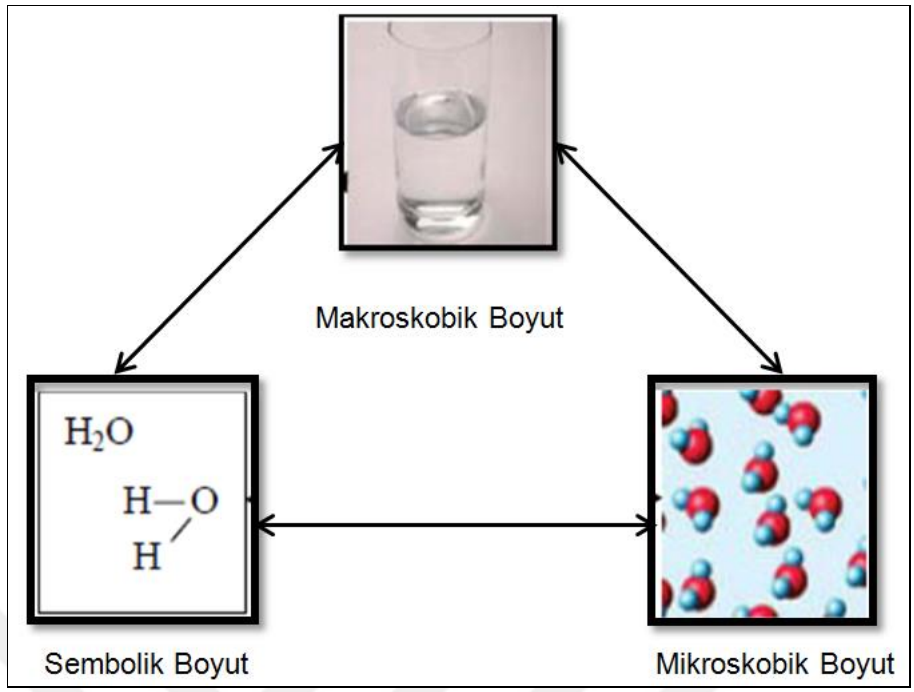
2. 1. 1. 2. 3. Üç Boyutlu Model

Modeller, gerçek cismin boyutundan daha küçük ya da büyük farklı maddelerden yapılmış yapılardır. Bu bağlamda; gözle görülemeyecek kadar küçük ya da soyut yapılı kavramları aynı zamanda da büyüklüğünden dolayı sınıf ortamına getirilme şansı bulunmayan cisimleri gerçeğe en yakın şekilde temsil ederler. Fen bilimleri konularının içeriğinde yer alan insan organları, atom ve molekül gibi soyut yapılı kavramlar, gezegenlerin uzay boşluğundaki konumları, ay ve güneş tutulması gibi tabiat olaylarının modeller yardımıyla öğretilmesinden (Kaptan, 1999) dolayı modeller, eğitim-öğretim için neredeyse zorunlu bir ihtiyaç haline gelmektedir. Bunun yanında modellerle öğretilebilecek konular sadece somut kavramlardan ibarette olabilmektedir. Çünkü; gerçek cismin kaynağına ulaşmanın mümkün olmaması ve üzerinde durulacak bilginin önem arz eden noktasını kaynak üzerinde gösteremeyecek boyutlarda olmasından dolayı çözüm üretmek için model kullanmanın (Burkaz, 2012) tek çare olabileceği düşünülmektedir.

Öğrenciler sınıf ortamında kimyasal kavramların çoğunlukla makroskobik ve sembolik boyutuyla karşılaşıp tecrübe kazanmaktadır. Durum böyle olunca öğretmenler, öğrencilerine kavramların mikroskobik boyutunu sözel ifadelerle ya da yardımcı kaynaklarda bulunan resimlerle ifade etmeye çalışmaktadır. Bazen bu durum, kavramların mikroskobik boyutunu öğrencinin zihninde canlandıramaya yetmez ve öğrenciler konuyu anlamakta güçlük çekerler. Yapılan araştırmalarda; mol kavramı (Gilbert ve Watts, 1983), atomun yapısı (Harrison ve Treagust, 1996), kinetik teori (Taylor ve Coll, 1997), termodinamik (Abraham, Grzybowski, Marek ve Renner, 1992), elektrokimya (Garnett ve Treagust, 1992) ve kimyasal değişim ve reaktiflik (Abraham ve diğ., 1992) gibi konularda öğrencilerin mikroskobik boyutta düşünmelerinin oldukça güç olduğu belirtilmektedir.

Mikroskobik yapıyı görme şansımız bulunmadığından dolayı modellerle ifade etmek (Gilbert, 1993) çoğu zaman bu eksikliği gidermede işe yarayacak öğretme araçlarının başında gelmektedir. Özellikle de üç boyutlu modellerin görünmez dünyayı görselleştirdiği ve öğrencilerin öğrenmesine katkıda bulunduğu gerçeği bazı araştırmalarda yerini almıştır (Loman ve Mayer, 1983; Mayer, 1989; Mayer, Dyck ve Cook, 1984; Szlicheinski, 1979; Willows ve Houghton, 1987; Winn, 1991).

Aşağıda yer alan şemada Johnstone (1993) makroskobik, mikroskobik ve simgesel düzeyler arasında kuvvetli bağ örüntüsü oluşturulması için öğrencileri cesaretlendiren bir öğretimin gerçekleştirilmesinin öğretimin hedeflerine ulaşmasında yardımcı olacağını vurgulamaktadır (Yüce, 2013).



Şekil 18. Kimya bilgisinin 3 boyutunun ilişkisi (Johnstone, 1993'den aktaran: Ulutaş, 2010: 12).

Burkaz (2012: 129) yaptığı çalışmasında "*Öğrencilerin ders dışı aktivite olarak hazırladıkları üç boyutlu modellerin öğrencilerin kendine güven duygusunu geliştirdiği için ve somut bir şekilde öğrenmelerine kolaylık sağladığı için özellikle soyut kavramların anlatımında öğrencilerden model oluşturmaları istenebilir*." şeklinde ifade ederek üç boyutlu model kullanımının soyut kavramları somutlaştırmada işe yaracağının önemini vurgulamaya çalışmaktadır.

Rayala (1995: 102) üç boyutlu çalışmaları, çocukların iki boyutlu çalışmalardaki yüzeyi biçimlendirme etkinliğinden, somut olarak üç boyutlu biçimlendirme etkinliğine taşıdığını söylemektedir. Bu şekilde çocuklar iki boyutlu çalışmalarla edinemeyecekleri deneyimleri üç boyutlu çalışmalar aracılığı ile kazanmış olacaklardır. Öğrenciler, üç boyutlu çalışmalarda ayrıntıları görme ve uygulama yeteneklerini geliştirme şansı yakalayacaktır. Araştırmacıya göre üç boyutu hayalinde kurgulama kişiye özel bir zekâ unsurudur.

Turgut'a (2007) göre, "üç boyutlu düşünme yeteneği" söz konusu olduğunda; "üç boyutlu beceriler", "üç boyutlu görselleştirmeler" ve "üç boyutlu düşünmeler" gibi kavram ve süreçler de, bu yeteneğin tanımlanması adına kullanılabilmektedir.

1. *Dönem (1904-1938):* Üç boyutlu düşünme yeteneğinin, "uzay" kavramı ve" zekâ" bağlamında ele alındığı dönemdir.

2. *Dönem (1938-1961):* Üç boyutlu düşünme yeteneğinin, bileşenleri olan bir yetenek olduğu ile ilgili çalışmaların yapıldığı dönemdir.
3. *Dönem (1961-1982):* Üç boyutlu düşünme yeteneğinin, diğer zihinsel yeteneklerle ilişkiler bağlamında ele alındığı ve onu etkileyen diğer faktörlerin de araştırılmaya başlandığı dönemdir.

1900'lü yılların başları itibariyle "Üç boyutlu düşünme yeteneği" ile ilgili araştırmalar, yapılmaya başlanmıştır (Eliot ve Smith, 1983). Eliot ve Smith (1983), üç boyutlu düşünme yeteneğinin, bir bakım tarihsel süreç içerisinde ele alınmasını ve incelenmesini önemini yukarıda verilen dönemleri değerlendirmeye çalışmaktadır (aktaran: Özdem, 2011: 10).

Literatürde üç boyutlu model ile ilgili çalışmaların bazıları aşağıda verilen şekliyle sunulmaktadır:

Dalgarno, Harper ve Hedberg (2002) daha önceden literatürde yer alan çalışmalardan yararlanmış ve üç boyutlu ortamların kavram öğretimindeki faydalarını inceleyerek bir çalışma düzenlemişlerdir. Çalışma sonucuna göre; üç boyutlu ortamların en fazla uzamsal bilgilerin geliştirilmesinde rol oynadığını saptamışlardır. Çalışmayı yürütenler, üç boyutlu ortamların eğitim ve öğretim açısından öğrencilerin soyut gördükleri kavramları ve fikirlerini keşfetmelerini, oluşturmalarına yardım edecek birçok özellikleri mevcuttur.

Akıllı (2011) çalışmasında, 3D (üç boyutlu) bilgisayar modellerinin Modern Fizik dersi "Atomun Yapısı" ünitesi çerçevesinde Fen Bilgisi Eğitimi 2. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisi araştırmıştır. Çalışmanın örneklemini 34'ü deney, 33'ü kontrol grubu olmak üzere toplam 67 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmanın deseni, yarı-deneysel ön test–son test kontrol gruplu modele göre düzenlemiştir. Çalışmanın bulgularından, 3D bilgisayar modelleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı, zihinsel modellerini geliştirdiği ve üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırma yeteneklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Burkaz (2012), ilköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 7. sınıf öğretim programının 'Hayatımızı Kolaylaştıran Makineler' konusunun kazanımları dikkate alınarak, ön hazırlıklı üç boyutlu model sunumu ve 5E öğretim modeline uygun olarak yürütülen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal gelişimleri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, öğrenciler tarafından ön hazırlıklı geliştirilen modellerin ve uygulanan öğretim etkinlerinin deney grubu öğrencilerinin başarılarını kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha çok

arttırdığı saptanmıştır. Bununla birlikte; öğrencilerin geliştirdikleri üç boyutlu modelleri sunmaları bilgilerin somutlaştırılmasına katkıda bulunduğu görülmüştür.

Lazarowitz ve Naim (2013) yaptıkları çalışmada; hücre konusunda üç boyutlu model oluşturma, üç boyutlu modellerin öğretmen tarafından gösterilmesi ve kitaptaki çizim, şekil gibi genellikle iki boyutlu kullanılan öğretim materyallerinin akademik başarıya etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklem grubunu 9. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmanın verilerinden elde edilen bulgulara göre; üç boyutlu model oluşturan gruptaki öğrencilerin akademik başarı puan ortalamaları, diğer grupta yer alan öğrencilerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2. 1. 1. 2. 3. 1. Üç Boyutlu Modellerin Sınıflandırılması

Üç boyutlu modeller var olan problemin çözümünü yönelik aşağıda verilen sınıflandırmaya uygun olarak tanımlanmıştır:

1. Yapılandırılmamış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin sadece problemin bilindiği; modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin bilinmediği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olmayan modellerdir. Burada modellerin hangi malzeme ile nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.
2. Yarı-yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin problemin bilindiği ve modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin verildiği fakat verilen malzemeler ile düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olmayan modellerdir. Burada modellerin nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.
3. Yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modele ilişkin problemin bilindiği, modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin temin edildiği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olan modellerdir. Burada çalışan grup sadece belirli işlem adımlarını sırası ile takip ederek modeli oluşturmaktadır.

2. 1. 1. 2. 4. Fen Eğitiminde Atom Modelinin Yeri ve Önemi

Model, modelleme ve bilimsel model gibi kavramlar ile fen bilimleri eğitiminde çok sık karşılaşılmaktadır. Örneğin fen bilimleri eğitiminin kapsamında yer alan kimya eğitiminin temel konularından biri olan atom konusu işlenirken mutlaka atom modellerine değinilmektedir (Ulusoy, 2011). Fen bilimleri eğitiminde önemli bir yere sahip olan atom kavramının çok eski zamanlardan bu yana yapısı için birçok benzetme kullanılmış,

teknolojinin gelişmesiyle beraber de bu benzetmeler sistematik bir yapı oluşturarak bilimsel gerçekler doğrultusunda modellemeye dönüşmüştür (Güneş ve diğ., 2004). Bu bağlamda fen bilimlerinin kapsamında yer alan atomun mevcut yapısı uzunca bir yıldır 'Atom Modelleri' ile açıklanmaktadır. Dolayısıyla öğretmenler, atomun yapısını öğrencilerine anlatırken çok uzun zamandır bu modelleri tercih ederken, öğrencilerin atomun karmaşık yapısını detaylı bir şekilde anlamalarını kolaylaştıracağı düşünmektedirler (Jong, 2009; Podolefsky ve Finkelstein, 2006). Ancak atomun yapısıyla ilgili birçok bilimsel modelin (Bohr, Rutherford, Thomson) bulunması öğrencilerin zihinlerinde karışıklık meydana getirmektedir (Harrison ve Treagust, 1996; Podolefsky ve Finkelstein, 2006). Bu sebeple; değişik atom modelleri ile karşılaşan öğrencilerin atom kavramını nasıl algıladıklarının incelenmesi önem kazanmaktadır (Karagöz, Sağlam-Arslan, 2012). Bu gerekçelerin ışığında fen bilimleri eğitimi için son derecede değerli görülen atom kavramının gerek şekli, gerek yapısı ve gerekse modelleriyle birlikte derinlemesine olarak öğretilmesi uygundur sonucuna ulaşılmaktadır (Altuntaş-Aydın, 2011).

Fen bilimleri dersinin kapsamında yer alan fizik ve biyoloji dersinin bazı konularında yer alan atom konusunun kimya eğitiminde kimyasal bağlar, kimyasal tepkimeler ve çekirdek kimyası gibi birçok konuda yer aldığı bilinmektedir. Örneğin atom kavramı; fizik eğitiminde manyetizma, elektrik ve metalik iletkenlik gibi konularda, biyoloji eğitiminde ise canlıların temel bileşenleri gibi konularda rastlanmaktadır. İlköğretim çağında yeni öğrenilen konular ileriki dönemlerde çoğu zaman öğrencilerin karşısına çıkmaktadır. Dolayısıyla eski bilgiler ile yeni bilgiler harmanlanarak öğrenciye sunulmaktadır. Atom ve buna benzer kavramların yapısı ve şekli tüm ayrıntılarıyla anlaşılmadığında, bağlantılı tüm konu, kavram ya da kapsamda yer alan biyoloji ve fizik derslerinin temelinde sorun yaşanacağı düşünülmektedir (Yıldız, 2006).

Literatürde yapılan çalışmaların eksik yönlerini ithafen zihinsel model çalışmaları yapan bazı araştırmacılar; 7. sınıf öğrencilerinin öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası zihinsel modellerini araştırdığı çalışmalarda; literatürdeki çalışmaların lise ve üniversite kademesinde yoğun olduğunu, buna karşın ortaöğretim kademesinde az olduğunu (Yalçın, 2011) ifade etmiştir. 3D (Üç boyutlu) bilgisayar modellerinin atomun yapısı kapsamında üç boyutlu düşünebilmenin zihinsel modellere etkisini araştırdığı çalışmasında soyut yapılı kavramların öğrenilmesinde bu tarz etkinliklerin öğrenme eksikliklerini gidereceğini ifade ederken, çalışmasının gerekçesi için ülkemizde bu tarz çalışmaların alt yapısının oluşmadığından bahsetmiştir (Akıllı, 2011). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrencilerine 'Madde ve Isı' konusuna yönelik zihinsel modellerini etkisini araştırdığı çalışmada, modellemeye dayalı öğretimin daha çok

matematik alanında uygulandığından bahsederken çalışmasının literatüre farklı bir boyut katacağını söylemiştir (Arslan, 2013).

Tablo 1. Literatürde Atom ve Molekül ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Araştırma konusu	Araştırmacı / Araştırmacılar
Atom, atom altı parçacıklar ve molekül kavramının yapısıyla ilgili kavram yanılgıları	Novick ve Nussbaum, (1978)
	Cros ve diğerleri, (1988)
	Grifh ve Preston, (1992);Nakhleh, (1992)
	Alkan ve arkadaşları, (1998)
	Gündüz, (2001)
	Salmaz, (2002); Pideci, (2002)
	Cokelez ve Dumon, (2005);Tezcan ve Salmaz, (2005)
	Özgür ve Bostan, (2007); Sarıkaya, (2007a)
	Özden, (2009)
	Altuntaş-Aydın, (2011)
Atomun doğal yapısıyla ile ilgili yapılan çalışmalar	Tsai, (1998)
	Unal ve Zollman, (1999)
	Ünlü, (2000)
	Kaya, (2002)
	Zavrak, (2003)
	Çalışkan, (2004)
	Erdoğan, (2005); Oruncak, (2005)
	Bozoğlu, (2007); Ünal, (2007)
	Bak ve Ayas, (2008)
	Park, Light, Swarat ve Denise, (2009)
Atomun yapısını öğrenme güçlüğü ile ilgili çalışmalar	Lijnse, Licht, de Vos ve Waarlo ,(1990)
	Lee ve diğerleri, (1993)
	Taber, (2005)
	Park ve Light ,(2009)
Atom ve molekül konusuyla ilgili model ve/veya zihinsel model konusuyla ilgili çalışmalar	Ben-Zvi ve diğerleri, (1988)
	Harrison ve Treagust, (1996,1998,2000)
	Nakiboğlu ve diğerleri, (2002)
	(Al-Balushi, 2003)
	Meheut, (2004), Margel, Eylon ve Scherz, (2004)
	Yıldız, (2006)
	Akyol, (2009)
	Yalçın, (2011); Akıllı, (2011)
	Karagöz ve Sağlam-Arslan, (2012)
	Ergün, (2013)

Tablo 1'i incelediğimizde 'Atom, atom altı parçacıklar ve molekül kavramının yapısıyla ilgili kavram yanılgıları' başlığı altında yapılan çalışmalar şu şekilde yer almaktadır:

8. sınıf öğrencilerinin madde ve maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanılgıları (Novick ve Nussbaum, 1978); 12. sınıf öğrencilerinin atom kavramına dair kavram yanılgısı (Griffiths ve Preston, 1992); üniversite 1. sınıf öğrencilerinin atom ve molekülü oluşturan parçacıkları ile ilgili kavram yanılgıları (Cros ve diğ., 1988); ilkokul, ortaokul, lise ve lisans öğrenimi seviyesindeki öğrencilerinin kimya eğitimi ile ilgili kavram

yanılgıları (Nakhleh, 1992); lise öğrencilerinin atom, molekül ve mol kavramları ile ilgili kavram yanılgıları (Alkan ve diğ, 1998); ortaöğretim ve ilköğretim atom ve molekül kavramına ait kavram yanılgıları (Gündüz, 2001); lise 1. sınıf atom kavramına dair kavram yanılgıları (Salmaz, 2002); atom ve molekül kavramına dair kavram yanılgıları (Pideci, 2002); 9. sınıf öğrencilerinde bulunan kavram yanılgıları (Tezcan ve Salmaz, 2005); Fransız lise öğrencilerinin atom ve molekül kavramın dair kavram yanılgıları (Cokelez ve Dumon, 2005); ortaokul öğrencilerinin atom kavramına dair kavram yanılgıları (Özgür ve Bostan, 2007); öğretmen adaylarının maddenin parçacıklı yapısının sürtünme ile elektriklenmenin doğası kapsamında atom kavramaları dair yanılgıları (Sarıkaya, 2007a), öğretmen adaylarının atom ve molekül kavramına dair kavram yanılgıları (Özden, 2009); 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili algılamalarını ilerletme ve konu ile ilgili sahip oldukları yanılgılarını düzeltmeleri üzerine etkisi (Altuntaş-Aydın, 2011) şeklinde incelenmiştir. Atom ve molekül kavramına dair yanılgıların ilköğretim kısmında ulusal/uluslararası çalışmalarda pek fazla yer almadığı görülmektedir.

'Atomun doğal yapısıyla ile ilgili yapılan çalışmalar' başlığı incelediğinde:

8. sınıf öğrencilerinin atom teorisinin öğretiminden sonra bilişsel yapılarının karşılıklı ilişkileri (Tsai,1998), lise öğrencilerinin atom kavramına ilişkin düşünme biçimleri (Unal ve Zollman, 1999); üniversite öğrencilerinde atomun yapısı (Denise, Light, Park ve Swarat, 2009); ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin atom, molekül ve madde konusundaki kavramlar ile ilgili başarıları (Ünlü, 2000); 7. sınıf atom ve atomik yapı konusundaki başarıları (Kaya, 2002); lise 1. sınıf öğrencilerine atomun yapısı ile ilgili bir materyal hazırlama (Zavrak, 2003); lise kimya dersinin öğrencilerinin atom konusunu anlamaları (Çalışkan, 2004); 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki kavramsal değişimleri ve başarıları (Erdoğan, 2005); ortaöğretim ve yükseköğretimde atom kavramı ile ilgili algıları (Oruncak, 2005); ortaokul öğrencilerinin atom kavramına dair imaj oluşturmaları (Bozoğlu, 2007); atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetleri öğrencilerin algılamaları (Ünal, 2007); üniversite öğrencilerinin atom kavramı hakkındaki anlamaları (Bak ve Ayas, 2008) öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki öğrenme süreçlerinin değişim teorisi (Park, Light, Swarat ve Denise, 2009) şeklinde incelenmiştir. Ulusal/Uluslararası çalışmalar ele alındığında atom ve moleküle dair çalışmaların olduğu fakat yeterli derecede olmadığı görülmektedir.

'Atomun yapısını öğrenme güçlüğü ile ilgili çalışmalar' başlığı incelendiğinde ise: Atom ve atom altı parçacıkların anlaşılmasındaki güçlükleri (Lijnse, Licht, de Vos ve Waarlo, 1990), 6. sınıf öğrencilerinin madde ve molekül kavramlarıyla ilgili düşünceleri (Lee ve diğ., 1993); atom konusunun öğretilmesi/öğrenilmesindeki güçlükleri (Taber,

2005); atomik yapının zor doğasını ortaya çıkarma (Park ve Light, 2009) şeklinde incelenmiştir.

Bu çalışmanın da konusu olan zihinsel model/modellerin ulusal/uluslararası yapılan çalışmaları ne şekilde yansıdığı şu şekildedir:

Lise öğrencilerinde atom modelinin kapsadığı bazı kavramların öğrenciler tarafından nasıl anlaşıldığı (Ben-Zvi ve diğ., 1988); öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri (Nakipoğlu ve arkadaşları, 2002); öğretmen adaylarının atomla ilgili zihinsel modellerinin, bilimsel modellerden farklı olduğunu ortaya koyan bir çalışma (Al-Balushi, 2003), ortaokul öğrencisinin maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavramlarında değişmelerin neler olacağına dair zihinsel modelleri (Margel, Eylon ve Scherz, 2004); öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinlerinde yapılandırdıkları modelleri fiziksel olayları tanımlama ve tahmin etmede kullanmaları (Méheut, 2004); ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin aralarındaki ilişkiyi (Yıldız, 2006); farklı seviyelerdeki öğrenci gruplarının ve molekül konusunda sahip oldukları zihinsel modelleri (Harrison ve Treagust, 1996, 1998, 2000); fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili öğretilmesi/öğrenilmesinde yaşanılan güçlüklere dair zihinsel modellerinin incelenmesi (Akyol, 2009); ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili öğrenim öncesi ve sonrası zihinsel modellerinin incelenmesi (Yalçın, 2011); üniversite öğrencilerinin atomun yapısına ait 3D bilgisayar modeli yardımıyla öğretiminin zihinsel modele etkisi (Akıllı, 2011); ilköğretim öğrencilerinin atomun yapısına dair zihinsel modellerinin belirlenmesi (Karagöz ve Sağlam Arslan, 2012); ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarına dair kavram yanılgıları düzeltmek için modele dayalı etkinliğin yararlarını (Ergün, 2013) araştırmışlardır.

Ulusal /Uluslararası araştırmaların kapsamında yer alan atom, atom altı parçacıklar ve moleküller gibi maddenin yapısına dair kısımların çalışmalara ait konularında ilköğretim öğrencilerine yönelik yapılan çalışmaları incelendiğinde yürütülen bu çalışmanın literatüre farklı bir boyut getireceği düşünülmektedir.

2. 1. 1. 3. Modelleme Nedir?

Genel itibariyle bilimsel bir çalışma olan modelleme, modeli oluşturma işleminde geçirilen süreç olarak tanımlanmakla (Justi ve Gilbert, 2002) beraber fen eğitimi için model ve modellemenin ayrılmaz bir bileşen şeklinde olduğu da ifade edilmektedir (Brewe, 2008; Halloun, 2004; Hestenes, 2006). NGSS için temel bilimsel uygulamalardan birisinin modelleme (Archieve Inc., 2013'den aktaran: Demirhan, 2015) olması ayrıca dikkat çekmektedir. Modellemenin tanımı birçok çalışmada farklı cümlelerle karşımıza çıkmakla

beraber çalışmanın konusuna itafen yapılan bazı tanımlar aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

Darden (1991) ve Nersessian'e (2002) göre modelleme, zihinsel modelleri oluşturma, eşleştirme, değiştirme ve ifade etme biçimidir. Lesh ve Lehrer'e (2003) göre modelleme özel durumlarda belli amaçlar için temsili tanımlamalar geliştirme sürecidir. Harrison (2001) ve Treagust (2002) modellemeyi, herhangi bir konu ya da olgunun açıklamasında veya algılanması için bir takım işlemler sonucu elde edilen bütün olarak ifade etmiştir. Modelleme sürecinde "Hedef" ve "Kaynak" diye tanımlanan iki unsur yer alır. Hedef; işlem sonucunda toplanılması gereken bilgileri içerirken, kaynak; kişi ya da kişilerin depo edilen bilgilerinin tamamıdır. Kaynaktan faydanılarak amaçların doğrultusunda hedef ile ilgili tahminler yürütülmesi ve bunların geçerliliğinin kontrol edilmesi süreci modelleme olarak ifade edilebilir (Güneş ve diğ., 2004).

Aslan ve Yadigaroğlu (2014) modellemenin hedef kavramı betimlemek için model oluşturma aşamalarının ayrıntısının nasıl ve ne şekilde konumlandırılacağını belirleyen birçok basamaktan oluşan etkinlikleri içeren karmaşık yapılı bir süreç olduğunu söylemektedir. Darden; Nersessian'e göre modelleme; zihinsel modellerin yapılandırılmasında, oluşum aşamasında, revize edilmesinde aynı zamanda eleştirel bir bakış açısı altında açıklanmasında (aktaran: Khan, 2011) rol oynamaktadır. Businskas (2005) yaptığı çalışmada modellemenin; öğrencilerin zihinlerini hazır hale getirmesinde ve motivasyonunu artırmasında elverişli olduğunu aynı zamanda; öğretmenlerin küçük yaş gruplarında, gerçek hayat modellemesi kullanma düşüncesinin daha da önemli olacağını vurgulamıştır (aktaran: Şandır, 2010: 30). Karacan'a (2014) göre modelleme; klasik öğretimin kabuğunu kırarak öğretim olayını geniş alana yaymaktadır ayrıca, öğrencilerin zihninde kalıcı ve kolay öğrenmeyi hedefe alan eğitimciler modellemenin varoluşuna ışık tutmaktadır.

Fen bilimlerinde ise modelleme; var olan kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefin analiz edilip belirli bir süreçten sonra bilinir kıvama getirilmek için yapılan işlemlerin tamamıdır (Treagust, 2002) şeklinde ifade edilebilir. Woolridge'e (2000) göre, fen öğretiminde modellemenin önemi iki fikir başlığı altında toplanabilir:

1. Birincisi, fen biliminin yapıldığı gibi öğretilmesi fikridir. Bilim insanları modellemeyi, soyut bir düşünceyi somut hale çevirmek, karmaşık olguları basite indirgemek, işleyiş ve süreci ön plana alarak açıklama getirmek için tercih ederler (Raghavan ve Glasser, 1995). Bilim insanlarının teorilerini yaratma çabaları modelleme tekniğine başvurma yolundan geçer çoğu zaman. Çünkü modelleme, bilginin doğasının öğretilmesine ve oluşturulmasına olanak sağlar.

2. İkinci fikir ise; modelleme kavramsal değişimin gözlenebildiği bir çabadır. Modelleme yaparken öğrenciler öğrenmeyi gerçekleştirmeyi kendi oto-kontrol sistemlerini kullanarak yönetirler, bu sayede öğrenciler bilgiyi üretme ve öğrenme şansı bulurlar.

Eric, Dawn, Wanty ve Seto (2015) öğretmenlerin modelleme yeteneklerinin geliştirilmesi üzerine yapmış oldukları çalışmada, modelleme etkinliklerini basite indirgemek ve etkin hale getirebilmek için öğretmenlerin modelleme sürecine yatkın olmalarının gerektiğini yani; modelleme yapma sürecinde gerekli donanıma sahip tecrübelerin var olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ancak; öğretmenlerin fen eğitimi gibi önemli bir derste model ve modelleme ile ilgili bilgi sahibi olması gerekliliğinin yanı sıra öğrencilerin de fikir sahibi olması gerekmektedir. Öğrenciler fen bilimleri derslerinde öğretmenlerinin öncülüğünde modelleri incelemeli, yorumlamalı ve kendi zihinsel modellerini oluşturabilmelidirler bu nedenle de, öğrencilerin model ve modelleme ile ilgili yeteri kadar bilgi sahibi olmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Ergin ve diğ., 2012; Karacan, 2014).

2. 1. 1. 3. 1. Literatürde Yer Alan Modelleme Çalışmaları

Bir model, belirli bir süreç içinde modelleme yeterliliğinin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Fen eğitiminde yer alan modelleme; öğrencilerin zihninde kurgulanmış modeli kullanarak bilindik ve işlevsel özelliklerinin hedeflenen modele göre zorlanmadan algılayıp kavrayabildikleri eşdeğer modellerin ya da yapıların yardımıyla hedef modeli oluşturma biçimidir denilebilir. Öğrenciler ya da bireyler genellikle zihinsel modellerini açık modeller, çizimler ya da iletişim teorisine uygun şekilde aktarırlar (Greca ve Moreira, 2000). Kaiser'e (2010) göre son on yılda ister günlük hayatta, ister teknolojide isterse de fen bilimlerinde olsun modellemenin eğitim-öğretimdeki uygulamaları gelişen ve değişen dünyanın temeli haline gelmiştir.

Modelleme kavramı ile ilgili yapılan araştırmanın konusuna göre farklı algı yaratmaları araştırmacılara şu şekilde yansımıştır: Bazı araştırmacılar modellemeyi zihinde kavramın oluşturulması (mental modeling) şeklinde kurgulamışlardır (Justi ve Gilbert, 2002; Van Direl ve Verloop, 1999). Farklı bir grup araştırmacı ise modellemeyi kavramın sunulmasında yardımcı bir araç olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar modellemeyi *gerçek hayat ile modelleme* (Nisbet ve Putt, 2000; McCrae ve Stacey, 1997), *manipülatif modelleme* (Ertle, 2006; Izsak, 2003; Wenrick; 2003) ve *teknolojik modelleme* (D'Ambrosio ve Mewborn, 1994; Thompson, 1992; Tzur, 1999; Wenrick, 2003; Ortiz, Rico ve Castro 2001) olarak üç ayrı başlık altında incelemişlerdir (aktaran: Şandır, 2010: 13).

Türkiye'de modelleme kavramının uzunca bir geçmişi yoktur aksine; diğer ülkelerde kırk yıldan fazla bir geçmişe sahiptir ancak son yıllarda eğitim ile ilgili çalışmalarda modelleme kavramına olan ilginin gitgide arttığı göze çarpmaktadır (Kant, 2011).

Kütle, kuvvet gibi temel konular üzerine 6. sınıf öğrencileri için model yapma becerilerini geliştirmek amacıyla Amerika'da Mars Projesi uygulanmıştır. Araştırmada öğrenciler pratik uygulama, tahmin yürütme ve bir bilgisayar üzerinden fikirlerini beyan ederek model oluşturma, modeli çalıştırma ve modelleri karşılaştırmayı bizzat kendileri yapmışlardır (Türker, 2011).

Petri ve Niedderer (1998), Almanya'da Fizik öğretimi alan 13. sınıf öğrencileri ile bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacında önceden belirlenen üç modelin (olasılık yörünge modeli, elektron modeli ve gezegen modeli) öğrencilerde yarattığı etkisi araştırılmıştır. Örnek olay yöntemi ile yürütülen araştırmanın sonuçlarında; öğrencilerin en gelişmiş atom modellerini öğrenmelerine rağmen, analiz edilen verilerin öyle olmadığı araştırmada kullanılan üç modelden uzak tutum sergiledikleri görülmüştür. Öğrencilerin en fazla gezegen modelini ve benzer modelleri benimsedikleri araştırma sırasında ve sonrasında kuvvetlenmiştir.

Barab, Barnett Hay ve Keating (2000) çalışmalarında, üniversite öğrencilerinin güneş sisteminin dinamik modelini yeniden oluşturmak için sanal gerçeklik modelleme araçlarını kullanmışlardır. Veri toplama sürecinde öğrencilere deneyimleri ve süreç içindeki deneysel deneyimlerinin oluşturulması ve geliştirilmesinde faydalı olabilecek kapsamlı sorular yöneltilmiştir. Bulgular; öğrencilerin dünya-güneş sisteminin statik bir modelini, dünya ay-güneş sisteminin dinamik bir modelini yapmayı başardığını göstermiştir. Gruplar arasında zaman zaman çalışmalarının boyutları hakkında paylaşımlar olmuştur. Sonuçta; öğrenciler oluşturdukları modelleri ve bu modellerin standart modelle nasıl bir bağlantı olduğunu değerlendirmeye almışlardır.

Justi ve Gilbert (2002) 39 fen bilimleri öğretmeninin fen eğitimindeki modellere ait rolleri ile ilgili görüşlerini belirlemiştir. Sınıf içi etkinliklerde model ile ilgili görüşlerin nasıl uygulanacağı, öğrencilerin modelleme etkinliklerine öğretmenlerin nasıl dönüt vereceği ve modellerin konum-değerlerini içeren görüşler 3 gruba ayrılmıştır. Araştırma sonucunda; genellikle öğretmenlerin modeller hakkında bilgi sahibi olmasına rağmen sınıf ortamında nasıl uygulanacağına dair bilgilerinin daha az olduğu tespit edilmiştir.

Güneş ve diğerleri (2004) eğitim fakültelerindeki görev yapan fen ve matematik öğretim elemanlarının hem fen bilimlerinde, hem de fen bilimleri eğitiminde önemli bir yere sahip olan modellerin ne olduğu, fendeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Örneklem grubuna 30'u likert tipi, biri açık uçlu olmak üzere 31 sorudan oluşan bir anket uygulamışlardır. Araştırma

sonucuna göre, model ve modelleme kavramlarının fen öğretimi içerisindeki rollerinin ve amaçlarının önemini vurgulanmıştır. Açık uçlu sorulardan toplanan verilere göre model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Maaß (2006) düşük seviyeli öğrencilerin de dahil edildiği araştırmada, deneysel verileri temel alan modelleme becerilerinin eski tanımlamalarına eklemeler yapmak amacıyla "Modelleme becerileri nelerdir?" sorusuna yanıt aramayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda düşük seviyeli öğrencilerin dahi modelleme becerilerini geliştirebilecek bir yapıya sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama sürecinin sonuna doğru hemen hemen tüm öğrenciler bilindik sonuçlarda olduğu kadar bilinmedik sonuçlardaki modelleme problemlerinde de yetenek sahibi olmuşlardır. Bu öğrenciler, alt seviyedeki yeteneklerinin tamamını göstermese de her defasında doğru olmamakla birlikte modelleme sürecine ilişiksiz olarak girişkenlik gösterebilmişlerdir. Öğrencilerin büyük bir kısmı seviyeye uygun üst bilişsel modelleme yeteneklerini yapılandırabilmişlerdir.

Ogan-Bekiroğlu (2007) fizik öğretmenleri adayları ile yaptığı çalışmasını iki amaç doğrultusunda yürütmüştür. Birinci amaçta; öğretmen adaylarının ay ve ayın evreleri hakkında bilgisini ortaya çıkarılmış, ikinci amaçta ise; model tabanlı öğretimin öğretmen adayları üzerindeki görüşlerinin etkisi belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının Chi ve Roscoe'nin belirlediği sınıflandırmaya göre zihinsel modelleri gruplandırılmıştır. Bulgulardan elde edilen verilerde, model tabanlı öğretimin öğretmen adaylarının hatalı ve yapılandırılmamış modellerini yapılandırılmış modellere dönüştürdüğünü tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre; öğretim programı ve öğretmen eğitimi açısından önemli görülen kısımların olduğu çıkarılmıştır.

Kertil (2008) her biri geleneksel eğitim sisteminde yetişen devlet üniversitesinde öğrenim gören 4. sınıf matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde nasıl ortaya çıktığını ve bu becerilerin farklı çalışma ortamlarında ne gibi farklılıklar gösterdiğini ortaya koymak amacıyla bu çalışmayı yapmıştır. Veri toplama aracı olarak, modelleme sürecindeki becerilerinin belirlenmesi için modelleme testi (ön-test ve son test) ve modelleme etkinlikleri kullanılmıştır. Modelleme etkinliklerinde elde edilen nitel verilerin analizinde kategori yöntemi ve betimsel istatistik uygulanmıştır. Çalışma sonucundan elde edilen bulgulara göre; öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Görüşmelerden elde edilen bulgular ise; öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine çok uzak olduklarını ortaya çıkarmakla birlikte, çalışmanın öğretmen adaylarının problem çözmeye bakış açılarına önemli katkılar sağladığı vurgulanmıştır.

Ferri ve Blum (2009) üniversite dördüncü sınıfta öğrenim gören 25 öğretmen adaylarına yönelik düzenlenen seminer kapsamında öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini nasıl yapılandırdıklarından çok modellemeyi nasıl öğretebileceklerini keşfetmelerini amaçlayan bir çalışma yapmayı amaç edinmişlerdir. Seminer süresince öğretmen adayları gruplar halinde çalışmış ve araştırmacılar beyin fırtınası, düşün-eşleş paylaş gibi öğrenme metodları kullanarak semineri tamamlamışlardır. Öğretmen adaylarından düşünme ve öğrenme süreçlerini kararlaştırmak için öğrenme günlükleri yazmaları sağlanmıştır. Seminer sonucunda, yazılan günlükler toplanarak uygulanan yöntemler, öğretmen adaylarının modellemenin öğretimi ve öğrenimi hakkındaki düşünceleri önemsenerek analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda; öğretmen adaylarının seminerden önce modellemenin bu kadar geniş bir kapsama yayıldığını bilmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının alan yazında yer alan modelleme yaklaşımlarını ve döngülerini anlama konusunda sorun yaşadıkları ortaya çıkmıştır.

Aslan ve Yadigaroğlu'nun (2014), eğitim fakültelerinde yer alan fen, fizik kimya biyoloji ve matematik eğitimi lisansüstü öğrencilerinin fen bilimlerinde ve fen eğitiminde önemli bir yere sahip olan modellerin rolü ve doğası ile modelleme hakkındaki düşüncelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın katılımcıları üniversitede öğrenim gören 30 lisansüstü öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmanın verileri MANOVA testi ile analiz edilmiştir. Bulgulardan elde edilen verilere göre; lisansüstü öğrencilerinin branşları açısından anlamlı bir farkın olduğu, cinsiyet, lisansüstü derecesi, öğrenim yılı, modelleme dersini alma ve aşama durumuna göre anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, lisansüstü öğrencilerine yönelik fen eğitiminde yer alan model ve modellemenin yapısı ayrıca görevinin önemi ile ilgili bazı noktalarda eksik olduğunu ortaya çıkmıştır.

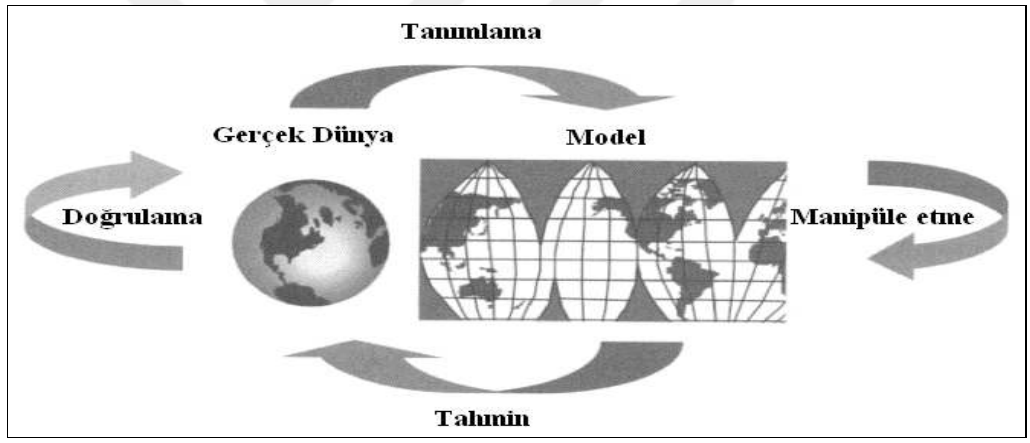
Düşkün ve Ünal'ın (2015) literatürde yer alan değişik çalışmaları bir araya getirerek fen bilimleri eğitiminde sıkça kullanılan modelle öğretim yöntemini ve bu yöntemin alana bıraktığı etkinin önemi araştırılmıştır. Taramadan elde edilen verilen betimsel analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Araştırma sonucuna göre modeller, öğrencilerin beş duyu organıyla algılanamayan ve boyutlarından dolayı sınıf ortamına getirilemeyen nesneleri anlamasına yardımcı olduğunu ayrıca; uluslararası literatürde benzer bulguların da olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrencilerin algılamakta zorlandıkları konularda analojik modellerin kullanılmasının yerinde bir karar olacağı düşünülmektedir.

Şandır (2010) çalışmasında; literatürde yer alan araştırmalarda modellemenin (gerçek hayat, manipülatif ya da teknolojik modelleme) öğrenmeye etkisinin olumlu yönde olduğundan bahsedildiğini söylemektedir (D'Ambrosio ve Mewborn, 1994; Ertle, 2006; Izsak, 2003; Nisbet ve Putt, 2000; McCrae ve Stacey, 1997; Ortiz, Rico ve Castro, 2001;

Thompson, 1992; Tzur, 1999; Wenrick, 2003). Ayrıca bunun sonucu olarak, öğretim programı kapsamında yürütülen çalışmalarda modelleme gibi metodların kullanılmasının desteklendiğini ve bu yönde eklemeler yapıldığını vurgulamıştır (NCTM, 2001; İngiltere, 2008).

2. 1. 1. 3. 2. Modelleme Döngüleri

Modelleme birçok aşamadan oluşan aktiviteleri içinde barındıran, hangi ayrıntının ne şekilde ve nasıl bulunduğunu belirleyen karmaşık bir süreç olarak tanımlanabilmektedir. Bu bağlamda bir modelin; belirlenmiş modelleme nitelikleri kapsamıyla beraber, belirli bir aşama sonucunda meydana geldiği sonucuna ulaşılmaktadır. Şekil 19'da yer alan kavram haritasında modelleme işleminde belirlenen süreç içerisinde neler yaşandığı ve yaşananların birbiri ile ilgili olan döngüsel ilişkileri görsellikle tanımlanmaya çalışılmıştır (Korkmaz, 2010).



Şekil 19. Modelleme döngüleri (aktaran: Karalı, 2013: 33).

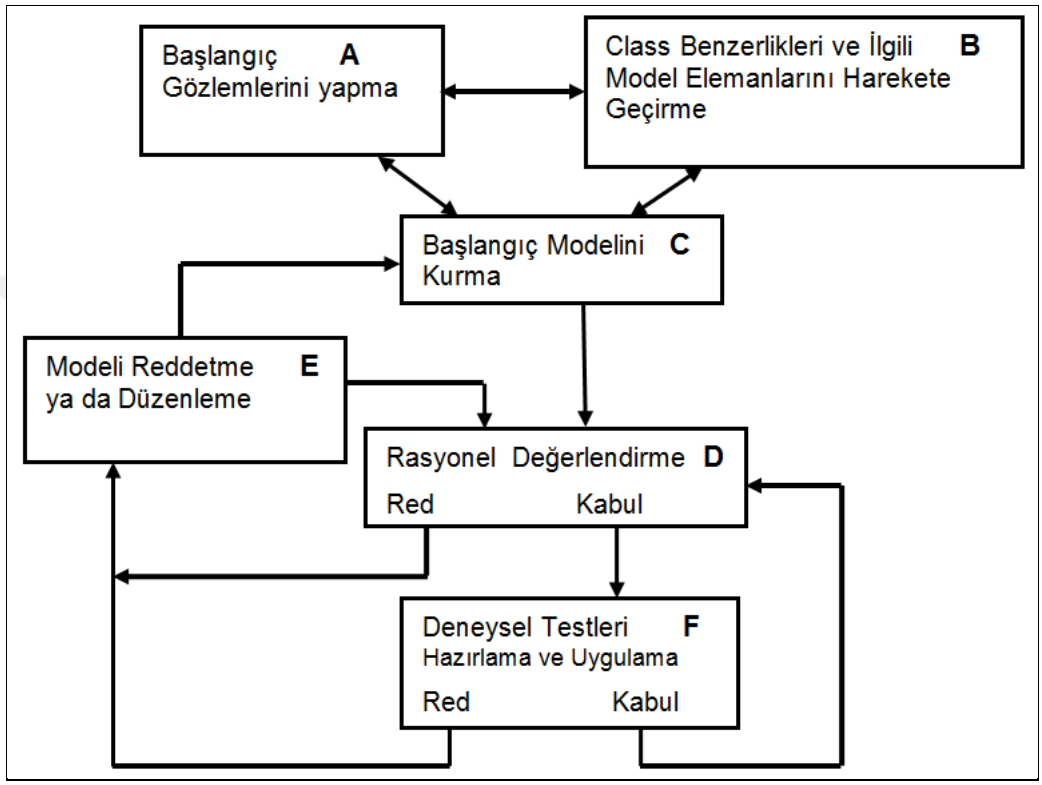
Lesh ve Doerr'a (2003) göre modelleme döngüsü dört aşamalı devinimsel bir yapıya sahiptir:

1. *Tanımlama:* Model ile gerçek dünya arasında bağlantı kurma işidir.
2. Manipüle Etme: Belirlenen problem ile ilgili çözüme yönelik fikir yürütmek.
3. *Dönüştürme/Tahmin:* Bağlantılı sonuçları gerçek dünya ile sentezlemek.
4. *Doğrulama (Geçerlilik):* Sonuçlar ile gerçek dünyanın arasındaki uyumu kontrol etmek.

Literatürde yer alan birçok araştırmalara konu olan modelleme kavramının döngüsünün aşamaları araştırmacılar tarafından nasıl ve ne şekilde oluşturulduğuna dair şematik gösterimleri aşağıda verilen başlıklar halinde özetlenmeye çalışılmıştır:

1. Clement'in (1989) Modelleme Döngü Şeması

Clement'e göre (1989; 1993) öğrencilerin modelleri için; analojilerden yola çıkarak 'hipotez kurma-değerlendirme-uyarlama' üslubu tercih edilmeli, sadece nicel kuralların var olduğu ve özelden genele fikir yürütme amacındaki laboratuar çerçevesinde sınırlanan kalıptan uzak tutulmalıdır.

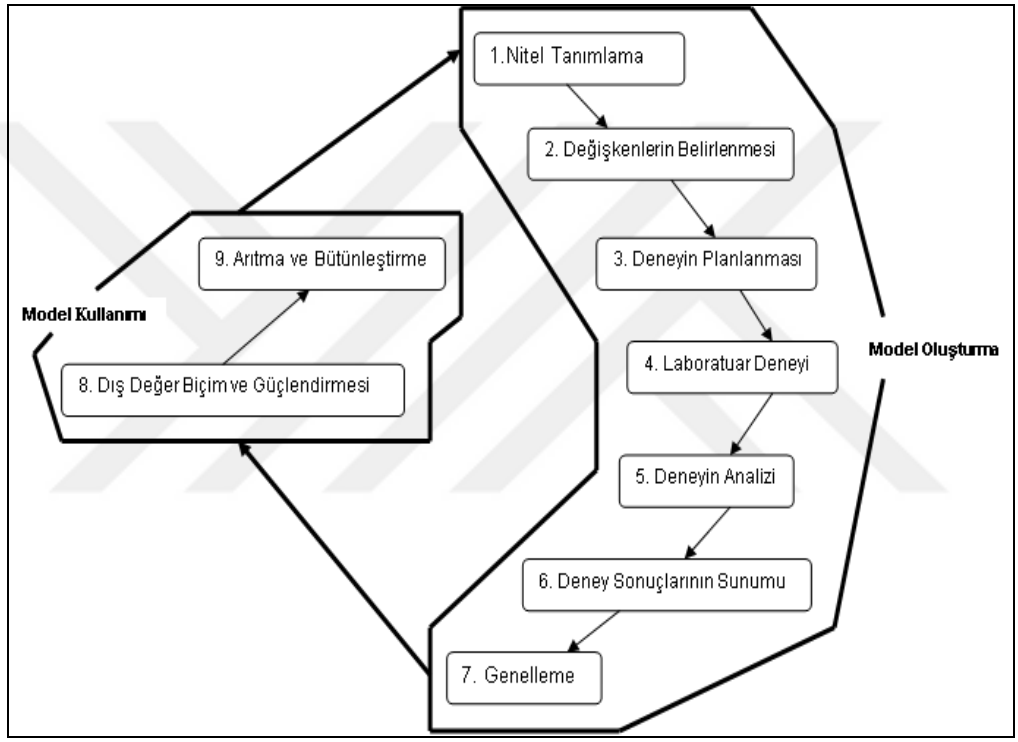


Şekil 20. Clement'in model kurma döngüsü (1989; 1993).

Döngüde var olan kuramsal çerçevede; *(A kısmında)* bir fikir ortaya atılarak gözlem yapılır, fikir doğrultusunda model elamanları benzetişim sonucunda harekete geçirmek istenir *(B kısmında)* bu tutum, modeli ortaya koymak için yeterli bir gözlem olmasa da modelin ön hazırlığı için yeterli kabul edilebilir. *(C kısmında)* ön hazırlıklar tamamlandığında modelin ilk aşamasına geçilir, bu kısım; ön bilgilerin model ve ortaya çıkan ürün arasında var olan ilişkisini yansıtır niteliktedir. *(D kısmında)* değerlendirme aşaması kendi içerinde rasyonel ve deneysel kısım olarak ikiye ayrılır. Rasyonel kısım; modelin diğer modeller ve geriye kalan aşamalarının ne kadar doğruluk payı olduğu sunar. Deneysel kısım ise; ilk başta ortaya atılan modelin ve fikrin tutarlılığı doğrultusunda reddetme ya da kabul etme kısmıdır. Red etme ve kabul etme her iki kısımda da mevcuttur. Clement'in (1989; 1993) yapmış olduğu bu döngü öğretim yönünden ele alındığında, öğretmenlere yol gösterici bir tutumu olmadığı görülmektedir.

2. Hestenes'in (2002) Modelleme Döngüsü

Hestenes (2002) modelleme döngüsü, 'Model oluşturma ve Model kullanımı' olarak iki ana kısımdan oluşmuştur. Model oluşturma kısmı kendi içinde nitel tanımlama, değişkenlerin belirlenmesi, deneyin planlanması, laboratuar deneyi, deneyin analizi, deney sonuçlarının sunumu ve genelleme olarak sıralanmaktadır. Model kullanımı kısmı ise dış değer biçim ve güçlendirmesi & arıtma ve bütünleştirme şeklinde sıralanmıştır. Hestenes'e ait bu döngüde Karplus'un öğrenme halkasından yansımalar göze çarpmaktadır.



Şekil 21. Hestenes'in (2002) modelleme döngüsü

a) Model oluşturma kısmı:
   1. *Nitel tanımlama aşamasında* öğrenciler modellenecek olguyu görerek, olguyu açıklamada kullanılacak kavramlar için uygun öneriler sunmaktadır. Öğretmen; bu aşamada öğrencilere ait önerilerin tümünün notunu tutmaktadır.
   2. *Değişkenlerin belirlenmesi aşamasında* öğrenciler grup çalışması oluşturarak modelin bileşenlerini belirler yani, olayın neden-sonuç ilişkisini ve deneyde ölçülebilecek değişkenleri netleştirirler. Bu aşama, döngünün temel aşaması olarak kabul edilmektedir (URL7). O yüzden bu aşamada olabildiğinde net fikirler olmalı ve gereksiz öneriler elenmelidir. Öğretmen,

grup halinde çalışan öğrencilerden bu değişkenleri kullanarak matematiksel bir sunum yapmalarını istemektedir.

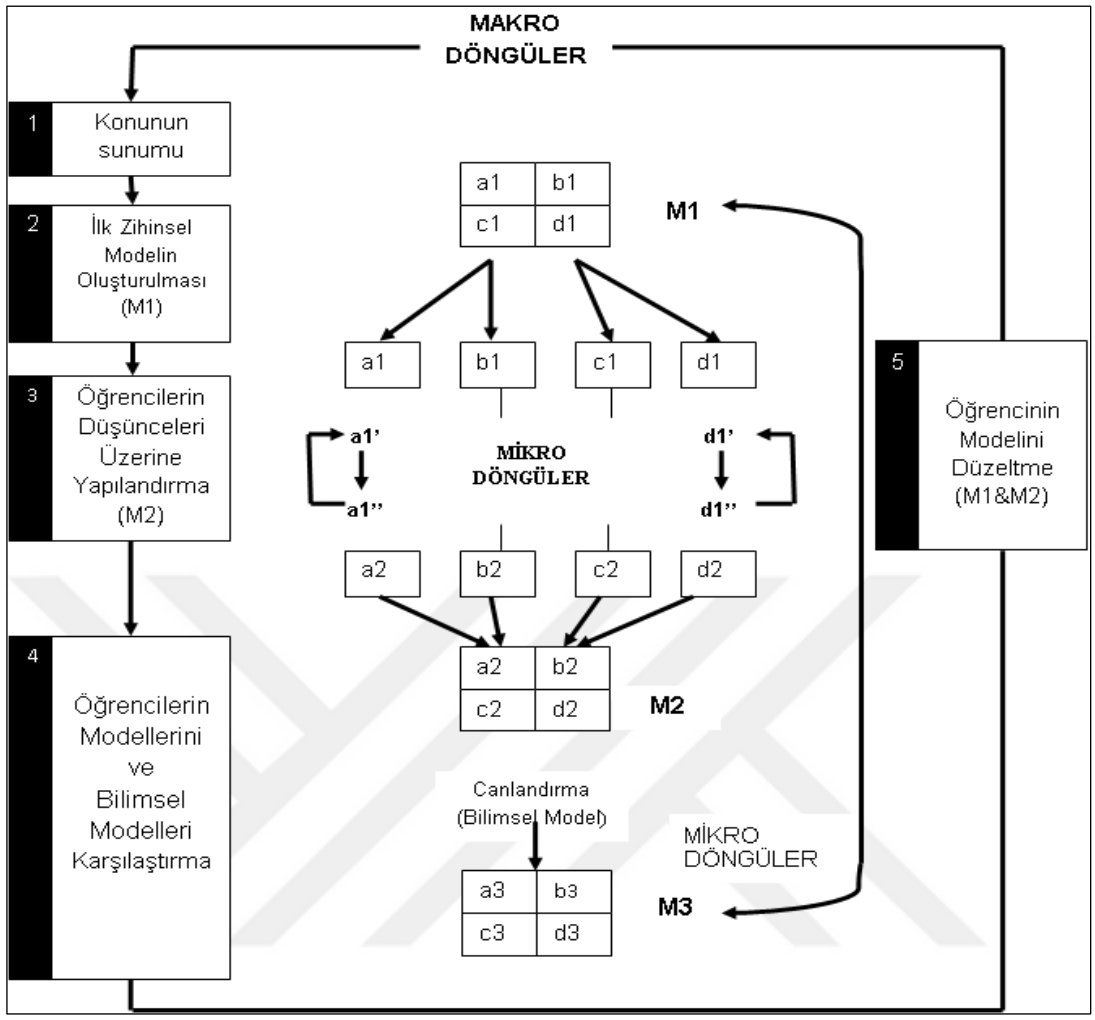
3. *Deney planlaması aşamasında* gruplar deneyin planını yaparlar. Deney esnasında oluşabilecek tehlikelere karşı öğretmen öğrencilerine uyarıda bulunur.
4. *Laboratuar deneyi aşamasında* gruplar deneyi sonuçlandırdıktan sonra verilerini not ederler.
5. *Deneyin analizi aşamasında* öğrenciler deneyde elde edilen verileri kendilerine verilen yazı tahtalarına tablo, grafik, şema, şekil ve denklem şeklinde özetledikten sonra olgu ile ilgili model tarzlarını ortaya çıkarırlar.
6. *Deney sonuçlarının sunumu aşamasında* öneriler olgunlaşıp sunum aşamasına geçilir. Rastgele seçilen gruplardan birkaçı modellerini sınıf ortamında sunarlar. Gruplar kendi arasında ortaya konulan model hakkında tartışma ve eleştirilerle fikir alış verişinde bulunurlar.
7. *Genelleme aşamasında* öğretmenin üstlendiği rol gereği veriler formüle edilerek fiziksel ilkelerin ya da yasaların matematiksel sunumuna ulaşılmaya çalışılır ve model oluşturma aşaması tamamlanılır.

b) Model kullanımı kısmı:

8. *Dış değer biçim ve güçlendirme aşamasında* öğrenciler kendilerine verilen problem ve etkinlikler üzerinde çalışarak modellerini kullanmayı öğrenirler. Problem çözümü esnasında işbirlikçi grup devreye girer. Çözümler yapıldıktan sonra grup içerisinden gönüllü olan bir kişi sözcü olur ve problem çözümünü sınıfa sunar. Öğretmenin önderliğinde çözüm de var olan kavram yanılgıları sınıf ortamında tartışmaya sunulur ve model kullanılarak bu yanılgılar giderilir. Öğretmenin üstlendiği görev; çıkabilecek olası tartışmaları konuya yönelik tutup çizgisinin dışını çıkartmamak, soruları olgunun değişik bölümlerini ön plana çıkaracak şekilde sormak ve netliğe kavuşturmaktır.
9. *Arıtma ve bütünleştirme aşamasında* modelin sınırlarını netleştirmek için gösteri deneyleri, sınıf tartışmaları, video klipler ve okuma metinleri kullanılarak ilgili olan ya da olmayan koşullara örnek gösterilebilir. Bu aşamada, döngünün diğer aşamalarında geliştirilen kavramsal ve deneysel çıkarımlar açığa kavuşturulur (aktaran: Bilal, 2010: 44).

3. Nunez-Oviedo'nun (2004) Modelleme Döngüsü

Nunez-Oviedo'nun (2004) yapmış olduğu döngüde 3 ana kısım üzerinde yoğunlaşmaktadır: Makro döngü, Mikro döngü ve Öğrenme yolları şeklindedir.



Şekil 22. Nunez-Oviedo'nun (2004) modelleme döngüsü

Makro döngü; öğretmen ve öğrenci döngüsü olmak üzere iki temel kısımdan oluşmaktadır. Öğretmen döngüsü kısmı, modelleme sürecinde öğretmenin tutum ve davranışlarını, öğrencisi döngüsü ise; bu tutum ve davranışlar sonucunda öğrencide oluşan bilişsel süreçleri ele almaktadır.

Şekil üzerinden betimleme yapılırsa; makro döngü öğretmenin konuya açıklık getirmesi ile başlar. Bu aşamada amaç; öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgilerini yoklayarak daha önceden öğrendiklerini hatırlatarak hedef model ile bağlantı kurmaktır. Güncel hayat deneyimleri öğrencilerin konu ile ilgili zihinsel modellerini gün yüzüne çıkarmada yarar sağlamaktadır.

(M1 kısmında) öğretmen öğrencilerin hedef model hakkındaki ön bilgilerini ortaya çıkartırken var olan zihinsel modelini ortaya koymada yardımcı olur. Bu aşamanın en önemli amacı; öğrencilerin başlangıçtan süreç sonuna kadar ne kadar yol aldığını tespit etmektir.

(M2 kısmında) öğretmen bu aşamada, öğrencilere yönlendirme yaparak hedef model doğrultusunda karmaşık bir model oluşturmalarını sağlar. Mikro döngülerle ve uygun eleştiri kapsamında hedef modele uygun ortalama bir zihinsel modelin oluşturulmasında, öğretmen ve öğrencileri birlikte hareket ederler.

(M3 kısmında) öğrencilerinin bilim adamlarının modeli ile kendi modellerini karşılaştırmak için, öğretmen; animasyon, sunum ve okuma parçası verir. Bu kısımdaki amaç; var olan modelin son aşaması olarak değil de, yalnızca bilimsel modelin bilim adamının bakış açısı altında nasıl irdelendiğini vurgulamaktır.

Son kısımda ise öğretmen öğrencilerinden başlangıç modeli olan M1 ile modelin son hali olan M3'ü karşılaştırmalarını ister. Eğer gerek ise başlangıç modeli üzerinde değişiklik yapılır ve öğrencilerin kendilerine eleştirel bakış açısı altında biliş-üstü yorumları yapmalarına taban oluşturulur.

Şekil 22'de iç kısımda mikro döngünün olduğu görülmektedir. Mikro döngüler, öğretmenler tarafından öğrencilerin modellerinin eksik ya da hatalı olan kısımlarını onların kendilerinin farkına varması için istendik olarak uyumsuzluk yoluna giderler, ardından öğrencilere var olan yanılgılarına yönelik pek çok çözüm yolları bulmalarına rehberlik ederler.

Mikro döngü; şekil 22 incelendiğinde kavramsal bir ağ şeklinde olduğu görülmektedir. M1 modelinden M2 modeli giden aşamada M_1^{I}, M_1^{II}, M_1^{III}, ... ,M_1^{n} veya M2 modelinden M3 modeline M_2^{I},M_2^{II},M_2^{III}, … ,M_2^{n} varan bir aşama söz konusudur. Bunlar modelin yapılandırma ve eleştirel döngüleridir. Mikro döngüde asıl amaç; öğretmen ve öğrenciye ait *Üretme-değerlendirme* ve *Değiştirme* ya da *Geçersizliğini* ortaya çıkarmaktır. Öğretmen öğrencilerin fikir üretmesinde, gözden geçirmesinde ve modelindeki unsuru değiştirmesinde yönlendirme yapar.

(M_1 ya da M_2) mikro döngüde öğretmen ilk olarak doğru olmamış, daha önceden deneyim geçirmemiş, eksik ya da oluşturulmamış kısma odaklanarak öğrencinin dikkatini bu kısma çekmeye çalışır. Buradaki amaç öğretmenin, öğrencinin modelinde yer alan bilimsel yönden doğru olan hedef modelini benzer noktalarla ilgili, güdüleyici tavırda bulunarak öğrenciye bu hissi paylaşmaktır.

(M_1^{I} ya da M_2^{I}) öğretmen, öğrencilerin modellerindeki bilimsel olmayan yönleri öğrencilerde dikkat çekmek için hoşnutsuzluk oluşturur. Bunun için öğretmen en iyi yöntemi belirlemelidir tabi bunun için; öğretmenin öğrencilerin zihinlerinde var olan modeli iyi bir şekilde benimsemesi gerekir. Bu yöntemi seçebilmenin en uygun yolu farklı boyutlarda hoşnutsuzluk olacağını göze alarak öğrencilerin konu ile ilgili amacının (hedef model), ön bilgilerinin ve hazır bulunuşluk (durum) düzeyinin ne olduğunu tespit etmeden

geçer. Bu yöntem işe yararsa eğer; öğrencilerde oluşan modele yönelik az ya da çok düzeyde hoşnutsuzluk oluşur ve en uygun yöntem seçilmiş olur.

Mikro döngünün son aşamasında öğretmen öğrencilerin yaptıkları modelleri gözden geçirmelerini ister, bunun soncunda ise düşüncelerini, gerekirse şayet değiştirmelerine olanak sağlar. Öğrenciler, modellerinde var olan hoşnutsuzluk kısmını değiştirme girişiminde bulunur. Eğer ki ilk aşamada hoşnutsuzluk boyutu az ise öğrenciler düşüncelerini olgunlaştırarak eklenti yapar, hoşnutsuzluk boyutu çok ise tamamıyla değişikliğe gider ve yeniden yapılandırır (M_1^I, M_1^{II}, M_1^{III}, ... ,M_1^n ya da M_2^I,M_2^{II},M_2^{III}, … ,M_2^n).

Öğretme Yolları (taktikleri); öğretmenin sınıf içerinde modelleme etkinliğini en iyi şekilde sunması için seçtiği yoldur. Nunez-Ovideo (2004) bu yolu 'Öğrencilerde uyuşmazlık ve yapılandırma üreten yollar& destekleyici yollar' olarak iki ayırmıştır.

Öğrencilerde uyuşmazlık ve yapılandırma üreten yollar, öğrencilerin zihinlerinde uyuşmazlık ve yapılandırma, aynı anda ya da ayrı ayrı oluşturmaya yönelik yapılan etkinliklerdir. Örneğin; resim yapma, bilgisayar animasyonları vs. M1→M2 veya M2→M3 gibi ara zihinsel modellerin oluşturulmasında ve eşleştirilmesinde kullanılır. Bu etkinliklerin asıl amacı, öğrencilerde var olan zihinsel modelin yetersiz olduğunu ve yerine mantığa uygun, hedef modele uygun modelin bir kısmının ya da bütününün oluşturulmasının önemini hissettirmek olduğundan modelleme sürecinde en uygun şartlarda ve öğrenci değişkenliğini göze alarak seçilmesidir.

Destekleyici yollar ise öğretmenin etkinlik boyunca öğrenciyi gerekli zaman ve şartlar altında fikir yürütmeyi sürdürmeye olanak sağlayan yoldur. Örneğin; diyaloglar, senaryolar, çizimler vs. Tüm bu yapılanlar öğretim süresi boyunca kullanılabilir.

4. Taylor ve Arkadaşlarının (2003) 4 Aşamalı Modelleme Stratejisi

Taylor ve arkadaşları 7-8 yaslarındaki öğrencilerin zihinsel modellerini esas alarak temel astronomi konusunda yapılandırılmasına yönelik pedagojik yaklaşımlarla 4 aşamalı bir döngü oluşturmuştur.

İlk aşamada öğrencilerin zihinsel modelleri ortaya çıkarılır ve sınıf arkadaşlarına bu modeli paylaşmaları istenir. Bu davranış esasında öğrencilerin hem kendi zihinsel modellerini hem de sınıf arkadaşlarının zihinsel modellerini karşılaştırarak konu ile ilgili ön bilgilerini ortaya çıkarmaya fırsat sunar.

İkinci aşamada ortaya çıkarılan zihinsel modellerden hangisi veya hangileri konu ile paralel düşünceye sahip olduğu belirlenir. Belirlenen zihinsel model ile birlikte yeni problem durumlarına çözüm aranır. Burada önemli olan öğrencilerin zihinsel modellerine yönelik tahmin ve gözlemlerini sunmalarını zemin hazırlamaktır.

Üçüncü aşamada ikinci aşamada oluşturulan zihinsel modelin bulgularına yönelik arkadaşları ile fikir alışverişi esnasında eleştirisel ve değerlendirici yorumlara yer verilir.

Öğrenciler, modellerini sunarken arkadaşlarından gelecek olan olumlu veya olumsuz sorular karşısında modellerini savunma mekanizması geliştirecek ve bu sayede problem ile ilgili bilimsel modeli güçlendirmiş ve pekiştirmiş olacaklardır.

Dördüncü aşamada ise ortaya konulan model ve kullanılan modellerle ilgili yansıtma etkinliklerine yer verilir. Öğrenciler kullandıkları modelin sahip olduğu zihinsel modeline birebir uymadığını yani modelin ölçeklendirilmiş halini almadığını; modellerin zihinsel modeli yeniden oluşturmada ve kontrol etmede yardımcı olacağının farkına varırlar.

5. Halloun'un (2004) Modellemeye Dayalı Öğrenme Döngüsü

Halloun'un modelleme döngüsü; keşfetme, model oluşturma, model formulasyonu, modelin uygulanması ve modelin değerlendirilmesi şeklinde 5 aşamadan oluşmaktadır.

Keşfetme aşaması modelleme döngüsünün ilk aşaması bu aşamadır. Bu aşamada, öğrencileri bir problem durumu oluşturulur ve zihinsel modeli bu problemi çözemeyecek kıvamda olması sağlanır. Buradaki amaç; öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modelin problemi çözme yetisine sahip olmadıklarını görmelerini sağlamaktır. Keşfetme aşaması kendi içerisinde kanıtlama ve sözde model olarak ikiye ayrılır. Sözde model aşamasında, öğretmen yönlendirme yapar ve problem durumuna açıklık getirip öğrencilerde oluşturulacak modelin içeriği ve işleyişi netleştirilir. Kanıtlama aşaması ise; problem durumunun animasyonlarla, gösteri deneyleriyle, videolarla veya örnek olaylarla açıklandığı aşamadır (Halloun, 2004: 193-203).

Problem durumunda kullanılacak olan zihinsel modellerin neler olduklarının belirlenmesi gerekir. Bunu gerçekleştirebilmek için de öğrencilere bireysel çalışma kağıdı hazırlanabilir. Zihinsel modeli belirlemenin en doğal yolu; konu ile ilgili metin yazmaları, resim çizmeleri, tablo ve grafik oluşturmaları olabilir. Problem durumu öğrencilere sunularak problemle ile ilgili bireysel zihinsel model yapılandırmaları istenir. Öğrenciler isteğe bağlı homojen veya heterojen gruplar oluşturarak, grup üyelerinin sahip oldukları zihinsel modeller tartışmaya açılır ve grubun probleme yönelik ortak bir zihinsel model oluşturması sağlanır. Gruplar ortak görüşe dayanan zihinsel modellerini sınıf arkadaşlarına sunarlar. Derinlemesine inceleme barındıran bu aşamada, gruplar sınıfla beraber oluşturulan modellerin incelenen sistem, olay ve olgu ile ilgili benzer ve faklı yönlerini tartışacaktır. Bu bağlamda öğretmen ortaya çıkarılmak istenen modeldeki ana hatları öğrencilere kanımsatmak için analoji veya örnek olay yöntemini kullanabilirler (Ünal-Çoban, 2009: 189).

Model Oluşturma aşaması akla uygun model önerisi ve deney tasarımı olmak üzere iki alt basamaktan oluşmaktadır. Akla uygun model önerisi basamağında model hipotetik olarak incelenir. Deney basamağında ise, gündelik hayatta karşılaşan probleme yönelik çözüm olup olmadığı deney veya gözlem ile desteklenir. Model oluşturmadaki ortak amaç;

öğrencilerin mantığa yatkın bir model tasarlamalarına fırsat sunmaktır (Halloun, 2004: 203-209).

Üzerinde durulacak temel problem durumu; simülasyonlar, deneyler ve diğer etkinliklerle birlikte öğrencilerin dikkatini çekecek şekilde sunulmalıdır. Keşfetme aşamasındaki gruplarla oluşturulan modellerden faydalanılarak problem durumu için ortak bir model oluşturulur. Ortaya konulan modelle açıklanabilecek bir düşünce deney düzeneği ile test edilerek olması muhtemel sonuçlar belirlenir (Ünal-Çoban, 2009: 192).

Model Formülasyonu aşaması deney yapma ve rasyonel açıdan inceleme olmak üzere iki alt basamaktan oluşur. Deney yapma aşamasında model oluşturma aşamasında tasarlanan deney uygulanıp sonuçlar değerlendirmeye alınır. Model mantığa uygun açıdan ele alınarak; temsil ettiği konu kapsamı, işlevi, oluşum yapıları ve işleyişi ile ilgili kavramsal bilgileri ortaya konur (Halloun, 2004: 210-215).

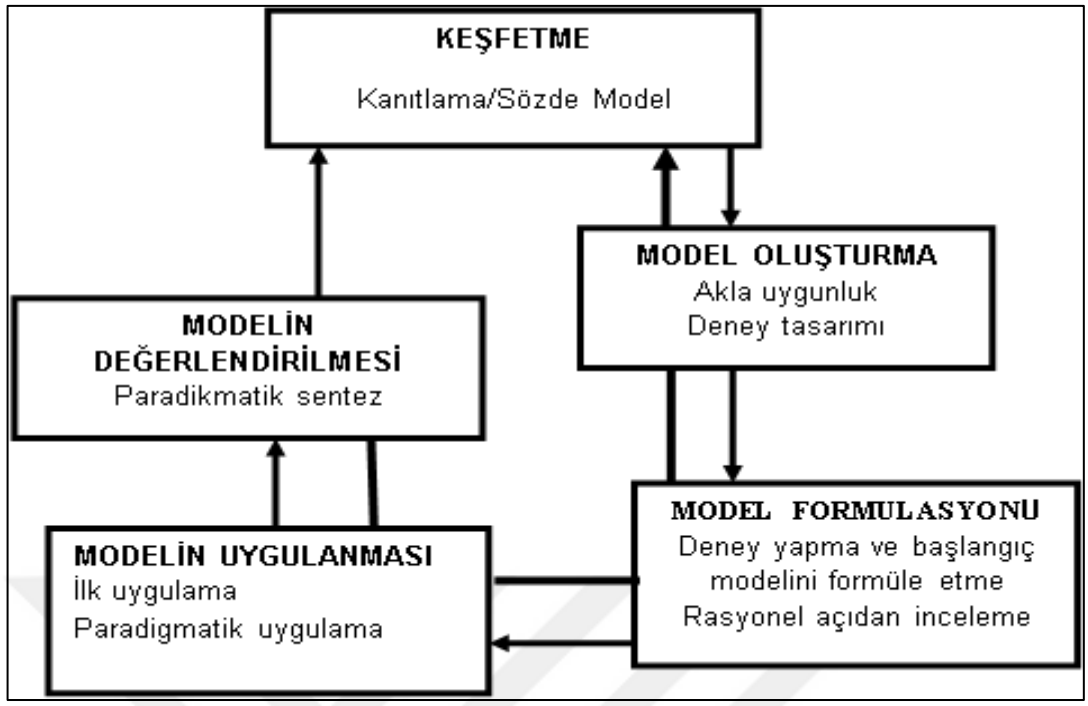
Model oluşturma aşamasında tasarlanmış olan düşünce deneyleri yapılarak, deney sonucunda olası tahminler sonuçlar ile karşılaştırılır. Eğer ki her iki durumda elde edilen sonuçlar birbiri ile uyumlu ise güçlü bir model olduğu sonucu çıkarılır. Aksine sonuçlar birbiri ile uyumlu çıkmazsa modelin zayıf yönleri olduğu anlaşılır. Bu durumda öğrencilerle beraber eksik yönler tespit edilip model geliştirilmeye çalışılınır. Bu süreç benzetim ve açıklamaların olduğu tümevarımsal yapılandırmaları barındırdığı için öğrencilere yardımcı olmuştur (Ünal-Çoban, 2009: 194).

Modelin Uygulanma aşaması deneylerden elde edilen sonuçlardan yola çıkarak modeller farklı durumlara uygulanıp geliştirilmeye çalışılır (Halloun, 2004: 215-222).

Modelin Değerlendirilme aşaması modele ait kuram veya gerçekle ilişkisinin kapsam içerisinde modelin hangi konumda yer aldığının belirlendiği aşamadır. Aynı zamanda öğrenciler kendi öz değerlendirmelerini, öz düzenlemelerini, kavramsal ve paradigmatik profillerindeki kişisel değişmelerini fark ettikleri kısımdır (Halloun, 2004: 224-230).

Bu aşamada; modelin güvenilirliği, geçerliği ve uyumu gibi özellikleri ele alınır. Gerektiği taktirde; modelde düzenlemeler yapılır ve modelin içeriği belirlenir. Öğretmen sınıf öğrencilerini gruplara ayırarak gündelik hayatta karşılaşılabilecek sorunları belirlemelerini ister. Daha sonra oluşturulan problemler gruplar arasında değiştirilerek oluşturulan bu model ile çözüm bulmaları istenir. Bu durum öğrencilerin modeli benimsenmesine zemin oluşturur (Ünal-Çoban, 2009: 196).

Halloun'un model döngüsünde temel amaç günlük hayatta var olan bir modeli geliştirmek aynı zamanda da bilimsel bir kuramı doğrulamaktır.



Şekil 23. Halloun'un (2004) modellemeye dayalı öğrenme döngüsü

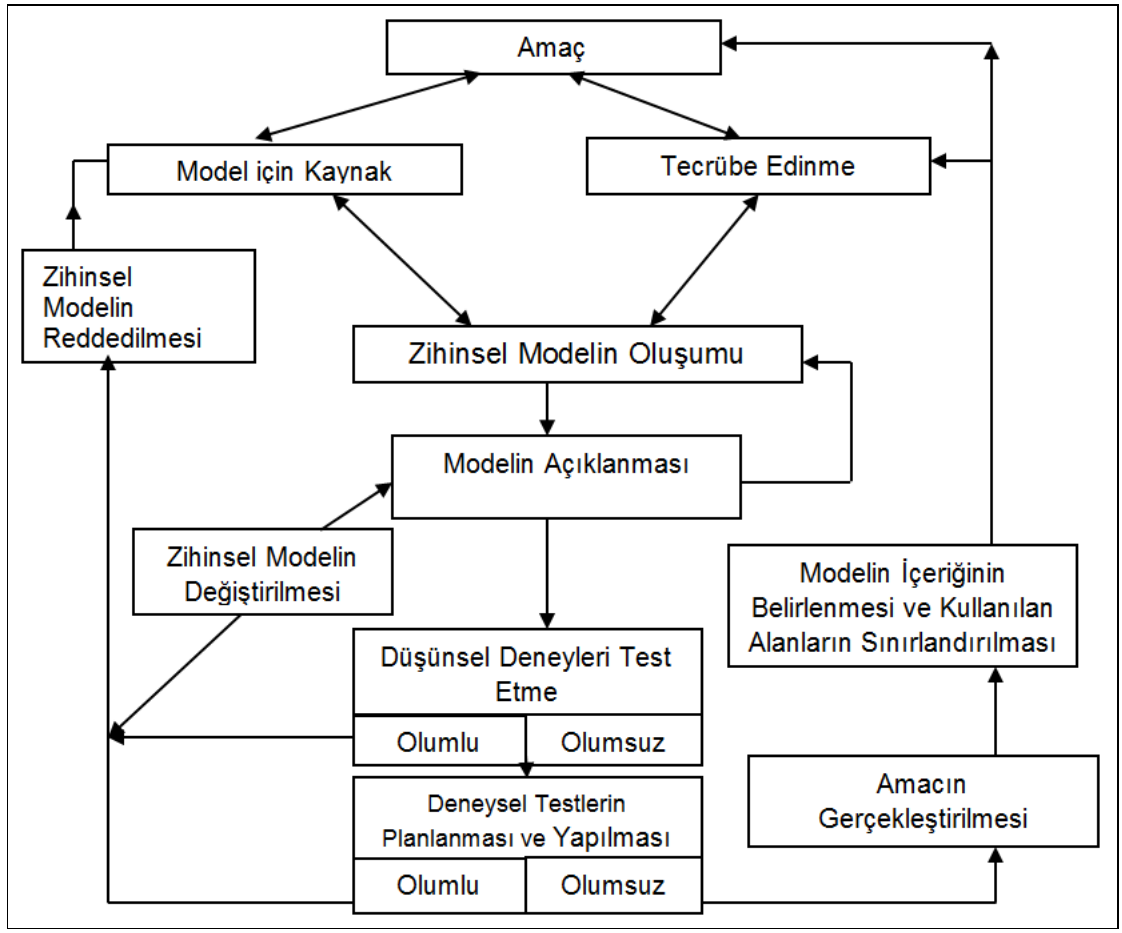
Halloun'un 5 aşamalı model döngüsü 2005 yılında öğretim programına hızla giriş yapan ve hala güncelliğini koruyan yapılandırmacı yaklaşımın 5E yöntemi ile benzerlik yönü dikkat çekmektedir.

6. Justi ve Gilbert'in (2002) Modelleme Döngüsü

Gilbert ve Justi'nin (2002: 384) oluşturdukları modelleme döngüsünün başlangıç aşamasında diğer modelleme döngüleri gibi belirli bir amaç doğrultusunda karar alınmasını benimsedikleri görülmektedir. Belirtilen amacın bireyin anlaması açısından; var olan uygun bir modelin zihinsel modelinin mi oluşturulacağı, başka bir modele mi uyarlanacağı ya da yeni bir model mi türetileceği hakkında (Ünal-Çoban, 2009), modelleme işlemine konu olacak problem durumunun net bir şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Modelleme sürecini yürütecek olan birey ya da öğrencinin modelle ilgili yapılacak olan her şeyi gözlemlemesi ve tecrübe edinmesi gerekmektedir. Hedef modelin oluşturulma sürecinde kaynak seçiminin belirlenmesi ve belirlenen kaynağın kısımlarının hedef modelin kısımları ile bağlantılı bir şekilde analojisinin uyuşması gerekmektedir.

Yapılan işlemler sonucunda, hedeflenen zihinsel modelin oluşumu gerçekleşmektedir. Meydana getirilen zihinsel model; görsellerle, materyallerle, sözel ya da matematiksel gibi farklı yollarla ifade edilebilmektedir. Oluşturulan zihinsel model tecrübelenmiş düşünce deneyleri ile ilişkilendirilir. Olması beklenen sonuçlar ile zihinsel modelin deneylerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılır. Sonuçlar, beklendik bir durum

içerirse modelin kullanım alanları ve sınırlılıkları belirlenir ancak; beklenmedik bir sonuç ile karşılaşılırsa zihinsel model iptal edilerek modelleme sürecinin ilk aşamasına geri dönülür.



Şekil 24. Gilbert ve Justi'nin (2000) modelleme sürecinin modellenmesi

Literatürde yer alan modelleme döngülerinin araştırmaya konu olan modelleme işlemine uygunluğu açısından bakıldığında Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsünün uygun olacağı düşünülmektedir. Bahsi geçen araştırmanın süreç-etkinlik şeklinde Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsüne göre uyarlanması Tablo 2 de yer almaktadır:

Yürütülen çalışmada; bu modelleme döngüsünün seçilmesinin sebebi öncelikle zihinsel model oluşumunu kapsamında barındırmasıdır. Akabinde model ifade edilirken materyal, sözel ya da görsellik gibi yolların kullanılması araştırmada seçilen iletişim şekli ile paralellik göstermektedir. Modeli oluşturduktan sonra; zihinde kurgulanan model ile karşılaştırma aşaması, modelleme döngüsünde bulunan *düşünce deneyleri aşaması ile* aynı amacı paylaşmaktadır.

Tablo 2. Araştırmanın Modelleme Sürecinin Justi ve Gilbert'in (2002) Modelleme Döngüsüne Göre Uyarlanması

Araştırmadaki model oluşturma süreci	Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsü
Kurgulanan zihinsel modelin ifade edilmesi	Modelin Açıklanması
Birincil veya ikincil kaynak araştırması	Model için Kaynak Seçimi
Öğrenciler zihinsel modelini oluştururken alan bilgisini kullanma aşamaları	Tecrübelerin Edinme
Uygulama aşamasından sonra ortaya çıkan zihinsel model	Düşünsel Deneyleri Test Etme
Oluşturulan modelin olumlu ya da olumsuz yönlerinin belirlenmesi	Deneysel Testlerin Planlanması ve Yapılması
Kurgulanan zihinsel model ile oluşturulan zihinsel modelin farklarını/benzerliklerini belirleme	Zihinsel Modelin Değiştirilmesi/ Zihinsel Modelin Reddedilmesi
Öğrenciler yaratıcılıklarını ön plana çıkarabilmek için neler yaptıkları	Amacın Gerçekleştirilmesi (ÜRÜN-HEDEF)

Deneysel testlerin planlanması ve yapılması aşaması, üzerinde uygulama yapılacak modelin tasarımı, uygulanması, verilerin toplanması, incelenmesi ve sonuçların zihinsel model ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi, araştırmada oluşturulan zihinsel modelin olumlu ve olumsuz yönlerinin belirlenmesi aşamasındaki modele ait değerlendirme kriterleri ile benzerlik göstermektedir. *Zihinsel Modelin Değiştirilmesi/Zihinsel Modelin Reddedilmesi* aşaması araştırmada yer alan kurgulanan zihinsel model ile oluşturulan modelin farklarını/benzerliklerini belirlerken öğrencilerin zihinsel modellerine yönelik eleştirel bakış açıları bu aşamayı nitelendirmektedir. *Amacın Gerçekleştirilmesi (Ürün-Hedef)* aşaması öğrencilerin modeli oluşturma sürecinde hedeflerine ulaşabilmek için yaratıcılıklarını ön plana çıkarması boyutu ile örtüşmektedir.

Model ve modellemenin öğrenen için üstlendiği rolün hedef ile benzeri arasında bağ kurması için açıklayıcı bir öğretim aracı olduğu görülmektedir (Chittleborough ve Treagust, 2007). Öğrenen için bilinmeyen kavramı zihninde belirli bir süreç geçirdikten sonra yapılandırması için yol gösterici olan modelin önemi, yapılan bazı çalışmaların tespitlerinde vurgulanmaktadır. Ogan-Bekiroğlu (2006), modellerin fen eğitimi için önemini ön plana çıkaran 3 sebebi aşağıda verilen şekilde ifade etmektedir:

1. Fen eğitimi denildiğinde model ve modelleme kendine özgün yapısıyla bu alanda kabul gördüğü,
2. Bilimin doğal yapısında barınan ve bunu başarıya dönüştüren bir üsluba sahip olması,
3. Gündemi sıcak tutan teknolojik gelişmelerden görselliğe kesit sunan bir araç olması bakımından öneminin büyük olduğunu vurgulamıştır.

2. 1. 1. 3. 3. Fen Eğitimi ve Modelleme

Fen; doğa da bulunan her ortamı araştırmaya yönelik bir süreç ve bu sürecin sonucu olan örüntülenmiş bilgilerin tümü (Çilenti, 1985) olarak adlandırılır. Fen bilimleri ise; canlı organizmaların doğayı algılama gereği ile doğada yaşanan olayları sistemli bir şekilde inceleme, henüz karşılaşılmamış olayları yordama arzusu olarak tanımlanabilmektedir (Kaptan, 1999).

Kaptan (1999), Fen Bilimleri dersinde kazandırılması gereken davranışları beş ana başlık halinde ele almıştır (aktaran: Zeynelgiller, 2006: 12).

1. *Bilimsel bilgileri bilme ve anlama*
   a) *Bir alana özgü bilgileri bilme, (olgular, kavramlar, ilkeler, kuramlar, yasalar).*
   b) *Fen bilimlerinin tarihini bilme ve felsefesini anlama.*
2. *Araştırma ve keşfetme (Bilimsel süreçler)*
   a) *Gerçek bilim adamlarının düşünüş yollarını ve çalışmalarını öğrenmek için bilimsel süreçleri kullanma (Gözleme ve betimleme, sınıflama ve düzenleme, ölçme ve tablolama, iletişim kurma, kestirme ve yordama, hipotez kurma, hipotez yoklama, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, verileri yorumlama, basit araçlar ve modeller yapma).*
   b) *Psiko-motor becerileri kullanma.*
   c) *Bilişsel becerileri kullanma.*
3. *Hayal etme ve yaratma*
   a) *Zihinsel hayalleri yaratma. Hayal kurma.*
   b) *Eşyaları ve fikirleri yeni düzenlere koyma.*
   c) *Problem ve bilmece çözme.*
   d) *Bir şeyi yapar gibi davranma.*
   e) *Alışılmadık düşünceler üretme.*
   f) *Araç ve makine desenleme.*
4. *Duygulanma ve değer verme*
   a) *Fen bilimlerine, okula, öğretmenlerine ve kendine ilişkin tutumlar geliştirme.*
   b) *İnsan heyecanlarına duygularına karsı duyarlı ve saygılı olma.*
   c) *Kişisel duygularını yapıcı biçimde ifade etme*
   d) *Kişisel değerlere, toplumsal sorunlara ve çevre sorunlarına ilişkin kararlar verme.*
5. *Kullanma ve uygulama*
   a) *Bilimsel kavramların günlük yasamda kullanılışlarını görme.*
   b) *Öğrenilen bilimsel kavramları ve becerileri gerçek teknoloji problemlerine uygulama.*

c) *Ev araçlarında uygulanan bilimsel ve teknolojik ilkeleri anlama.*
d) *Günlük yasamda karşılaşılan sorunların çözümünde bilimsel süreçleri kullanma.*
e) *Bilimsel gelişmeleri veren basın ve yayın raporlarını anlama ve değerlendirme.*
f) *Kişisel sağlık, beslenme ve yasam tarzı konularında söylenti ve heyecanlardan ziyade bilimsel bilgilerle karar verme.*
g) *Fen bilimlerini diğer bilimlerle bütünleştirme.*

Günümüzde modern fen eğitiminin amacı; öğrencilere bilimsel bilgileri ezbere öğretmek değildir. Aksine; öğrencilere yaşamları boyunca fen kavramları ile ilgili karşılaştıkları problemleri çözebilmek için; gereksinim duydukları bilimsel tutumları ve zihinsel süreç becerilerini yeteneklerinin elverdiği oranda geliştirmek (Bayrak ve Erden, 2007), deneyimlere dayanan net kavramların zihinde geliştirilmesini yardımcı olmaktır (Şenocak ve Taşkesenligil, 2005). Bu bağlamda; üzerinde çalışılan konu kolay incelenemiyorsa veya anlaşılmasında zorluk yaşanıyorsa yani, mikro ya da makro boyutlardaysa konunun daha iyi anlaşılabilmesi adına modellere ihtiyaç duyulur.

Fen Bilimleri eğitiminde modellemenin görevi; elde olan kaynakların yardımıyla açıklanmaya gereksinim duyan hedefi net ve algılanabilir tarza getirebilmek için hazırlanan işlemlerin tamamı olarak ifade edilirken, model ise; modelleme sonucunda oluşan ürün olarak tanımlanmaktadır (Harrison, 2001; Treagust, 2002). Bu tanımlamaların ayrıntıları incelediğinde; model ve modellemenin yerinin fen bilimleri kapsamındaki çizgilerinin net bir şekilde, cümlelere konu olan ifadeleri gibi sınırlanamayacağını göstermektedir. Model ve modellemenin daha rahat bir üslupta ifade edilebilen bilimsel anlamları; bilimsel süreç becerileri çerçevesinde, bilim insanlarının yeni terimler *(kanun, teori, prensip, eşitlik, formül v.b.)* üretebilmek için yürüttükleri aşamaları ve bu aşamaların elde edilen sonuçlarını yeteri kadar özetlemektedir (Güder, 2013).

Modelleme süreci, bilim adamlarının çoğunlukla tercih ettiği bilimsel süreçlerin tümünü ifade etmektedir. Modele dayalı fen eğitimi ise; zihinsel model yapılandırma, yorumlama ve değişim aşamalarını destekleyen öğretim yöntemleri türetme anlamına gelmektedir (Khan, 2007). Modele dayalı fen eğitiminin uygulanan kısımlarının kapsamında; tercih yapma ve onları doğrulama, kesit modeller tavsiye etme, yapılanları arkadaşları ile paylaşma, kendi sunumlarını değerlendirmek için veri elde etme aşamalarını planlayarak aktif hale getirme, oluşturulmuş modellerini ve arkadaşlarının modellerinin olumlu/olumsuz yönlerini eleştirme ve modelleri belirli bir ölçüte dayandırarak değiştirme (Cardoso-Mendonça ve Justi, 2013).

Amerika Birleşik Devletler'inde 2012 yılında yayımlanan "*A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas"* (Ulusal Araştırma Grubu [NRC], 2012) adlı programda fen bilimleri eğitiminde benimsenen yeni anlayışta ilk olarak, bilimsel yöntemlerin sıradanlıktan sıyrılma isteği ön plana çıkmaktadır. Bilimsel süreçten kasıt sadece deney yapmaktan ibaret değil, aynı zamanda modellemeyi işin içine katmak, eleştirel yön ve karşılıklı bilgi alış-verişini kapsamaktadır. Bilimsel yöntemin uygulamaları, bilimsellikten uzaklaştığı an; bilimsel olgu, ilke ve genellemelerin algılanması da zor olmaktadır. İkincisi ise; bilim insanlarının bilimsel aşamalarda sadece bir bilimsel teknik kullanmaktan öte, oldukça farklı yöntem tercih etmektedirler. Bu bağlamda; yenilenmiş bilgilerin kullanılan yöntem ve kültür değerlerine göre kuvvetli ve eksik tarafları ortaya çıkmaktadır. Fen bilimleri eğitiminde; tekdüze aynı çizgide bir yöntem sıralanışı anlayışından vazgeçilmesi, öğrencilerin bir teorinin diğerlerine göre alt yapısının daha sağlam olduğunu açıklayabilmenin nedenselliğini ispatlama da yardımcı olacağı söylenmektedir (NRC, 2012).

Fen eğitiminde zaman zaman yapılan değişikler aslında insanoğlunun tarih boyunca doğru bilgiye ulaşma çabasında olduğunun bir göstergesidir. Bu çaba modeller vasıtasıyla, işleyişi bilinmeyen sistemlerin anlaşılır hale getirilmesiyle bir nebze giderilmeye çalışılmıştır (Aydın ve Özgürtaş, 2007).

Gierre'ye (1998) göre fenin doğasında modeller merkezi bir öneme sahiptir (aktaran: Halloun, 2006). Çünkü fen eğitimi için bilginin oluşum sürecinde model ve modellemenin üstlendiği rol büyük önem arz etmektedir (Koponen, 2007). Atom örneğinde de olduğu gibi bilim insanlarının oluşturdukları modeller (Justi ve Gilbert, 2000), başka araştırmalara taban oluşturup onlara çalışmalarında yol göstermiş ve aynı zamanda da farklı modellerin oluşturulmasını sağlayarak bilimde var olan ilerlemeye katkıda bulunmuştur (Metin ve Leblebicioğlu, 2015). Bu bağlamda bilimsel düşünmenin ve çalışmanın bir parçası modeller; üç boyutlu şekiller, denklemler, diyagramlar, analojiler veya simülasyonlar gibi bilimsel kavramlarla bağlantılı simgesel gösterimleri bünyesinde barındırabilir (Çakır, 2011).

Fen eğitiminde uzun yıllardır öğretim stratejileri içerisinde yer alan modeller, (MacKinnon, 2003) belirli bir süreç sonunda modelleme yeterliliği birlikte oluşturulmaktadır. Öğrencilerin öğrenmesini gerçek aktiviteler yoluyla desteklemesi sebebiyle kitap yazarları ve fen eğitimciler bu stratejiden büyük oranda yararlanmaktadır. Bu bağlamda fen bilimleri gelişim süreci itibariyle modeller sayesinde bugünlere gelmiştir (Bağcı ve Gülçiçek, 2003). Gilbert ve Osborne (1980) çalışmalarında, modellerin fen bilimlerine katkılarını iki önemli yolla belirlediğini şu şekilde ifade etmişlerdir:

1. Modeller bir kavram hakkında ayrıntıya girmeden bilgi aktarır, bu bağlamda bahsi geçen kavramların sadece belirli niteliklerine odaklanılır.
2. Modeller bir kavramı hayal gücünde kurgulanmasına aracı olur ve görselliğin açısal sunumuyla kişileri araştırma ve incelemeye yönlendirir.

Modellemenin önemi çok sayıda dokümanda (NCMST, 2000; NCTM, 2000; NRC, 1998) yer almaktadır. Modelleme ile literatürde yapılan çoğu çalışmalarda farklı ya da aynı konu üzerinde olabileceğine dair bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir:

Steinberg ve Clement (2001), bir öğrenciyle elektrik konusunda yürüttükleri durum çalışmasında, tek tek farklı ve çelişkili olayları öğrenciye sunmuşlar ve sonucunda öğrencinin durgun ve akan elektrik konusunda her defasında modelini tekrardan inceleyerek sonucunda bir öncekinden daha donanımlı zihinsel modele sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, öğrenme ortamlarının da öğrencilere öncelikle kendi modellerinin farkına vardırılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Méheut ve diğerleri (2004), öğrencilerin bilişsel araç olarak maddenin tanecikli yapısına ilişkin zihinlerinde yapılandırdıkları modelleri fiziksel olayları tanımlama ve tahmin etmede kullanmaları amacıyla ve sorularla netleştirmek üzere deneyler ve bilgisayar benzetişimlerinin yer aldığı ve iki bölümden oluşan öğrenme-öğretme süreci hazırlamışlardır. Sürecin sonunda ise, öğrencilerin gazlarda basınç-sıcaklık-hacim ilişkilerini kavramada başarılı olduklarını gözlemlemişlerdir.

Aktamış ve diğerleri (2005), "Yapısalcı Kurama Örnek Bir Uygulama" adlı makalelerinde, yeni Fen Bilgisi Öğretim Programına ve buluş stratejilerine uygun olarak hazırlanmış öğretim materyallerinin öğrencilerin öğrenme düzeyine ve bilgiyi yapılandırmalarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit etmişlerdir.

Gülçiçek ve diğerleri (2004) atomun yapısı-güneş sistemi konularında daha önceden eğitim almamış üniversite 1. ve 4. sınıf öğrencilerinin modelleri analiz etme yeterliklerini incelemek amacıyla yapılmış bir çalışmadır. Model, analiz etme yeterliğini incelenirken, öğrencilere atomun yapısı ile güneş sistemi arasında benzerlik kurulup kurulamayacağını sorusu yönetilmiş ve sebeplerinin yazılmaları istenmiştir. Elde edilen sonuçlar tüm katılımcıların sadece birkaç özellik üzerinden benzeştirme yaptıklarını çok az sayıda öğrencinin farklılıklara değindiğini göstermiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin model oluşturma işleminde sadece kaynak ile hedefin paylaştığı bazı ortak özellikleri belirlemelerini modelleme hakkında gerekli olan bilgiye sahip olmalarına bağlamaktadır.

2. 1. 1. 4. Literatürde Yer Alan Model ile İlgili Ulusal Çalışmalar

Tablo 3. Model ve Model Türleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Çalışma	Amaç	Örneklem (N)	Yöntem	Veri Toplama Araçları Veri analizi	Elde edilen önemli Bulgu	Açığa Çıkan Önemli Sonuç	Önerilen Önemli Öneri
Zeynegiller (2006)	7.sınıf öğrencilerinin maddenin içyapısına yoluculuk ünitesinin atomun yapısı konusunu temel alarak model kullanmanın öğrenci başarısına ve konuların hatırlanma düzeyini etkilerini incelemek.	84 tane 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön test - son test kontrol grup modelinden yararlanarak deney desen oluşturulmuştur.	Yarı yapılandırılmış görüşme, Hatırlanma testi / SPSS 11. 0	Yapılandırmacı yaklaşım temel alınarak hazırlanmış modellerle oluşturulan öğrenme ortamındaki deney grubu öğrencilerinin son-test ortalamaları ile geleneksel öğrenme ortamlarının oluşturduğu kontrol grubu öğrencilerinin son-test ortalamaları arasında, deney grubu lehine anlamlı fark vardır.	Geleneksel öğretim metotları öğrenci başarısını düşürmekle beraber, fen eğitimi için önemli olan 'neden?' ve 'nasıl?' sorularını kullanarak sorgulayıcı eğitim anlayışını öğrencilere kazandırmada yetersiz kalmıştır.	Fen bilimleri gibi yoğun zihinsel aktivitelerin gerçekleştiği derslerde, öğrencilerin anlamada zorlandıkları konularda modeller yardımıyla hazırlanmış öğrenme ortamları, derse karsı ilgiyi gibi öğrencilerin öğrenmelerini de kolaylaştırmaktadır.
Demirayak (2006)	Lise 1. Sınıf biyoloji dersinde 'Hücrenin yapısı ve işlevleri' konusunun öğretilmesinde hazır modellerin kullanılması ile öğrencilere model yaptırılması arasındaki anlamlı farkı tespit etmek.	90 tane lise 1. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Deney–kontrol grubu kullanılmıştır.	Biyoloji Başarı Testi (BBT) /SPSS programı	El becerilerine dayalı çalışmaların öğretim metotları arasında ne derece etkin olduğunu göstermesi açısından anlamlı bulunmuştur.	Öğrencinin bizzat yaptığı modeller ile öğretimin başarı düzeyini artırdığını göstermektedir. Hatta bu başarı düzeyi geleneksel öğretim yöntemi ve hazır modellerin kullanılması ile öğretimden daha fazladır.	Öğrenmenin daha kalıcı izli olması ve öğrencilerin öğrenmeyi şekillendirebilmesi amacıyla konular uygun görsel araç gereçlerle zenginleştirilerek işlenmelidir.

Tablo 3'ün devamı

Aydın (2008)	Fenomenografi araştırma yöntemi kullanılarak Londra'da matematik öğretmenlerinin derslerinde hareketli nesne modellemesi ve teknoloji ile modelleme kullanımları ve aynı yöntemle öğrencilerin matematik derslerinde ve öğrendikten sonra derste yaptıkları modellemeyi gerçek hayatlarında kullanıp kullanmadıkları araştırılmıştır.	İkisi İngiliz ve Londra'da değişik okullarda çalışan orta kısım matematik öğretmeni ve biri Türk ve ilk kısım öğretmeni olmak üzere üç öğretmen ve Londra'da değişik okullarda okuyan üç Türk öğrenci oluşturmaktadır.	Fenomenografik araştırma yöntemi kullanılmıştır.	Yapılandırılmış görüşme, ses kayıt cihazı	Öğretmenler derslerinde teknoloji ve hareketli nesne modellemesi yapmaktadır fakat teknoloji modellemesinden memnun değillerdir ve tembelliğe ittiğini kabul etmektedirler.	Öğrenciler derslerde kullanılan teknolojik ve hareketli nesne manipülatiflerle gerçek dünya arasında ilgi kuramamaktadırlar. Bu durum öğrencilerin zekâ seviyesi, anlama kapasitesi ve ailesinin çocukla olan ilgisi ile doğru orantılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	Okullarımızda matematik modellemeye yer verildiği ölçüde, diğer bir ifade ile matematik dersleri gerçek hayatla bağlantılı işlendiği ölçüde öğrencilerin matematik derslerine olan ilgisini artırılabilir ve paralel olarak da teknik ve teknolojide gelişme sağlanabilir.
Kertil (2008)	Her biri geleneksel eğitim sisteminden yetişen öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde nasıl ortaya çıktığını ve bu becerilerin farklı çalışma ortamlarında ne gibi farklılıklar gösterdiğini ortaya koymak amaçlanmıştır.	4. sınıf matematik öğretmen adayları ile yürütülmüştür.	Ön-Test Son-Test Tek Gruplu Deney-öncesi Tasarım, Özel durum çalışması, eylem araştırması	Modelleme testi (ön-test ve son test) ve modelleme etkinlikleri, yarı yapılandırılmış görüşme /Kategori yöntemi ve betimsel istatistik	Öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir.	Öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerine çok yabancı olduklarını ortaya koymakla birlikte bu çalışma sürecinin öğretmen adaylarının problem çözmeye bakış açılarına önemli katkılar sağladığı gözlemlenmiştir.	Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına matematiksel modelleme becerilerini ve matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirebilme becerilerini geliştirmeye yönelik bir eğitim ihtiyacı söz konusudur.

Tablo 3'ün devamı

Özer-Keskin (2008)	Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi, beceri ve görüşlerini incelemektir.	Ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıfta öğrenim gören 21 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Ayrıca 5 öğretmen adayı ile ön ve son görüşmeler yapılmıştır.	Durum analizi kullanılmıştır.	Ön Matematiksel Modelleme Beceri Testi, Son Matematiksel Modelleme Beceri Testi, Ön Matematiksel Modelleme Görüş Anketi, Son Matematiksel Modelleme Görüş Anketi, Görüşmeler	Uygulama öncesi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerine bakıldığında üniversite öncesi ve üniversite süresince aldıkları eğitimin matematiksel modelleme yapabilmeleri için yeterli olduğu ancak uygulama sonrasında matematiksel modelleme ile ilgili bilgiye sahip olduktan sonra üniversite öncesi eğitimin yeterli olmadığı ortaya çıkmıştır.	Araştırmada uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının matematiksel modellemeyi kendi derslerinde kullanacakları ortaya çıkmıştır. Ayrıca matematiksel modellemenin gerçek hayatta nerede kullanıldığını fark etmişlerdir.	Anaokulu, ilköğretim birinci ve ikinci kademesinde, ortaöğretimde ve üniversitede öğretmenlerin derslerinde matematiksel modellemeye yer verebilmeleri sürecinde okul idaresinden yardımcı olmaları ve her türlü olanağı sağlanmalıdır.
Köklü (2009)	Elektrik konularının öğretiminde pedagojik-analojik modellerin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması hedeflenmiştir.	4 farklı üniversitede öğrenim gören185 tane üniversite 1. sınıf öğrencisi yürütülmüştür.	Ön test- Son test	Başarı testi /t-testi ve Anova analizi	Pedagojik analojik modellerle anlatım yapılan deney grubunun klasik yöntemle anlatım yapılan kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ve deney grupları lehine anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir.	Pedagojik-analojik modellerle ders anlatılan deney gruplarının klasik yöntemle ders anlatılan kontrol gruplarına göre daha başarılı olduklarını göstermektedir.	Ders anlatımı sırasında anlaşılması güç ve soyut kavramlar için pedagojik – analojik modellerden sıkça faydalanılması önerilmiştir

Tablo 3'ün devamı

Minaslı (2009)	Maddenin Yapısı ve Özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi olup olmadığını araştırmaktır.	64 tane 7. Sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön Test- Son Test, Kontrol - Deney Grubu	Bilimsel Başarı Testi (BBT) ve kavram bilgisi testi /SPSS 13.0	Simülasyon tekniğinin model tekniğine, model tekniğinin de geleneksel yönteme oranla daha başarılı olduğu görülmüştür.	Her ne kadar simülasyonların temelinde bilimsel modeller bulunsa da simülasyonlar soyut kavramların somutlaştırılması ve öğrencilerin aktif katılımını sağlaması açısından modellere göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.	Soyut olan fen kavramları çeşitli yöntemlerle mümkün olduğunca somutlaştırılmalıdır. Böylece öğrenciler yaparak ve yasayarak konuları öğrenecek, öğrenirken eğlenecek ve öğrendikleri de daha kalıcı olacağı düşünülmektedir.
Ünal-Çoban (2009)	Modellemeye dayalı etkinliklerle ve yapılandırmacı yaklaşım ile yürütülen fen ve teknoloji dersi 7. Sınıf Işık Ünitesinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisini araştırmıştır.	6. ve 7. sınıfta öğrenim gören farklı öğrenci grupları ile yürütülmüştür.	Ön test- Son test	Kavramsal düzey belirleme testi, bilimsel süreç becerileri ölçeği, bilimsel bilgiye yönelik görü ölçeği ve bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görü ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşmeler	Deney ve kontrol sınıfı öğrencileri arasında kavramsal anlama düzeyleri, bilimsel süreç becerileri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.	Çalışma yapraklarının hedefi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, zihinsel modellerini bilimsel olarak yapılandırmalarıyla kazandırmak olduğundan çalışmanın amacına ulaştığı söylenebilir.	Öğrencilere sınıfta durumlarına uygun olarak düşünsel süreçlerini geliştirebilmek için aşamalı olarak daha çok soyut modellere yer verilmelidir.
Bilal (2010)	Lisans düzeyindeki elektrik konularının öğretiminde, geleneksel öğretim ve modelleme yoluyla öğretimin, öğrencilerin akademik başarıları, elektrik konusundaki kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.	41 tane üniversite 2. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Yarı Deneysel model kullanılmıştır.	Elektrik Başarı Testi, Elektrik Kavram Testi, Elektrik Yazılı Sınavı, Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Bilimsel Bilginin Doğasına Yönelik Epistemolojik inançlar Ölçeği ile toplanmıştır. /Parametrik t-testi	Modelleme yoluyla öğretim grubu öğrencilerinin elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları arasında anlamlı ilişkiler vardır.	Modelleme yoluyla öğretim elektrik konusunda akademik başarıyı artırmada geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.	Fen alanındaki öğretmen adaylarına ve öğretmenlerine üniversiteler ve MEB tarafından model ve modelleme süreci ve modelleme yoluyla öğretim konusunda bilgi verilerek deneyim kazanmalarını sağlayacak etkinlikler düzenlenmeli bu konudaki eksiklikleri giderilmeye çalışılmalıdır.

Tablo 3'ün devamı

Doruk (2010)	Matematiksel modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine etkisini incelemektir.	İlköğretim 6. ve 7. sınıfta öğrenim gören, 116 öğrenciyle yürütülmüştür.	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır	Günlük Yaşam Matematik Testi, Günlük Yaşam Matematik Testi,	6. sınıf deney grubuyla 7. sınıf deney grubunun matematiği günlük yaşama transfer edebilme düzeylerindeki artışları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin okulda öğrenilen matematiği günlük yaşama transfer etmeye etkisinin sınıf düzeyine bağlı olmadığı sonucuna varılmıştır.	Öğrencilerin gerçek hayat problem durumlarında matematiği daha etkili kullanabilmeleri için modelleme becerilerini geliştirmeye yönelik matematiksel modelleme etkinliklerine programlarda daha fazla yer verilmelidir.
Korkmaz (2010)	İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmak, uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini ve matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amaçlamıştır.	İlköğretim Matematik Öğretmenliğinden 37 ve Sınıf Öğretmenliğinden 33 öğrenci olmak üzere toplam 70 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Tümleşik desen modeli kullanılmıştır	Modeller ve Modelleme Anketi, Matematik Tutum Ölçeği, Isınma Problemleri ve açık uçlu problemlerden oluşan iki ayrı etkinlik ayrıca bireysel görüşme /İçerik analizi	Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiş olup branşlar arası istatistiksel bir fark gözlenmemiştir	Öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir	Öğrenciler matematiksel modellemeyle uğraşmalılardır ve bu uğraşı onları, öğrenme durumlarının daha derin ve kavramsal matematik bilgisini geliştirme yönünde cesaretlendirebilir

Tablo 3'ün devamı

Özturan –Sağırlı (2010)	Matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusundaki başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına, öz-düzenleme becerilerine etkisini araştırmak ve öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini belirlemektir.	Birinci kısımda 12. sınıfında öğrenim görmekte olan 37 öğrenci, ikinci kısım ise 10 öğrenci ile yürütülmüştür.	Yarı-Deneysel yöntem /Fenemoloji yöntemi	Genel Türev Testi (GTT), Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performansı testi (TKMMPT) ve Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği (ÖMSÖ) /Mann-Whitney U Testi-İçerik analizi	Deney ve kontrol grupları TKMMPT ve GTT puanlarına göre karşılaştırıldığında deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubununkinden yüksek olduğu; bu iki grubun ÖMSÖ ni oluşturan bileşenlerine ait sıra ortalamalarının birine oldukça yakın değerler olduğu belirlenmiştir.	Matematiksel modelleme yönteminin matematiği daha somut olarak günlük hayatlarında görebilmelerine, düşünme ve yorum güçlerini geliştirmelerine ve ezbercilikten kurtulmalarına katkıda bulunduğu görüşüne sahip öğrenciler bulunduğu sonucuna varılmıştır.	Ortaöğretim ve yüksek öğretimde öğrencilerin seviyelerine uygun olarak bütün derslerde matematiksel modellemeye yer verilmesi akademik başarının artmasını sağlayabilir.
Ünveren (2010)	İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının ispata yönelik tutumlarını incelenmesi amaçlanmıştır	İlköğretim Matematik Öğretmenliğinde öğrenim gören 60 öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Özel durum çalışması kullanılmıştır.	İspata Yönelik Tutum Ölçeği, Görüşme /t testi-betimsel analiz	Öğretmen adaylarının geleneksel anlamada gerçekleştirilen ispatlara yönelik tutumlarının oldukça düşük olduğu, matematiksel modelleme ile gerçekleştirilen ispatlarda ise daha yüksek tutum puanlarının olduğu tespit edilmiştir.	Öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin matematik eğitiminde kullanılmasının gerektiğini ve ispat öğretiminin anlamlı, kolay ve etkili olmasında da matematiksel modellemenin kullanılmasının önemini belirttikleri görülmüştür	Daha alt eğitim düzeylerindeki öğrencilerin matematiksel modelleme ile yapılan ispata yönelik tutumlarının incelenmesi önerilebilir.

Tablo 3'ün devamı

Şandır (2010)	Matematik öğretmeni adaylarının ve öğretmenlerin modelleme kullanarak yapılan öğretim durumu hakkındaki görüşlerinin belirlenmesidir.	Üniversitede öğrenim gören 3 öğretmen adayı ve aynı üniversiteden mezun görev yapan 3 öğretmenden oluşmaktadır.	Nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır.	Yapılandırılmış görüşme formundan, yazılı doküman ve gözlem formundan yararlanılmıştır.	Bir modellemenin dersin farklı işleniş aşamalarında kullanılabildiği bulgusuna ulaşılmıştır.	Öğretmenlerin ve adayların modellemeleri farklı amaçlar için kullandıkları ortaya konulmuştur	Bir modellemenin kullanılış biçimi ve amacının o modellemenin öğrencilerin matematik dersine karşı olan tutum ve akademik başarılarını nasıl etkilediği incelenebilir.
Altuntaş-Aydın (2011)	"Maddenin Yapısı ve Özellikleri" ünitesindeki "Atomun Yapısı" konusu ile ilgili kavramsal değişim metinleri ve model içeren bir materyal geliştirmek ve 7.sınıf öğrencilerinin bu konuyla ilgili var olan yanılgıları ve anlama seviyeleri üzerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır.	Pilot uygulama 25 tane 7. Sınıf öğrencisi ve asıl uygulama 24 tane deney gurubu-22 tane kontrol grubundan oluşmaktadır.	Yarı-Deneysel Yöntem kullanılmıştır.	Test, Mülakat ve Gözlem kullanılmıştır.	Uygulama öncesinde deney ve kontrol grupları arasında p=0.05 düzeyinde anlamlı bir farklılık tespit edilmezken, son-test sonrasında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.	KDM'ler ile modelin birlikte kullanımının öğrencilerin atomun yapısı konusunu anlamalarını arttırmada ve yanılgılarını gidermede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.	Kavram yanılgılarının olduğu her bir alanla ilgili sınıf içi tartışmaların sonrasında yanılgılı fikirler ve bu fikirlerin neden yanlış olduğu iyice vurgulanmalı, tartışmalar sınıftaki tüm öğrencileri kapsayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.
Aytekin (2011)	Öğrencilerin anlamada zorluk çektikleri kavramları anlatırken kullandıkları model ve benzetmeler ile 9.sınıf Fizik ders kitabında yer alan "Elektrik ve Manyetizma" ünitesindeki model ve benzetmelerin tespiti amaçlanmıştır.	25 tane Fizik öğretmeni ile yürütülmüştür.	Durum çalışması kullanılmıştır.	Mülakat	9.sınıf fizik ders kitabındaki Elektrik ve Manyetizma ünitesinde kullanılan model ve benzetme örneklerinin yetersiz olduğu, fizik öğretmenlerinin bazı konularda model ve benzetmeye ihtiyaç duymadıkları ve bazı konularda ise ihtiyaç duysalarda uygun model ve benzetme örnekleri bulmadıkları için kullanamadıkları tespit edilmiştir.	Ders kitabında yer alan model ve benzetmelerin öğretmenlerin kullandıkları model ve benzetme örneklerine katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.	Fizik öğretmenlerinin model ve benzetme bulamama problemlerini gidermek için ders kitaplarında yeterince model-benzetme örneklerine yer verilmesi ve öğretmenlerin anlaşılması güç ve soyut kavramlar içeren konuların anlatımında model ve benzetmelerden daha fazla faydalanması gerekebilir.

Tablo 3'ün devamı

Çiltaş (2011)	Dizi ve seriler konusunda matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve bu yöntemin öğrenmeye etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik ön hazırlık yapmak, problemin çözümünü araştırmak ve desteklemek için araştırma süreci, öğretmen adaylarının dizi ve seriler konusundaki öğrenme güçlükleri ve bu kavramlara yönelik zihinsel modellerinin belirlenmiştir.	Ön hazırlık aşamasında İlköğretim Matematik Öğretmenliği üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan 76 öğretmen adayı, ikinci aşamada aynı yerde öğrenim gören 75 öğretmen adayından oluşmaktadır.	Karma Araştırma Deseni kullanılmıştır.	Dizi ve Seriler Bilgi Testi (DSBT), Mülakatlar, Matematiksel Modelleme Testi (MMT), Matematiksel Modelleme Görüş Anketi / Betimsel analiz ve t-testi	Çalışmanın ilk aşamasında öğretmen adaylarının öğrenme güçlüklerinin olduğu ve bu kavramlara yönelik herhangi bir zihinsel model oluşturamadıkları ikinci aşamada ise matematiksel modelleme ile ilgili bilgi, beceri ve görüşlerinde önemli ölçüde bir değişimin olduğu belirlenmiştir.	Ayrıca uygulanan öğretim yönteminin başarıya ve belirlenen öğrenme güçlüklerini gidermeye yönelik etkisinin olduğu belirlenmiştir.	Matematiksel modelleme sadece üniversite düzeyinde değil aynı zamanda ortaöğretimde, ilköğretimde ve okulöncesinde yer alan uygun tüm kavramların öğretiminde uygulanabilir.
Kandemir (2011)	Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaöğretim 11.sınıf fen lisesi öğrencilerinin duyuşsal özelliklerine, problem çözme becerilerine ve matematik eğitiminde teknolojinin kullanımına ilişkin düşüncelerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.	37 tane deney grubu ve 37 tane kontrol grubu olmak üzere 74 tane lise 11. Sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Karma desen kullanılmıştır.	Nicel veriler ölçek ile toplanmıştır. Nitel veriler ön anket ve ısınma problemleri, son anket, video kayıtları, öğrencilerin çalışma yaprakları, öğrenci günlükleri ile toplanmıştır. / Betimsel -İçerik analizi	Öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarında, matematik kaygılarında, matematiksel inançlarında, bilgisayar ve bilgisayar kullanımına karşı tutumlarında uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken problem çözmede hesap makinesinin kullanımına yönelik düşüncelerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Anlamlı farklılık deney grubu lehinedir.	Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmiştir.	Matematiksel modelleme etkinliklerini oluşturma, geliştirme ve çözüm sürecine dâhil olma matematik eğitimi ve öğretimi açısından yararlar sağlayacaktır.

Tablo 3'ün devamı

Kant (2011)	İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri yardımıyla model oluşturma süreçlerinin incelenmesini ve bu süreçlerde karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır	50 tane ilköğretim 8. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.	Odak grup görüşmesi, video / Betimsel analiz	Öğrenciler sürece dayalı ve öğrenci merkezli öğretim programının uygulanması sonucu yetiştirilmesine rağmen bu deneyimlerini etkili olarak model oluşturma sürecine yansıtamamaları ve sonuca odaklı hareket ettikleri tespit edilmiştir.	Gruplar modelleme süreci boyunca gerçek yaşam durumuna uygun modeller geliştirmede problemi anlama, nitel değişkenin bileşenleri arasındaki ilişkileri keşfetme, tüm değişkenleri birbiri ile ilişkilendirme, varsayımlarda bulunma ve bu varsayımlardan hareketle uygun modeli oluşturma ve modelin geçerliliğini sağlayarak gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurmada güçlükler yaşamışlardır.	Öğrencilere bu güçlüklerin üstesinden gelmek için nasıl bir yol izlemeleri gerektiği sınıf içi uygulamalarla da desteklenerek deneyim sahibi olmaları sağlanabilir.
Taşova (2011)	Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine girdiklerinde gözlemlenen görselleme beceri düzeylerinin nasıl olduğu ve içinde bulunduğu görsel süreç incelenmek istenmektedir	Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümü tezsiz yüksek lisans programında öğrenim gören 75 matematik öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Karma Paradigma/ Özel Durum Çalışması kullanılmıştır.	Matematiksel modelleme Testi-Zihinde Döndürme Testi (ZDT) ve Uzamsal Görselleme Testi (UGT)-Matematiksel Süreç Aracı (MSA)-Modelleme Etkinlikleri ve Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler	Geometrik düşünen adayların çözüm sürecinde farklı perspektiflerden yaklaşarak, zihnin görsel-resimsel bileşenlerini soyut/matematiksel kavramlarla birlikte yürütmesinden dolayı, modelleme etkinliklerinde yüksek performans gösterdikleri tespit edilmiştir.	Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin yeterince gelişmediğini sonucuna ulaşılmıştır.	Derslerde düşünme yapılarına göre teknikler belirleyerek öğrencileri sınıflandırıp yapılandırmacı yaklaşımın da vurguladığı matematiği güncel hayata uyarlama uygulamaları da sayılabilecek modelleme kavram-soru-etkinliklerine yer verilmelidir.

Tablo 3'ün devamı

Türker (2011)	Model kullanımına dayalı bilimsel süreç becerileri yaklaşımının, fen eğitiminde, öğrencilerin süreç becerilerinin gelişimine, başarılarına ve motivasyon düzeylerine etkisini incelemektir.	48 tane ilköğretim 6. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Yarı Deneysel Yöntem çerçevesinde, Ön test-Son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır.	Test, Ölçek ve anket kullanılmıştır.	Model kullanımının deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini, akademik başarılarını ve motivasyon düzeylerini olumlu etkilediği görülmüştür.	Model kullanımına dayalı bilimsel süreç beceri yaklaşımının deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç beceri düzeyleri, başarıları ve motivasyon düzeyleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir.	Öğrencilerin merak, keşif ve sorgulama duygularını ortaya çıkaracak etkinlikler düzenlenmelidir.
Ulusoy (2011)	12. Sınıf öğrencileri ile kimyasal bağlar konusunda bilgisayar destekli öğretim (BDÖ), modelle öğretim ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarına, akademik başarılarına, cinsiyetlerine, hatırlama düzeylerine ve kavramsal anlamalarına etkisi araştırılmıştır.	Ortaöğretim 12. sınıfta öğrenim gören 75 tane öğrenci ile yürütülmüştür.	Ön Test- Son Test Kontrol Gruplu Deneme Modeli kullanılmıştır.	Test ve Tutum Ölçeği	Bilgisayar Destekli ve Modellerle öğretim uygulamalarının gerçekleştiği öğrencilerin akademik başarıları, hatırlama düzeyleri, Geleneksel Öğretim uygulanan gruba göre anlamlı bir şekilde olumlu yönde farklılaşmıştır.	Bilgisayar Destekli Öğretim ve modelleri kullanmanın öğrencilerin kavramsal anlama düzeyini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.	Kimyanın anlaşılması zor konularından biri olan Kimyasal Bağlar konusunda hazırlanan ve uygulanan yazılım ve modeller kimyanın diğer konularında da geliştirilmek suretiyle uygulanabilir.
Yurt (2011)	Sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerisine etkisi araştırılmıştır.	87 tane 6. Sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön test – son test kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır.	Test, Ölçek, Etkinlik, Sanal Ortam, Somut nesneler	Somut nesneler kullanarak modeller geliştirmenin, öğrencilerin uzamsal düşünme becerisini artırdığı ancak öğrencilerin zihinsel çevirme becerisini sınırlı düzeyde geliştirebildiği tespit edilmiştir.	Uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesinde somut nesnelerin etkililiği ön plana çıkarken, zihinsel çevirme becerisinin geliştirilmesinde ise sanal ortamın etkililiği ön plana çıkmıştır.	Uzamsal düşünme becerilerinin geliştirilmesinde bilgisayar ve somut modellerin birlikte kullanılacağı etkinliklere yer verilmelidir.

Tablo 3'ün devamı

Burkaz (2012)	7. Sınıf Öğretim Programının Hayatımızı Kolaylaştıran Makineler konusunun kazanımları dikkate alınarak, ön hazırlıklı üç boyutlu model sunumu ve 5E öğretim modeline uygun olarak yürütülen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal gelişimleri üzerindeki etkilerini incelemektir.	50 tane 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.	Başarı testi, Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar ve Çalışma Yaprakları/ İçerik analizi	Öğrenciler tarafından ön hazırlıklı geliştirilen modellerin ve yürütülen öğretim uygulamalarının deney grubu öğrencilerinin başarılarını kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla arttırdığı ortaya konulmuştur.	Öğrencilerin geliştirdikleri üç boyutlu modelleri sunmaları bilgilerin somutlaştırılmasına katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.	Hazır materyaller kullanmanın yerine öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine fırsat sunan üç boyutlu modellerin öğrencilere yaptırılması önerilmektedir.
Koylahisar-Dündar (2012)	Cebir öğretiminde özellikle özdeşliklerin öğretiminde kullanılan bazı kavramların origami yardımıyla daha somut hale getirilerek tarihsel gelişim sürecini de yansıtan bir öğretim sonucu, öğrencilerde bu kavramları modellemelerine etkisini incelemek ve var olan geometri bilgilerine cebirsel bakış açısı kazandırmaktır.	6 tane 8. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Eylem Araştırması Yöntemi kullanılmıştır.	Açık uçlu ön test-son Test Soruları, Günlükler, Origami Görüş Bildirme Anketi / Betimsel analiz	Ön test sonuçlarına göre özdeşliklerin modellemesine dair eksik hatta çoğu zaman kullanılmayan modellerin origami ile işlenen ders sonrasında farklılaştığı ortaya çıkmıştır.	Origami etkinliği sonrasında ise elde edilen veriler öğrencinin özdeşlikleri geometri içinde matematiği daha iyi yorumladıklarını göstermiş olup, origami ders içinde bir amaç olmaktan ziyade geometri ile cebiri bütünleştirmeleri için kullanılan bir model konumunda olduğu sonucuna varılmıştır.	Öğrencilerde amaçlanan onların yaratıcı düşüncelerini geliştirmektir. Bu açıdan öğretmenlerin ölçme araçlarında da çeşitlilik sağlamaları üst düzey becerileri ölçen değerlendirme araçları kullanmaları gerektiği önerilmektedir.

Tablo 3'ün devamı

Özgün (2012)	İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde geliştirdiği matematik modellerinin bilişsel ve kavramsal boyutları itibariyle incelenmesi amaçlanmaktadır.	121 tane 3. ve 67 tane 4. Sınıf olmak üzere 188 tane öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Durum Çalışması kullanılmıştır.	Yarı-yapılandırılmış mülakatlar, ses kayıt cihazları, yazılı sınav	Öğretmen adaylarının genel olarak %58,4'ünün problemlere ilişkin uygun ve yeterli modeller ortaya koyduğu, % 19'unun problemleri uygun bir şekilde modelleyemediği ve % 22,6'sının ise hiçbir matematik modeli geliştiremediği tespit edilmiştir.	Bilişsel ve kavramsal modeller arasındaki ilişki ve etkileşimin sağlıklı bir şekilde kurulup yürütülmesinin üretilen matematik modelin uygunluk ve yeterliliği noktasında belirleyici olduğu sonucuna varılmıştır.	Öğretmen yetiştirme programlarına matematiksel modelleme süreci ve bu sürecin öğretimine yönelik derslerin konulması yerinde olacaktır. Halen görev yapmakta olan öğretmenler için ise düzenlenecek hizmet içi seminerler ile öğretmenlerin modelleme süreci ve bu sürecin öğretimine ilişkin temel bilgi ve becerileri kazanması sağlanabilir.
Arslan (2013)	Model tabanlı araştırma-sorgulamanın bilimsel süreç becerileri ve kavramsal bilginin değişimine nasıl bir etkisi olduğunu ölçmek ve model tabanlı araştırma sorgulama ortamındaki öğretmen adaylarının model anlayışlarının nasıl değiştiğini araştırmak amaçlanmıştır.	Üniversitede öğrenim gören 25 fizik öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Karma Araştırma Yöntemi kullanılmıştır.	Bilimsel Süreç Becerileri Testi, Kuvvet Kavram Testi, Model Bilgisi Anketi, Raporlar, Araştırmacı notları, Sunumlar ses ve video kayıtları kullanılmıştır.	Modelleri temel alarak sorgulamalar yapan öğretmen adaylarının sorgulama süreçleri konu dışına çıkılmadan daha kolay gerçekleştirdikleri, diğer grubun konu dışına çıkmadan içeriğe odaklanarak sorgulama süreçlerini yöntemlerinin daha zor olduğu tespit edilmiştir.	Öğretmen adaylarının model örneklerinin arttığı, farklı bilim adamlarının modellerini tanıdığı ve onlarda modelin zihinsel bir ürün olduğu, değişim gösterebileceği anlayışının oluştuğu sonucu çıkarılmıştır.	Araştırma-sorgulama ortamının geliştirilmesi, bu ortama modellemenin nasıl entegre edilmesi gerektiği hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Tablo 3'ün devamı

Güder (2013)	Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri incelenmiştir	40 tane ortaokul öğretmeni ile yürütülmüştür.	Görüşme Tekniği kullanılmıştır.	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu /İçerik ve Betimsel Analiz	Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel model oluşturmanın zorluk derecesinin genellikle konuya göre değiştiğini belirttikleri tespit edilmiştir.	Matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır.	Matematiksel modelleme ile ilgili ortaokul matematik öğretmenleri uzman eşliğinde seminere tabi tutulmaları önerilmiştir.
Kal (2013)	Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6.sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisini araştırmak ve matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışılan öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik derslerinde kullanılmasına yönelik görüşlerini tespit etmek amaçlanmıştır.	24 deney grubu 24 tane kontrol grubu olmak üzere 48 tane 6. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Karma Araştırma Modeli kullanılmıştır.	Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği, Görüşme Formu /Betimsel ve İçerik Analizi	Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun öğretim boyutu tutumlarında anlamlı bir artış bulunmuştur.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına olumlu yönde etki ettiği ortaya çıkmıştır.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenme-öğretme yöntemi olarak da, ilköğretim matematik derslerinde uygulanması önerilmektedir.
Karalı (2013)	İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel model ve modelleme etkinlikleri hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.	Üniversitede öğrenim gören 14 tane öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Durum Çalışması kullanılmıştır.	Yarı yapılandırılmış görüşme, Odak Grup Görüşmeleri, Video kayıtları /Betimsel ve içerik analizi	Öğretmen adayları matematiksel Modelleme etkinliğinin, sınıfta çözülen problemlerden; günlük yasam problemi içermesi, öznellik, değer yargısı, tercihler ve belirsizlik özelliği taşıması bakımından farklı olduğu tespit edilmiştir.	Modelleme etkinliklerini öğrenciler arkadaşlarıyla birlikte is birliği içinde çözmeye çalışmaları onları modelleme üzerine tartışılmasını ve daha güvenilir sonuçlar elde etmelerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin grup çalışmasıyla işbirliği içerisinde yürütülmesine ve modellerin sınıf ortamından paylaşılmasına imkân sağlanması öğrencilerin kendine güvenlerini arttırabileceği önerilmektedir.

Tablo 3'ün devamı

Sandalcı (2013)	Modelleme etkinlikleri kullanılarak 6. Sınıf öğrencilerinin cebir konusunda akademik başarılarının arttırılması ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.	İlköğretim 6. sınıfta öğrenim gören 65 tane öğrenci ile yürütülmüştür.	Karma Araştırma Deseni kullanılmıştır.	Cebir Başarı Testi (CBT),Matematik ve Günlük Yaşam Testi (MGYT), İşlem ve Rapor Kağıtları, Gözlem Notları ve Yarı Yapılandırılmış Mülakat/ t Testi- Betimsel Analiz	Öğrencilerin etkinliklerden zevk aldıkları, yoğun bir şekilde etkileşim içinde oldukları, akademik başarısı düşük öğrencilerin süreçte rol aldığı fakat grupların problem durumuna uygun cebirsel ifadeyi yazmada zorlandıkları ya da sözel ifade ettikleri kuralı cebirsel olarak ifade etmede zorlandıkları tespit edilmiştir.	Ortaokul öğrencileri seviyesinde modelleme etkinlikleri ile yapılan cebir öğretimi sonucunda seçilen konu için yapılacak etkinlik sayısının önemli olduğu, bu sayı arttıkça öğrencilerin performanslarının daha da arttığı görülmüştür.	Matematiksel modelleme süreci bağlamında ilkokul, ortaokul ve ortaöğretim düzeyinde öğrencilerin oluşturdukları modellerin türleri ve etkililiği incelenmesi ve matematiksel modelleme sürecini her düzeyde değerlendirilmesini sağlayacak ölçekler geliştirilmesi önerilmiştir.
Akgün (2014)	Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye uygun etkinlikler oluşturabilme ve bu etkinlikleri uygulayabilme yeterliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır	Üç farklı lise türünde görev yapan 13 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Ayrıca 37 ortaöğretim öğrencisinin uygulamalarla ilgili görüşleri de alınmıştır	Durum Çalışması	Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu, Yarı Yapılandırılmış Ön ve Son Görüşme Formları ve Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) / İçerik analizi ve betimsel analiz	Öğretmenlerin etkinlikleri uygulama süreçleri gözlemlendiğinde modelleme basamaklarından modeli gerçek hayata yorumlama basamağında eksikliklerin olduğu tespit edilmiştir.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması sürecinde uygulamaların çok zaman aldığı, öğrencilerin matematiksel model oluşturmaya ve grupla çalışmaya adapte olamadıkları tespit edilmiştir.	Matematiksel modelleme yönteminin istenen düzeyde öğretilebilmesi için, modelleme etkinliklerine öğretim programlarında ve ders kitaplarında daha fazla yer verilmesi ve öğrencilerle daha küçük yaşlarda uygulanmaya başlanması önerilmiştir

Tablo 3'ün devamı

Batı (2014)	İlköğretim fen eğitiminde zihinsel, paylaşılan ve uzlaşılan modeller oluşturma, modelleri test etme ve revize etme becerilerini temele alan Modellemeye Dayalı Fen Eğitimi Programının (MDFEP), ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi ile öğretmen ve öğrencilerin sürecin etkililiğine ilişkin görüşleri incelenmesi amaçlanmıştır.	Üç farklı okuldan seçilen 60 deney ve 54 kontrol olmak üzere toplam 114 ilköğretim 7. Sınıf öğrencisi ve iki fen ve teknoloji öğretmeni ile yürütülmüştür.	Yarı deneysel yöntemin ön test son test kontrol gruplu deseni ile "Gözlemsel Durum Çalışması" (*Observational Case Study*) eş zamanlı olarak kullanılmıştır.	Cornell Koşullu Sorgulama Testi, Form X (CCTX) ve Bilimin Doğası Görüşleri Testi (BĞLTEST), yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlem ve doküman incelemesi /ANOVA-ANCOVA İçerik analizi	Modelleme dayalı fen eğitimi programının uygulandığı deney gruplarındaki öğrencilerin bilimin doğasına ilişkinin görüşlerinin geliştiği nitel ve nicel analiz sonuçlarıyla tespit edilmiştir.	Öğrencilerin modelleme sürecine etkin olarak katıldıklarını ancak oluşturdukları modellerin kendi zihinsel modellerinden çok var olan bilimsel bilgiler veya gözlemlerine dayalı olgulardan öteye gidemediği sonucuna ulaşılmıştır.	Modellemeye dayalı fen eğitimi uygulamalarının yürütüleceği çalışmalarda öğrencilerin ve öğretmenlerin sürece alışmaları ve içselleştirebilmeleri için daha uzun çalışmalara ihtiyaç olduğu söylenebilir.
Dişbudak (2014)	Model oluşturma etkinlikleri kullanılarak gerçekleştirilen matematiksel modelleme ile öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.	Deney ve kontrol grubunda 30'ar öğrenci olmak üzere 6. sınıfta öğrenim gören toplam 60 öğrenciden oluşturmaktadır.	Yarı deneysel desen ve Yarı Yapılandırılmış Mülakat	Matematik Başarı Testi, Matematik Tutum Ölçeği Testi, Mann-Whitney U Testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Değerlendirme Anketi, Görüşme /Betimsel ve İçerik Analizi	Akademik başarı açısından model oluşturma etkinliklerinin kullanıldığı öğretim sürecinin geleneksel öğretim yöntemine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı, öğrencilerin matematiğe karşı tutumu açısından model oluşturma etkinlikleri, istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı bir farkın oluştuğu tespit edilmiştir.	Öğrencilerin model oluşturma prensiplerinden en çok değişkenleri belirleme aşamasında zorladıkları sonucuna varılmıştır.	Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenme-öğretme yöntemi olarak da, ilköğretim matematik derslerinde uygulanması önerilmektedir.

Tablo 3'ün devamı

Alkan (2015)	Fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinin mitoz bölünme konusuna ilişkin yanılgılarının giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülen bir öğretim materyali (model) geliştirmektedir.	5 eğitim uzmanı, 4 fen bilgisi öğretmeni ve 36 fen bilgisi öğretmeni adayı ile yürütülmüştür.	Bütüncül tek durumlu bir durum çalışması	Açık uçlu soru formları, yüz yüze mülakat soruları ve öz-değerlendirme formu	Öğretmen adaylarının daha çok modelin kullanışlılık, kazanıma uygunluk ve anlaşılırlık boyutlarına öneride bulundukları, kavramsal değişim yeterliliği açısından ise daha çok anlaşılırlık, verimlilik ve akla yatkınlığın sağlanması konusunda öneri yaptıkları görülmüştür.	Geliştirilen modelin sentrozomun işlevi, mitoz bölünme evrelerinin içeriği, iğ ipliğinin işlevi ve oluşan hücre sayısı konularındaki yanılgıların giderilmesine katkı sağladığı belirlenmiştir.	Deneysel çalışmada odaklanılan kişilerin sayısının artırılması, kontrol grubunun eklenmesi ve deneysel süreçle ilgili nitel verilerin toplanması, modelin etkililiğinin belirlenmesinde yararlı olabilir.
Bilen (2015)	2013-2014 öğretim yılından itibaren kademeli bir şekilde yürürlüğe giren ortaokul beşinci sınıf matematik dersi öğretim programının matematiksel modelleme ve modeller açısından öğretmen görüşlerine göre incelenmesi amaçlanmıştır.	58 ortaokul matematik öğretmeni ile yürütülmüştür.	Durum çalışması	"Matematiksel Modelleme Görüş Formu" /Betimsel analiz, SPSS programı	Görüşülen öğretmenlerin yaklaşık olarak %57'sinin (33 öğretmen) matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olduğu belirlenmiştir.	Öğretmenler ortaokul matematik dersi öğretim programının öğretmenlere modelleme hususunda yol göstermediğini vurgulamaktadırlar.	Öğretmenler zaman zaman programdan bağımsız olarak hareket etmeli ve sınıf içerisinde istedikleri materyal ve pedagojik yöntemleri özgürce uygulamalıdırlar.
Çelik (2015)	Matematik öğretmenlerinin beşinci sınıf kesirler ve kesirlerle ilgili işlemler konusunu öğretim süreçlerinde matematiksel modelleri kullanım düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.	Ortaokulda görev yapan üç matematik öğretmeniyle (2 kadın, 1 erkek) çalışılmıştır.	Örnek olay yöntemi	Video kaydı, Gözlem ve Matematiksel Modelleme Görüş Formu	Öğretmenlerin modelleri, konuyu görselleştirdiği ve kalıcılığı artırdığı için faydalı bulduğu görülmüştür.	Öğretmenlerin modelleri daha çok konuyu anlatırken kullandıkları fakat soru çözümlerinde çok tercih etmedikleri sonucuna varılmıştır.	Kesir öğretimine yönelik, ortaokul matematik dersi öğretim programı tarafından da kullanımı önerilen, matematiksel model kullanımının arttırılması gerektiği önerilmiştir.

Tablo 3'ün devamı

Demirhan (2015)	Birinci amaç; Fen bilgisi öğretmen adaylarının İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemi üniteleri ile ilgili oluşturulan problemlere çözüm olacak üç boyutlu modelleri yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde oluşturmalarının akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkilerini araştırmaktır. İkincisi ise, bu süreçte yapılan odak grup görüşmeleri, video kayıtları ve öğretmen adaylarının doldurdukları dokümanlardan elde edilecek verilerle fen bilgisi öğretmen adaylarının, üç boyutlu modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde uygulanması sürecindeki deneyimlerini ve görüşlerini belirlemektir.	Üniversitesinin ikinci sınıfında öğrenim gören (I. ve II. öğretim) toplam 88 fen bilgisi öğretmen adayı	Nicel kısmı ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel kısmı ise durum çalışması.	"İki Aşamalı Akademik Başarı Testi", "Problem Çözme Envanteri", "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği odak grup görüşmeleri, video kayıtları, Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları /ANOVA-ANCOVA, İçerik analizi-sürekli karşılaştırmalı analiz	Üç boyutlu modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde oluşturulması fark etmeksizin akademik başarıyı model oluşturmayana göre daha fazla arttırdığını, hem yapılandırılmamış ve hem de yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturmanın problem çözme becerilerini geleneksel öğretim gören öğretmen adaylarınkinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırdığı, bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesinde üç boyutlu modellerin oluşturulmasının, modellerin oluşturulma süreci fark etmeksizin anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir.	Öğrencilerin sınıf içerisinde aktif olarak model tasarlamaları sağlanarak akademik başarılarının arttırılacağı öne sürülebilir.	Eğitim öğretim ortamlarında modellerin oluşturulması süreçlerinde yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulmasından çok yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulması önerilmektedir.

Tablo 3'ün devamı

Erol (2015)	Matematiksel modelleme etkinliklerinin 9.sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisini incelemek.	9. sınıfa devam eden 68 öğrenci ile yürütülmüştür.	Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen ve durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.	Denklik başarı testi, modelleme testi, matematiksel modelleme çalışma yaprakları, matematiksel okuryazarlık ölçeği, matematiksel inanç ölçeği, matematik okuryazarlık testleri ve öğrenci günlükleri. /İçerik analiz ve t-testi SPSS 17 programı	Öğrenciler yazdıkları günlüklerde genel olarak modelleme etkinliklerinin faydalılığından bahsettikleri görülmüştür.	Uygulama sonunda, başlangıçta sahip oldukları becerileri ve inançlar geliştirdikleri dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini ve matematiksel inançlarını olumlu yönde etkilediği söylenmiştir.	İlköğretim, ortaöğretim ve üst öğretim basamaklarındaki matematik derslerinde mümkün olduğu kadar fazla matematiksel modelleme etkinliğinin yapılması sağlanmalıdır.
Aydın-Güç (2015)	Literatürde bütüncül matematiksel modelleme yaklaşımı olarak tanımlanan öğrenme ortamlarında, öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.	İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü'nde öğrenim gören 40 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür	Eylem Araştırması yöntemi kullanılmıştır.	Video kayıtları, Alan notları ve Klinik mülakat	Tasarlanan öğrenme ortamında deneyimin, öğrenme ortamı özelliklerinin ve duyuşsal faktörlerin modelleme yeterliliklerinin ortaya çıkmasında etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca bulgular modelleme yeterliklerinin gelişiminin doğrusal olmadığını ortaya koymuştur.	Alt-yeterliliklerin matematiksel modelleme yeterliğinin varlığını işaret etmediği Bazı alt-yeterliklerin gelişime dirençli olduğu, birçok alt-yeterliğin modelleme deneyimine bağlı olarak geliştirilebildiği, bazı yeterliklerin ise modelleme deneyiminden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir.	Matematiksel modelleme yeterlikleri değerlendirilirken alt-yeterliklere odaklanılması önerilmektedir.

Tablo 3'ün devamı

Yılmaz (2015)	Matematiksel modellerle teorem ispatlarının öğrencilerin ispat yapabilme becerilerine etkisi ile ispata yönelik görüşlerindeki ve akademik başarılarındaki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır.	İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü'nde öğrenim gören 45 ikinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Durum çalışması ve zayıf deneysel desen olan tek grup ön test-son test modeli kullanılmıştır	Matematiksel Bilgi ve Beceri Testi, Matematiksel İspat Yapma İle İlgili Görüş Anketi ve Yarı Yapılandırılmış Mülakat /Betimsel analiz, yüzde ve frekans tabloları, SPSS programı	Son testte öğrenciler matematiksel modellerden yola çıkarak teorem ispatlarını daha kolay yapabilmiş ve bu sayede ispatı yapmaya karşı olumlu bir tutum sergilenmiş olup, ön testte bunun aksine bir tutum sergilenmiştir.	Öğrencilerin ispat yapabilme becerilerinin ve akademik başarılarının da arttığı gözlenmiş, öğrencilerin matematiksel modeller ile ispat yapmaya alıştıkları, bu sayede ispat yapmayı benimsedikleri sonucuna ulaşılmıştır.	Teorem ispatlarında da matematiksel modellerin kullanımı en başta teoremin ifadesini anlamaya yardımcı olacağından ispatlar yapılırken matematiksel modellerin kullanılması önerilmektedir.

Literatürde yapılan birçok araştırmada model ve model türleri farklı örneklem grubu (ilköğretimden üniversiteye kadar öğrenim gören öğrenciler, öğretmen adayları ve görev yapan öğretmenler) ve mülakat, eylem araştırması, örnek olay yöntemi gibi değişik yöntemlerle birlikte incelenmeye çalışılmıştır. Bu araştırmanın kapsamında yer alan atom kavramına yönelik yapılan çalışmaların model ile birlikte yürütülenleri ilköğretim öğrencisi açısından; model kullanmanın öğrenci başarısına etkisi (Zeynelgiller, 2006); model içeren bir materyal geliştirerek öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlenmesi (Altuntaş-Aydın, 2011) şeklinde ilgili tabloda yer almaktadır. Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesi ile ilgili model kullanımının kavram öğretimine etkisi (Minaslı, 2009); kimyasal bağ konusunun model ile öğretim yönteminin kimya dersine yönelik başarısı, tutumları ve kavramsal anlamalara etkisi (Ulusoy, 2011) araştırılmıştır. Fen eğitimin yer alan farklı konulara yönelik çalışmalar (Alkan, 2015; Aytekin, 2011; Batı, 2014; Bilal, 2010; Burkaz, 2012; Demirayak, 2006; Demirhan, 2015; Köklü, 2009; Ünal-Çoban, 2009) şeklinde ilgili tabloda yer almaktadır. Ancak ilgili tablo incelediğinde birçok çalışmanın matematiksel modelleme kavramı ile gerçekleştiği (Akgün, 2014; Bilen, 2015; Çelik, 2015; Çiltaş, 2011; Dişbudak, 2014; Doruk, 2010; Erol, 2015; Güç, 2015; Güder, 2013; Kal, 2013; Kandemir, 2011 Karalı, 2013; Kertil, 2008; Keskin, 2008; Korkmaz, 2010; Özgün, 2012; Özturan-Sağırlı, 2010; Taşova, 2011; Yılmaz, 2015) görülmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda atom ve molekül ile ilgili model çalışmalarının yeterli sayıda yapılmadığı tespit edilmiştir.

2. 1. 1. 5. Literatürde Yer Alan Zihinsel Model ile İlgili Ulusal Çalışmalar

Tablo 4. Zihinsel Model ile İlgili Çalışmalar

Çalışma	Amaç	Örneklem (N)	Yöntem	Veri Toplama Araçları Veri analizi	Elde Edilen Önemli Bulgu	Açığa Çıkan Önemli Sonuç	Önerilen Önemli Öneri
Ünal (2005)	Feni öğrenirken kullandıkları öğrenme yaklaşımları geliştirip, derinleştirmesine ve zihinsel modeller yaparak bilgiyi yapılandırmalarına katkıda bulunmayı amaçlamıştır.	30 tane deney ve 29 tane kontrol grubu olmak üzere 59 tane 7. Sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön test-son test uygulanmıştır.	Başarı testi, açık uçlu sorular ve öğrenme yaklaşımı ölçeği, yarı yapılandırılmış görüş formu, sınıf içi gözlem formu/ SPSS 11. 0	Deney ve kontrol sınıfı öğrencileri arasında akademik başarı açısından deney grubu lehine farklılıklar olduğu; öğrenme yaklaşımları ve zihinsel modeler açısından ise anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir.	Öğrencilerin bilişsel öğrenme alanı düzeyinin ve konuya ilişkin zihinsel modellerinin gelişiminde buluş yoluyla öğretmenin geleneksel öğretmeye göre daha etkili olduğu görülmektedir.	Fen öğretmenlerinin derslerinde, öğrencilerin zihinlerinde modellerini geliştirecek bağlantı ve modelleri içeren buluş yolu ve diğer öğretimsel yolları kullanmaları sağlanmalıdır.
Taylan-Yıldız (2006)	İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenerek, aralarında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla benzeşim modelleri ve atomun tarihsel modellerinin öğrencilerin zihinsel modellerini nasıl etkilediği incelenmiştir.	10 ilköğretim okulunda eğitim gören 441, 7. ve 8. sınıf ilköğretim öğrencisi ile, 7 ortaöğretim okulunda eğitim gören 479 ortaöğretim öğrencisi ile yürütülmüştür.	İlişkisel tarama modeli kullanılmıştır.	Çizim /İçerik analizi	Benzeşim modellerinin ve tarihsel modellerin öğrencilerin zihinsel modellerini etkilemediği, İlköğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri ile Ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modelleri birbirine paralel olduğu, ders kitaplarında, farklı birçok atom modeline ve benzeşim modeline yer verildiği, geçerli ve son atom modeli olan Modern atom teorisine uygun şekil yer almadığı belirlenmiştir	Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin benzeşimlerden ve atomun tarihsel modellerinden etkilendiği, öğrencilerin zihninde geçerli ve son teori olan Modern Atom Teorisinin yapılanmadığı sonucuna varılmıştır.	Öğrencilerin modelleştirme yetenekleri geliştirilmeli, model yaratma fırsatı verilerek bu yönde etkinlikler düzenlenmelidir.

Tablo 4'ün devamı

Akyol (2009)	Bu çalışmada öğrencilerin atom modellerine dair bilgileri araştırılmış, onların zihinlerinde atom modeli ile daha önceki öğrendikleri atom kavramı arasında nasıl bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir.	Fen alanlarında öğrenim gören 295 tane öğretmen adayından oluşmaktadır.	Tarama modeli kullanılmıştır.	Anket, görüşme /Betimsel analiz	Öğrencilerin tarihsel gelişim süreci içerisinde bütün atom modellerini gerek lisede gerekse üniversitede öğrendiklerini, buna karşın zihinlerindeki modelin Rutherford atom modeline benzediğini belirtmektedir.	Öğrecilerin atomun büyüklüğüne ilişkin fikirlerinde sayısal değerlerden çok bildikleri bir büyüklük ile kıyaslamayı tercih ettiklerini, atomu somut bir varlık olarak gördükleri sonucuna ulaşılmıştır.	Ders kitaplarında bulunan atom modellerinin gerçekle birebir örtüşmediği ve ölçeklendirilerek çizilmediği öğrencilere kavratılmalıdır.
Ulutaş (2010)	Öğrencilerin zihinlerindeki kavramlar, bu kavramları nasıl edindikleri, kavramlar arasında nasıl ilişki kurdukları arasında zihin modellerine ulaşmaktır.	Kimya eğitimi öğretmen adayları (N= 12) ile yürütülmüştür.	Durum çalışması	Görüşme formu/ İçerik analizi	Öğrenciler genellikle maddelerin oluşumunu Big Bang teorisine dayandırdığı tespit edilmiştir.	Katılımcıların zihinsel modelleri iyonik bağda elektrostatik model, kovalent bağda atomların daha kararlı olabilmek için ya da soygaz düzenine benzemek için elektronlarını ortaklaşa kullandıkları bir model, metalik bağda elektron denizi modelini kullanmıştır.	Öğrencilerin zihinsel modellerini daha net bir şekilde ortaya çıkarmak için konu ile ilgili makroskobik, mikroskobik ve sembolik boyutta daha çok çalışma yapılması önerilmiştir.
İyibil (2010)	Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarına dair anlama düzeylerini ve zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması ve ortaya çıkarılan düzeylerin ve modellerin adayların öğrenim gördüğü programlarla ilişkisinin belirlenmesi olarak amaçlanmaktadır.	Okul öncesi, sınıf, fen bilgisi ve fizik öğretmenliği programlarında öğrenimlerine devam etmekte olan toplam 293 öğretmen adayından oluşmaktadır.	Tarama yöntemi kullanılmıştır.	Başarı testi ve mülakat, ses kayıt cihazı /Betimsel analiz	Öğretmen adaylarının dünya, güneş, ay, gezegen, yıldız ve uydu kavramları için yeterli düzeyde açıklama yapamadıkları bu durumun ise öğretmen adaylarının temel astronomi kavramları hakkında yeterli bilgi sahibi olmadığının göstergesi olarak değerlendirilmiştir.	Birçok kavram için fen bilgisi ile fizik öğretmen adaylarının okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarından daha çok bilimsel bilgi içeren model türlerine sahip oldukları görülmüştür, çalışma sonucunda branşlar arasında beklenen farklılık ortaya çıkmıştır.	Farklı yaş gruplarındaki bireylerin katılımlarının sağlanması yolu ile temel astronomi kavramları ile ilişkili zihinsel modellerin ortaya çıkarmayı ve gelişimi ortaya koymayı hedefleyen araştırmaların yapılması önerilebilir.

Tablo 4'ün devamı

Kayhan (2010)	İlköğretim öğrencilerinin, kesir çeşitlerinin birbirine dönüştürülmesi ile ilgili verilen soruları çözerken ortaya çıkan zihinsel modellerinin belirlenmesi ve öğrencilerin zihinsel modelleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların karşılaştırılmasıdır.	4'ü beşinci sınıf, 4'ü sekizinci sınıf olmak üzere toplam 8 ilköğretim öğrencisi ile yürütülmüştür.	Durum çalışması kullanılmıştır.	Görüşme, döküman incelemesi yöntemleri ve "Sesli Düşünme Tekniği (Think Aloud)", video kaydı /İçerik analizi	Kesir çeşitlerinin birbirine dönüştürülmesi sürecinde sınıf düzeyi açısından büyük farklılıklar gözlenmezken, katılımcı öğrencilerin başarı düzeyi açısından önemli farklılıkların olduğu görülmüştür.	Problemlerin çözümünde, öğrencilerin çoğunun işlem bilgisini kullandıklarını ancak yüksek başarı notuna sahip öğrencilerin bu işlem bilgisi altında yatan nedenleri açıklamakta yetersiz kaldığını sonucuna ulaşılmıştır.	Bilgi hamallığının önüne geçilmesi, bilgilerin kalıcılığı ve anlamlı bir öğrenme için, zihinsel modellerin incelenmesi kavramsal bilginin öğretileceği öğrenme ortamlarının düzenlenmesi konusunda öğretmenlere ipucu sağlayacağı düşünülmektedir.
Akıllı (2011)	3D (üç boyutlu) bilgisayar modellerinin Modern Fizik dersi "Atomun Yapısı" ünitesi çerçevesinde Fen Bilgisi Eğitimi 2. Sınıf öğrencilerinin akademik, üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırabilme yeteneklerinin artmasına ve zihinsel modellerinin gelişimine etkisi araştırılmıştır.	3D Modellerin kullanıldığı "Deney Grubu" (DG) (n=34) Geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı "Kontrol Grubu" (KG) (n=33)'undan oluşmaktadır.	Yarı-deneysel ön test–son test kontrol gruplu modele göre dizayn edilmiştir.	Akademik Başarı Testi (ABT), Zihinsel Model Testi (ZMT), Uzamsal Canlandırma Testi (UCT) ve 3D Bilgisayar Modelleri için Görüş Ölçeği (3DMGÖ) /SPSS 16-MANOVA	3D bilgisayar modellerinin hem öğrencilerin zihinsel modellerinin gelişimi için hem de soyut konuların öğrenciler tarafından daha kolay anlaşılması ve öğrenilmesi açısından oldukça yararlı araçlar olduğu tespit edilmiştir.	3D bilgisayar modelleri kullanılarak gerçekleştirilen öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı, zihinsel modellerini geliştirdiği ve üç boyutlu düşünebilme ve uzamsal canlandırma yeteneklerini arttırdığı görülmüştür.	Modellerin hazırlanması sürecinde öğrenci ihtiyaçları, öğretilecek konunun içeriğinin gereklilikleri, sınıf ortamı veya öğrencilerin ön bilgi düzeyleri gibi öğretim sürecinin önemli bileşenleri mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Tablo 4'ün devamı

Aydın (2011)	"Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesi konularındaki kavram yanılgıları alan yazın taraması yapılarak belirlenip, bu kavram yanılgılarının giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinlikler, kavramsal değişim metinleri, kavram haritalari, zihin haritalari, kavram karikatürleri, analojiler, modeller kullanılarak uygulanan yöntemin öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modeller üzerindeki etkililiğinin incelenmesi amaçlanmıştır.	55 (27 öğrenci deney grubu, 28 öğrenci kontrol grubu) sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.	Yarı yapılandırılmış görüşme, tutum, ölçeği, açık uçlu sorudan oluşan kavram anlama testi, ses kayıt cihazı	Deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre konuya ilişkin kavramları zihinlerinde daha iyi yapılandırdıkları görülmüştür.	Yapılandırmacı yaklaşım temelli kavramsal değişim stratejilerine dayalı etkinliklerle gerçekleştirilen Fen ve Teknoloji derslerinin, öğrencilerin kavramları öğrenmeleri, zihinsel modelleri, bilgilerinin kalıcılığı ve derse yönelik tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.	Ders kitaplarındaki konuların sunuş şeklinin, kavram değişim modeline uygun olarak düzenlenmesi sağlanmalıdır.
Çakır (2011)	Üstün yetenekli öğrencilerin elektrik konusundaki "iletkenlik ve yalıtkanlık" kavramlarını anlama düzeylerini ve bu kavramları öğrenirken oluşturdukları zihinsel modellerin belirlenmesi amaçlanmaktadır	Bilim ve Sanat Merkezlerine devam eden 10 üstün yetenekli ilköğretim öğrencisi ile yürütülmüştür.	Örnek olay metodolisi kullanılmıştır.	Üç - aşamalı test, TGA mülakat, kavram haritalama yöntemi	Öğrencilerin katı iletken ve yalıtkanlara nazaran sıvı iletken ve yalıtkanlarla ilgili zihinsel model oluşturmada zorlandıklarını tespit etmiştir.	Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modellerinin bulanık değil net olduğu ayrıca, kavramsal modellerle genelde uyumlu olduğu için geçerliliğinin yüksek ve değişime açık olduğunu tespit etmiştir.	Üstün yetenekli öğrencilerin eğitim programlarının belirlenmesi sürecinde bu öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi, tasarlanacak programın kalitesini artıracağı düşünülmektedir

Tablo 4'ün devamı

Yalçın (2011)	İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili öğrenim öncesi ve öğrenim sonrası zihinsel modellerinin incelenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.	3 ilköğretim okulunda, öğrenim öncesi 217, öğrenim sonrası ise 215 ilköğretim 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir	Durum çalışması kullanılmıştır.	5 açık uçlu soru /Betimsel analiz	Öğrenim öncesi öğrencilerin yarıdan fazlası atomu berk küreler olarak düşünürken, öğrenim sonrası öğrencilerin yarısı zihinlerinde ders kitabında atomun yapısı anlatılırken kullanılan Bohr Atom Modeli' ni yapılandırmıştır	Öğrencilerinin öğrenim sonunda olumlu gelişmeler göstermiş olmalarına karşın, atomun yapısını yeteri kadar kavrayamadıklarını, zihinlerinde canlandıramadıklarını, çeşitli dengesizlikler yaşadıklarını ve bazı olguları yanlış yapılandırdıklarını göstermiştir.	Öğrencilere ders kitabında modelin tanımını vermek yerine, en etkili öğrenmenin sağlanacağı yaparak yaşayarak öğrenme temel alınarak, modelin, basit etkinlikler tasarlanarak, öğrenci seviyelerine uygun şekilde ders kitaplarına konulması yerinde olacağı önerilmektedir.
Kurnaz (2011)	Üniversite Temel Fizik dersi konuları arasında yer alan enerji konusuna yönelik olarak Model Tabanlı Öğrenme yaklaşımı çerçevesinde bir öğrenme ortamı tasarlama, uygulama ve bu ortamın öğrencilerin alternatif fikirlerini gidermesi, eksik bilgilerini tamamlaması ve bu konudaki zihinsel modellerini geliştirmesi üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Matematik Öğretmenliği Programında Temel Fizik I dersi alan 68 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır.	Didaktiksel mühendislik araştırma yöntemi	23 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı sınavı, mülakatlar ve gözlem, ses kayıt cihazı/ Betimsel analiz	Tasarlanan öğrenme ortamının çalışma grubunun alternatif fikirlerini giderme, anlama seviyelerini artırma ve bu konudaki zihinsel modellerini geliştirmede olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir	MOMBI öğretim modeli temelinde yapılandırılan öğrenme ortamının çalışma grubunun enerji konusuyla ilgili algılamalarını geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.	Tasarlanan öğrenme ortamının enerji konusunun öğretimi sürecinde kullanılması, çalışma kapsamında ulaşılan sonuçların farklı çalışmalarla değerlendirilmesi ve çalışmada temel alınan yaklaşımların farklı konulara uygulanması önerilmektedir.

Tablo 4'ün devamı

Arslan (2013)	Fen ve Teknoloji dersi "Madde ve Isı" ünitesinin Modellemeye Dayalı Öğretim yöntemi ile işlenmesinin; İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinde anlama, yaratıcılık, hatırda tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemektir.	İlköğretim okulunda öğrenim gören 6. sınıfların A ve B şubelerinden toplam 58 öğrenci ile on hafta süreyle yürütülmüştür.	Karma yaklaşımın nicel boyutunda ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen, nitel boyutunda ise olgu bilim deseni kullanılmıştır.	Madde ve Isı Ünitesi Anlama Düzeyi Testi(ADT), Zihinsel Modellere İlişkin Görüşme Formu(MIÜGF) ve Torrance Yaratıcılık Testi(TYT) /ANCOVA	Anlama ve hatırda tutma düzeyi açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı, yaratıcılık düzeyleri açısından ise deney grubu öğrencilerinin daha yüksek yaratıcılığa sahip olduğu bulunmuştur.	Modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin zihinsel modellerini olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir.	Yurt dışında modellemeye dayalı öğretimde öğrencilerin nasıl öğrendiğine ilişkin birçok çalışma var iken ülkemizde bu konu ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ülkemizde modelleme tabanlı öğretimle öğrencilerin nasıl öğrendiklerine ilişkin bir araştırma yapılabilir.
Aydın (2013)	Öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerini belirlemek amaçlanmıştır.	4 farklı ilköğretim okulundaki toplam 102 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Özel durum çalışması uygulanmıştır.	3 adet açık uçlu soru içeren bir test, yarı yapılandırılmış görüşme, ses kayıt cihazı /İçerik analizi-Betimsel analiz	Öğrencilerin çevre sorunlarını algılamalarında bulundukları sosyo-kültürel çevrenin etkisinin olmadığı ve farklı okullarda öğrenim gören öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin birbiri ile paralel olduğu tespit etmiştir.	Öğrencilerin genel olarak bilimsel bilgilerle uyumlu zihinsel modellere sahip olduklarını sonucuna ulaşılmıştır.	Sürdürülebilir bir dünyanın gerektirdiği bilgi, beceri, tutum ve davranışların öğrencilere kazandırılması konusundaki çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmiştir.

Tablo 4'ün devamı

Aydın (2013)	Kimyasal Reaksiyonlar konusunda kimya öğretmen adaylarının zihinsel modellerini yarı yapılandırılmış mülakat yoluyla ortaya koymak ve elde edilen veriler doğrultusunda varılan sonuçları değerlendirmek amaçlanmıştır.	Kimya Öğretmen adaylarıyla (N=9) yürütülmüştür.	Durum çalışması yöntemi kullanılmıştır.	Gözlem ve görüşme, yarı yapılandırılmış mülakat, ses kayıt cihazı /İçerik analizi	Katılımcılarda kimyasal reaksiyonlar konusunda bilimsel modellere uygun zihinsel modellerin yanında, karmaşık ve bilimsel modellere uygun olmayan çeşitli zihinsel modellerin de olduğu belirlenmiştir.	Farklı zihinsel modellerin ortaya çıkmasında öğrencilerin ön kavramlarının ve şekilsel olarak modelleme yapabilme yeteneklerinin etkili olduğu belirlendi.	Öğrencilerin kimya konularına ilişkin zihinsel model oluştururken zorlandıkları hayal etmelerine ve şekil olarak göstermelerine analojik düşünmenin etkisini ortaya çıkaran çalışmalar yapılabilir.
Karacan (2014)	Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması ve sahip olunan benzer zihinsel modellerin gruplandırılması amaçlanmıştır.	29 fizik öğretmeni ve 7 fizik öğretmen adayı ile yürütülmüştür.	Çoklu durum çalışması / yarı yapılandırılmış mülakat uygulanmıştır.	Anket /içerik analizi-Nvivo programı	Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının zihinsel modellerinde farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların cinsiyet, deneyim veya akademik düzey ile ilişkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.	Bazı katılımcıların zihinsel modellerinin bilimsel modellerle örtüştüğü bazı katılımcıların ise kavram yanılgılarına sahip olduğu görülmüştür.	Zihinsel modellerin ortaya çıkartılması için bireylerin kendilerini ifade etmelerine, zihinsel modellerini açıklamalarına fırsat verilirken, eksik olan noktalar tespit edilip giderilmeli, yanlış bilgiler düzeltilmesi önerilmiştir.
Emli (2014)	7.sınıf öğrencilerinin küresel ısınmaya ilişkin sahip oldukları zihinsel modelleri araştırmaktır	7.sınıfta öğrenim gören 185 öğrenci ile yürütülmüştür.	Durum çalışması kullanılmıştır.	"Küresel Isınma Anket Formu" (KIAF) ile toplanmıştır./ İçerik analizi	Genel olarak öğrencilerin küresel ısınma kavramını duyduklarını, az da olsa bilgi sahibi olduklarını fakat bu bilgiyi ifade etmekte ve zihinsel model olarak çizimlere yansıtmakta zorlandıkları tespit edilmiştir.	Küresel ısınma hakkında bilgi düzeylerinin yetersiz olduğu ve buna paralel olarak zihinsel modellerinin belirgin olmadığı ve karışık bir görünüm arz ettiği belirlenmiştir.	Aynı öğretim ortamında bulunmalarına rağmen farklı zihinsel modellere sahip öğrencilerin var olduğunun farkında olunması araştırmalarda dikkate alınması ve buna göre bir eğitim planının belirlenmesi öğretimde başarıyı artıracağı düşünülmektedir.

Tablo 4'ün devamı

Sözcü (2015)	7. sınıf öğrencilerinin sosyal bilgiler dersi öğretim programında yer alan bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modellerini belirlemektir.	Üç ortaokulda öğrenim gören 311 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Karma yöntem kullanılmıştır. Nitel kısım tarama modeli, nicel kısım öntest-sontest.	Form /İçerik analizi	A ve C okulunda öğrenim gören öğrencilerin bilimsel zihinsel modellerinde son testte ön teste göre belirgin bir artış, bilimsel olmayan zihinsel modellerinde de belirgin bir düşüş görülmüştür. B okulundaki öğrencilerin oluşturduğu bilimsel zihinsel modellerde ise hemen hemen hiç değişimin yaşanmadığı, bilimsel olmayan zihinsel modellerinin azaldığı belirlenmiştir.	Okullara göre A okulunun en başarılı okul olduğu, C okulunun daha fazla gelişim gösterdiği, B okulunun ise ön ve son zihinsel modellerinde bilimsel zihinsel modellerde belirgin bir farklılık görülmezken, bilimsel olmayan zihinsel modellerde belirgin bir farklılık görülmüştür.	Sosyal bilgiler alanında bu konuya yönelik yeni çalışmaların yapılması önerilmektedir.
Yüzbaşıoğlu (2015)	İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin, fen ve teknoloji dersi ses ünitesinde sesin oluşumu, iletimi, işitilmesi ve yansıması konularıyla ilgili öğrenci zihinsel modellerini belirlemek ve belirlenen zihinsel modellerden hareketle öğrencilerin ses konusundaki genel zihinsel modellerini ortaya çıkarmaktır.	416 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür.	Özel durum çalışması uygulanmıştır.	Öğrenme Durumlarını Belirleme Testi (ÖDBT)	Öğrencilerin ses konusunda sahip oldukları zihinsel modellerin ağırlıklı olarak Bilimsel Model olduğu tespit edilmiştir.	Çalışma sonunda öğrencilerin genel zihinsel modellerinin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.	Yetersiz öğrenci zihinsel modelleri için, öğretmenlere ve kitap yazarlarına uyumsuz, görsel ve sözel baskın modele sahip öğrencilerin eksik algılamalarını tamamlayıcı nitelikte içeriklere daha çok yer verilmesi önerilmiştir.

Literatür incelediğinde ilköğretim öğrencilerine yönelik yapılan zihinsel model çalışmalarında; zihinsel model kullanarak bilgi yapılandırılması (Ünal,2005); kesir çeşitlerinin birbirine dönüştürülmesi ile zihinsel model oluşturma (Kayhan, 2010); hücre bölünmesi ve kalıtım ünitesi ile ilgili kavram yanılgılarını gidermede kullanılan yöntemlerin zihinsel modele etkisi (Aydın, 2011); üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramlarına dair zihinsel modelleri (Çakır, 2011); atom kavramı ile ilgili öğrenim öncesi ve sonrası zihinsel modellerin belirlenmesi (Yalçın, 2011); madde ve ısı ünitesinin modellemeye dayalı öğretim ile zihinsel modellerine etkisi (Arslan, 2013); çevre sorunlarına yönelik zihinsel modelleri belirlemek (Aydın, 2013); küresel ısınmaya ilişkin öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi (Emli, 2014); öğrencilerin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modelleri (Sözcü, 2015); ses ünitesi ile ilgili zihinsel modellerini belirlemek (Yüzbaşıoğlu, 2015) amaçlanmıştır. Ortaöğretim ve ilköğretim (karma) öğrencilerine yönelik zihinsel model çalışmalarında; atomun yapısı ile ilgili zihinsel modeller belirlenerek iki öğrenim seviyesinde farkın araştırılması (Yıldız, 2006) amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarına yönelik yapılan zihinsel model çalışmalarında; adayların atom kavramına dair zihinsel modelleri ve daha önce öğrendikleri atom kavramı arasında nasıl bir ilişki bulunduğu (Akyol, 2009); zihinlerinde bulunan kavramların arasındaki ilişkinin zihinsel modele yansıması (Ulutaş, 2010); farklı öğrenim programında yer alan adayların temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerine dair zihinsel modelleri (İyibil, 2010); atomun yapısı ile ilgili üç boyutlu düşünebilmenin zihinsel modele etkisi (Akıllı, 2011); enerji konusuna yönelik model tabanlı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde zihinsel modellerin geliştirilmesi (Kurnaz, 2011); kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerini belirlemek (Yüce, 2013); fizik öğretmenleri ve adaylarının zihinsel modellerinin belirlenmesi ve aradaki farkın gruplandırılması (Karacan, 2014) amaçlanmıştır. Literatürde yapılan ulusal çalışmalara bakıldığında ilköğretim öğrencilerine yönelik atom kavramı ile ilgili zihinsel model çalışmalarının yeterli sayıda olmadığı tespit edilirken, araştırmanın amacına yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Fen bilimlerinin alt alanlarında yer alan her dersin içeriğinde atom ve alt yapısının doğru bir şekilde öğretilmesinin bir üst sınıf seviyesine katkısı ve atom modellerinin ilk defa ilköğretim 7. sınıf öğretim programında verilmeye başlandığı göz önünde tutulduğunda yapılan çalışmanın literatüre katkısı olacağı, ayrıca araştırma ilköğretim öğrencilerinin zihinlerinde kurgulanan atom modellerinin üç boyutlu sunumunu yaparak-yaşayarak uygulamalı şekilde yürütüldüğünden dolayı literatürdeki eksikliği bir nebze gidereceği düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırma modeli, araştırmanın örneklemi, veri toplama araçları ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler sunulmaktadır.

3. 1. Araştırma Modeli

Bir araştırmada kullanılacak olan yöntemlerin hangisi veya hangilerinin tercih edileceği araştırmanın amacına, konusuna ve problem durumuna bağımlı olarak değiştiği literatürde yer alan bazı çalışmalarda yerini almıştır ve önemi vurgulanmıştır (Campell ve Stanley, 1963; Robson, 1998; Karasar, 1999; Büyüköztürk, 2001). Yapılacak olan çalışmaya en uygun yöntemin hangisi olduğuna karar kılmak için araştırmacı literatür taraması yaparken mevcut çalışmaları incelemiş ve yöntemini ona göre seçmiştir, ayrıca uygulanan pilot çalışmanın sonucu seçilen yöntemin en uygun olduğunu kanıtlamıştır.

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemine dayalı olarak uygulanmıştır. Nitel araştırma; görüşme, gözlem ve döküm analizi gibi yöntemleri kapsamında barındıran, katılımcılarının algılama biçimlerini ve olayların oluş sebebinin doğal ve gerçeğe en yakın haliyle bir bütün olarak ortaya sunuşun nitel sürecidir şeklinde açıklanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 39). Nitel araştırma yöntemi esasında; disiplinler arası bütüncül bir bakış açısı altında araştırmanın problem durumunu yorumlayıcı bir tutum sergilemeyi önemsemektedir. Ayrıca çalışılmak istenen konu/kavram/olgu ya da olaylar kendi içerisinde ilişkisel olarak göz önünde tutularak, kişiler tarafından yüklenen amaçlar doğrultusunda incelenmesi mümkündür (Altunışık ve diğ., 2010'dan aktaran: Karataş, 2015: 2). Bu bağlamda nitel yöntemle hazırlanmış araştırmalarda, temel konu hakkında derin bir anlama yetisine ulaşma çabası olduğunda dolayı (Neuman, 2012: 224) yapılan çalışmanın temasıyla örtüştüğü söylenebilir. Ayrıca bu araştırma yöntemi keşfedici niteliği taşıdığından dolayı, incelenmesi müsait olan ancak yeterince irdelenmeyen konuları ışıklandırmada çoğunlukla elverişli ve faydalı (Neuman, 2012: 228) bir yöntem (Karataş, 2015) olmaktadır.

Ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin atom ve molekül kavramına ait zihinsel modellerini ortaya çıkarmayı amaç edinen bu çalışmada, nitel araştırma yöntemi içinde barınan özel durum çalışması araştırmanın modelini oluşturmuştur. Özel durum çalışmasının tercih edilmesinin nedeni; belirli bir olayı, durumu, kişileri ya da grupları incelenmek istenen durumun gerçekleştiği yer içerisinde analiz edilmesine olanak sağladığı ve (Yin, 1994) özellikle de; geniş bir çerçevede ele alarak 'nasıl' ve 'niçin'

sorularına yanıt alınmasına uygun bir yöntem olarak görüldüğü için tercih edilmiştir. Ayrıca çalışmanın verilerini ayrıntılı bir şekilde ulaşılabilineceğinden dolayı en uygun yöntemin bu olacağı düşünülmektedir. Özel durum çalışması, gerçek olaylar hakkında derinlemesine bilgi edinmeyi sağlayan, bu gerçeği içinde bulunduğu ortamla bağdaştıran ve yorumlayan, araştırılmak istenen gerçek olay hakkında az bir sürede çalışılmasına olanak sağlayan bir yöntemdir (Çepni, 2007). Özel durum araştırmasının özelliklerini Hitchook ve Hughes (1995) aşağıda verildiği şekilde özetlemiştir:

1. Özel durum içindeki olaylar zengin ve canlı olarak tanımlanır,
2. Özel durum içindeki olaylar kronolojiksel olarak hikâyelendirilir,
3. Özel durum içindeki olaylar tanımlanırken aynı anda analizlerle içsel tartışma da kurulur,
4. Özel durum içindeki belirgin olaylar ve belirgin karakterleri ile onların algıları üzerine odaklanılır,
5. Araştırmacı, özel durumun bir parçası olarak sürece katılır,
6. İncelenen özel durumun zengin bir şekilde sunumunu sağlayacak özel durumu sunma yolları mevcuttur

Araştırma Giresun İlinin Görele İlçesinde yer alan bir devlet okulunda öğrenim gören 25 tane 7. sınıf öğrencisinin atom ve molekül konusunda zihinsel modellerini belirlemek amacıyla yürütüldüğü için özel bir durumu nitelendirdiği düşünülmektedir.

Bu aşamada, literatür taraması sonucunda eğitim alanında durum çalışmalarına yer veren içerikli araştırmalar (Alkin, Daillak ve White, 1979; Brizuela, Stewart, Carillo and Berger, 2000; Perrone, 1985; Stake, Bresler ve Mabry, 1991) incelenmiş olup özellikle de asıl çalışmanın klinik mülakatında sorulacak olan sorulara kriter olarak ölçüt belirlenmiştir. Belirlenen kavramlara yoğunlaşarak detaylı bilgiler elde etmek ve analiz edilen konunun tüm boyutları ile açığa çıkarılmak istenildiğinden dolayı nitel veri toplama aracı olan klinik mülakat (Çepni, 2007) tercih edilmiştir. Nitel araştırma yönteminde en sık kullanılan veri toplama araçlarından birisi mülakat yöntemidir. Çünkü; bu yöntem kişilerin bakış açılarını, kendi deneyimlerini, duygu ve düşüncelerini aynı zamanda algılarını ortaya çıkarmada kullanılan gücü yüksek bir tekniktir (Yıldırım ve Şimşek, 2011: 41).

Yürütülen çalışmada, klinik mülakat aracılığı ile örneklem grubunun ifadeleri video kaydına alınmış, sözcükler defalarca titizlikle dinlenerek değiştirilmeden word sayfasına aktarılıp transkript edilmiştir. Araştırma da klinik mülakat yönteminin yanı sıra veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış gözlem formundan da faydalanılmıştır. Araştırma sonucunda hem klinik mülakat hem de yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen veriler içerik ve betimsel analize tabi tutulmuştur. Analiz yönteminin ayrıntılı şekilde olabilmesi için N-Vivo 9 programı da analize dahil edilmiştir.

3. 2. Araştırmanın Örneklemi

Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Hasan Ali Yücel Ortaokul'unda öğrenim gören 25 tane 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenciler araştırma yapılan okulda görev yapan ilgili branş öğretmeni tarafından heterojen dağılımlı 8 gruba ayrılmıştır. Araştırmanın yöntemine bağlı kalarak gruplara kendi aralarında G_1,G_2, … , G_8 şeklinde kodlar verilirken; araştırmanın örneklem grubunu oluşturan öğrencilere $Ö_1$,$Ö_2$, … , $Ö_{25}$ şekliyle kodlar verilmiştir. Öğrencilere araştırma öncesinde çalışma ile ilgili detaylar sunularak belirli bir takvim oluşturulmuştur. Gönüllülük esasiyetine dayanan araştırmada öğrencilere mümkün olduğunca devamsızlık yapmamaları hatırlatılıp, araştırma sürecinde yöntem kaynaklı video kaydı yapılacağı, elde edilen görüntülerin dökümanının word sayfasına aktarılıp sadece tez yazım sürecinde kullanılacağı söylenmiştir. Buna istinaden çalışmaya katılmak istemeyen öğrencilerin hoş karşılanacağı, katılmak isteyen öğrencilerin ise veli izin belgelerini imzalatıp okul idaresine teslim etmeleri istenmiştir. Gönüllü katılan öğrenciler ve öğrencilerinin bu araştırmaya katılmalarını hoşgörü ile karşılayan veliler "Yazılı İzin Formu" nu (Bakınız, Ek 2) imzalamışlardır.

Uygulama öncesinde öğrencilerden problem durumunu oluşturan konu hakkında klinik mülakat, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı ön bilgileri alınmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin çalışma öncesinde modeli oluşturacak konu hakkında yeterli bilgiye sahip oldukları varsayılmaktadır. Her öğrenciye eşit mesafe yaklaşım gösterilerek çalışmanın boyutunu değiştirecek bir hal ve tavır sergilenmemiştir. Öğrencilerden çalışma esnasında sorulan sorulara samimi cevap vermeleri rica edilirken, doğal ve rahat davranmaları istenmiştir. Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan öğrencilerin demografik özellikleri aşağıda verilen Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Araştırmanın Örneklemini Oluşturanların Demografik Özellikleri

Örneklem	Örneklem Kodu		Araştırma Okulu	Cinsiyet
POYRAZ Grubu	G_1	$Ö_1$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_2$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_3$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
AFES Grubu	G_2	$Ö_4$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_5$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_6$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_7$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
KAR TANESİ Grubu	G_3	$Ö_8$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_9$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_{10}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız

Tablo 5'in devamı

KANARYA Grubu	G_4	$Ö_{11}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{12}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_{13}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
BİM Grubu	G_5	$Ö_{14}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_{15}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{16}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
ALFA Grubu	G_6	$Ö_{17}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{18}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{19}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
SAHİCİ Grubu	G_7	$Ö_{20}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_{21}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
		$Ö_{22}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Kız
YAD Grubu	G_8	$Ö_{23}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{24}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek
		$Ö_{25}$	Hasan Ali Yücel Ortaokulu	Erkek

Tablo 5'te görüldüğü gibi araştırma örneklemini oluşturan öğrencilere ait grupların özel isimleri kendi istekleri üzerine oluşturulup herhangi bir kavramı nitelendirmemektedir. Klinik mülakat esnasında gruplar arasında öğrencilerin herhangi bir bilgi alış verişi yapılmaması konusunda dikkatli davranılmıştır.

3. 2. 1. Grup Çalışmasının Önemi

Geleneksel eğitimde yüksek bir oranda tercih edilen çalışma şeklinin bireysel çalışma olduğu söylenmektedir. Ancak bu şekilde gerçekleşen öğretimde öğrenciler dinleyici konumunda olup sadece öğretmenlerin sorduğu sorulara yanıt verirler, etkinlik yaparlar ve sıradan problemlere çözüm ararlar (Antonius, Haines, Jensen, Niss ve Burkhardt, 2007). Grup çalışmasının kapsamı bireysel çalışmaya göre daha geniştir. Grup çalışmasında öğrenciler işbirlikçi bir tutum sergiler, yardımsever ve paylaşımcı olmaktadırlar (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Aynı zamanda modelleme etkinlikleri küçük gruplar halinde oluşturulduğunda süreç de kolaylaşmaktadır (Akgün, 2014).

Araştırma grupları uzman öğretici ya da öğrencilerin istekleri doğrultusunda bir araya getirilebilir ve bu seçim gelişigüzel olabileceği gibi belirli ölçütler doğrultusunda olmakla birlikte grup üyelerinin yetenekleri doğrultusunda homojen veya heterojen şeklinde oluşturulabilir (Antonius ve diğ., 2007). Burada önemli olan nokta grup üyelerinin sayısının, tüm üyelerin üst düzeyde katılımını sağlayacak biçimde düzenlenmesidir. Eğer ki üye sayıları yeterli olmazsa grubun iletişim gücü aza indirgenir, fazla olması halinde ise grupların içinde alt grupçuklar oluşabilir, bu yüzden grubu oluşturan en uygun öğrenci sayısı üçtür ya da en fazla dörde de çıkabilir (Zawojewski ve diğ., 2003).

Bu araştırmanın örneklem grubunu oluşturan öğrencilerin grupla etkinlik yapması uygun görülmüş olup, uygulamanın gerçekleştiği okulda görev yapan uzman öğretici tarafından heterojen dağılımlı üçer ya da dörder kişi olacak şekilde dağıtılmıştır. Sınıf içi uygulamalarda yaklaşık 65-70 dakika zamanın ayrıldığı ve üçer kişilik heterojen gruplu çalışmaların tavsiye edildiği ve ideal görüldüğü çalışmalar literatürde bulunmaktadır (Eraslan, 2011b, Kant, 2011; Zawojewski ve diğ., 2003).

3. 3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama araçları olarak; klinik mülakat yöntemi, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı kullanılması uygun görülmüştür.

Araştırmanın problem durumunda yer alan sorular ve bu soruların kapsamında yer alan alt soruların yapısına uygun veri toplama araçlarının düzenlenmiş hali aşağıda verilen tabloda gösterilmektedir:

Tablo 6. Araştırmanın Sorularına Yönelik Belirlenen Veri Toplama Araçları

Problem Durumunda Yer Alan Sorular/Alt Sorular	İlgili Veri Toplama Araçları
1. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturma sürecine başlamadan önce zihinlerinde nasıl bir model kurguluyor?”	Klinik Mülakat/Video Kaydı/Yapılandırılmış Gözlem Formu
1.a. Öğrenciler kurguladıkları zihinsel modellerini hangi unsurlara benzeterek belirliyor?	
1.b. Öğrenciler zihinsel modellerini ifade ederken ne gibi zorluklarla karşılaşıyor?	
2. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor?	Klinik Mülakat/Video Kaydı/Yapılandırılmış Gözlem Formu
2.a. Öğrenciler birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?	
2.b. Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?	
3. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasında neler yapıyor?	Klinik Mülakat/Video Kaydı/Yapılandırılmış Gözlem Formu
3.a. Öğrenciler zihinsel modelini oluştururken alan bilgisini hangi aşamalarda kullanıyor?	
3.b. Öğrenciler modelini oluştururken zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne tür zorluklarla karşılıyor?	

Tablo 6'nın devamı

4.	Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uyguladıktan sonra ortaya nasıl bir ürün çıkıyor?	Klinik Mülakat/Video Kaydı/Yapılandırılmış Gözlem Formu
4.a.	Öğrenciler oluşturdukları modellerin olumlu ve olumsuz yönlerini nasıl anlatıyor?	
4.b.	Öğrenciler oluşturdukları modellerin içerik ve fiziksel özelliğini kurguladıkları model ile ilişkilendirebiliyor mu?	
5.	Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasından önceki süreçte, zihinlerinde kurguladıkları model ile uygulama aşamasında oluşturdukları model arasındaki farkı nasıl açıklıyor?	Klinik Mülakat/Video Kaydı/Yapılandırılmış Gözlem Formu
5.a.	Öğrenciler zihinsel modelleri ile oluşturdukları model arasındaki benzerlikleri ya da farklılıkları nasıl eleştiriyor?	

Tablo 6 incelediğinde araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçlarının, problem durumunu oluşturan 5 ana soru ve bu soruların alt sorularına göre kullanılma sıklığı verilmektedir. Problem durumunu oluşturan soruların doğasına uygun olarak görüldüğünden dolayı klinik mülakat, video kaydı ve yapılandırılmış gözlem formu veri toplama aracı olarak tercih edilmiştir.

3. 3. 1. Klinik Mülakat

İlk kez Piaget tarafından kullanılan klinik mülakat yönteminde, çocukların düşünme biçimlerinin özü ve yaptıkları yanlışları ile ilgili önemli bulgular sunacağı ifade edilmektedir. Bu bakış açısıyla, öğrenim gören kişilerin hayallerindeki çeşitliliğe buluş yapmak, onların merkezinde yer alan hareketleri gözleyebilmek, zihinsel yeteneklerini ölçebilmek ve kurala dayalı olmayan soruları yöneltebilmek için kullanılan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Klinik mülakatın kapsamında yer alan en önemli kısım, üzerinde veriler elde edilmeye çalışılan öğrenciler ile verileri toplayan ve açılık getiren uzmanların direkt olarak etkileşim halinde olmasıdır. Bu sayede yöntem, öğretmenlere kendilerini seçtikleri öğretim yöntemi bakımından değerlendirme fırsatı sunmaktadır. Klinik mülakat yönteminde elde edilen sonuçların genellenme kaygısı yoktur, bu yüzden çoğu zaman eleştirilere maruz kalmaktadır. Bunun sebebi olarak; nitel araştırmanın kapsamında yer alan klinik mülakatın özel bir durumu ayrıntılı şekilde araştırması olarak ifade edilmektedir. Aynı zamanda bu yöntemin tekrarlanabilirlik kaygısı da yoktur. Çünkü araştırmacıların öznelliği işin içinde olduğundan dolayı aynı metodu tercih eden iki araştırmacının aynı sonuca ulaşamayacağı göz önünde tutulabilmeli ya da aynı sonuç olmasa da birbirine yakın sonuçlar elde

edebileceği düşünülmelidir. Ayrıca çalışmanın katılımcısı ve yürütücüsünün o andaki motivasyonu araştırmanın sonucunu etkileyebilir fakat klinik mülakatın öğrencilerin duygularını ölçebilecek şansı sunduğundan dolayı olası olumsuzluğu engelleyebilmektedir (Karataş ve Güven, 2003).

Yapılan çalışmada yürütülen zihinsel model aşamalarında sık sık "Nasıl, Neden ve Niçin?" soruları ile öğrencilerin konu hakkındaki düşünceleri, bilgileri ve görüşleri irdelenmeye çalışıldığından dolayı klinik mülakat yönteminin içeriği ile paydaş amacı hedeflediği düşünülmesi, yöntemin tercih sebebi olmuştur.

3. 3. 2. Gözlem

Duyularımız veya farklı araçlar yardımıyla çevremizde bulunan nesne ve olayları inceleme eylemine gözlem denir. Tüm süreçlerin en temel olanı gözlemdir bu bağlamda; bilim gözlem ile başlar ve önceden edinilmiş bilgi birikimini esas alır (Başdaş, 2007). Gözlem, yeri belli olan ya da olmayan bir çevre ya da kuruluşta meydana gelen oluşumları ve tutumları net bir şekilde incelemek amacıyla kullanılan bir yöntem çeşididir. Gözlem yönteminin tercih edilmesinin sebebi ise; üzerinde inceleme yapılmak istenen bir davranışına yönelik derinlemesine, içerikli ve sürece dağılmış bir şema elde etmek için kullanılmaya uygun görülmesinden dolayıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 169). Gözlem esnasında nesnelerin niteliklerine, hareketlerindeki ve yapılarında süregelen değişimleri göz önünde tutulur. Gözlemdeki veriler nitel ya da nicel olabilir (Aydınlı, 2007).

1. Belirli davranışların göz önünde tutulması ve bunlar vasıtasıyla yola çıkarak davranışları tanımlama ve açıklama yoluna nicel gözlem,
2. Sayısal veriler ile uğraşmaktan çok, araştırmaya konu olan olay, olgu ve duruma bağlantılı olarak kapsamlı ve hatları belirli sözel ifadeler içeren açıklama ya da bu kavramlara ait tanımlama yapma işine nitel gözlem denir (Sözbilir, 2011).

Araştırmanın güvenilirliği açısından problem durumunu oluşturan kişi ya da obje tarafsız ve yansız bir şekilde gözlenmesi uygun bir davranış olacaktır. Bu bağlamda önemli olan nokta gözlemin kim tarafından yapılacağı, amacının ne olduğu, hangi zaman aralığında gerçekleşeceği, ne tarz araç-gereç tercih edileceği ve gözlemin yapıldığı ortamda hangi bakış açısına odaklanacağının belirlenmesidir. Gözlem çeşitleri katılımcısı olan, katılımcısı olmayan gözlem ve gizli gözlem olarak üçe ayrılır (Sönmez ve G. Alacapınar, 2011: 106).

3. 3. 2. 1. Gözlem Formunun Hazırlanması

Gözlem yapmaya başlamadan önce, nelerin hangi kapsam çerçevesinde gözleneceğinin net bir şekilde ortaya konması ve görüşmecinin hangi yolu izleyeceği belirtilmelidir. Gözlem formu hazırlanırken, gözlenecek olgu ya da olayın çok boyutlu olarak incelenmesine fırsat sunacak şekilde nitelikler belirlenmeli, ortamın fiziksel yapısı açıklanmalı, ortamın sosyal çevresi, ortamda yapılacak etkinlikler ve ortamda ön plana çıkacak dilin gözlenilmesinin önemli olacağı düşünüldüğünden dolayı bu özellikler dikkate alınmalıdır.

Gözlem formlarının; yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere 3 türü vardır:

1. Yapılandırılmış gözlem formu; gözlenen olayla ilgili her şey bu kısımda yer alır. Zaman aralıkları ile oluşturulan etkinlikler bir forma yerleştirilir ve ne kadar sıklıkla ya da hangisi tercih ediliyorsa form üzerinde işaretlerle veya rakamlarla gösterilir.
2. Yarı-yapılandırılmış gözlem formları; bu yapı da yapılandırılmıştaki gibi bir form ortaya çıkarılır, yapılandırılmış formdan farklı olarak forma açıklamalar veya yorumlar diye eklenti yapılır. Olayların tekrar etme sıklığı veya ne anlama geldiğinin yanı sıra, gözlemcinin gözlemlerini de yer verilir.
3. Yapılandırılmamış gözlem formları; gözlem yapan kişinin gözlemlediklerini düz yazıya dökme olayıdır. Gözlenen olay, derinlemesine ham veri şeklinde toplanıp not edilir.

Son olarak gözlem esnasında elde edilen verilerin kaydedilmesi gerekmektedir. Bu veriler, gözlem kılavuzu üzerinde gözlem esnasında alınacak notlar, gözlemden hemen sonra belleğe kaydedilen notlar ve fiziki kayıt cihazlarında oluşabilir. (Örneğin ses, görüntü, fotoğraf, video kaydı v.b. olabilir.) Gözlem çeşidinin hangisi olduğu fark etmeksizin, olabildiğince objektif bir bakış altında toplanılıp kaydedilmesi, üzerinde durulması gereken en önemli noktadır.

Gözlem ve mülakat yönteminin birlikte kullanılması elde edilen verilerin birden fazla yöntemle doğruluk payını sağlamlaştırır. Mülakat ile elde edilen verilerde olabilecek bazı fazlalık cümleler gözlem ile aza indirgenebilir. Gözlem ile elde edilebilecek verilere alternatif kazandırmak amacıyla mülakatlar tercih edilebilir (Sözbilir, 2011).

Gözlem, mülakatta olduğu gibi katılımcıyı aktif olarak sorgulamaz aksine bir katılımcının beli başlı yönlerini belli bir süreçte bütün özellikleri ile canlı bir şekilde gözlemlenmesini sağlar. Gözlemde veri toplama olayı mülakattaki gibi ses ya da görüntü kaydı ile elde edilebileceği gibi; fotoğraf, resim, çizim ya da not tutma gibi farklı yollarla da elde edilebilir (Trochim, 2006'dan aktaran Şandır, 2010: 39).

Bu çalışmada kullanılan yapılandırılmış gözlem formu Bebek (2016) tarafından geliştirilmiş olup, çalışmanın gözlem boyutuna yön vermiştir. Pilot ve asıl uygulamada klinik mülakat yapılırken ve model oluşturma esnasında öğrenciler için doğal gözlem yapılmıştır. Klinik mülakat esnasında yapılan gözlem, video kaydı ile desteklenmiştir ve önemli olan noktaların gözden kaçırılması engellenmiştir. Ayrıca pilot uygulama da yapılan gözlem, araştırmanın asıl olan kısmında eksik, yanlış ve hatalı tutumlardan çalışmayı arındırmıştır. Gözlem sonucunda yapılan tespitler sayesinde düzeltmelere gidilmiş ve olumsuz bir sonuç alınmaması için bazı önlemler alınmıştır. Asıl uygulamada yapılan gözlem ise; öğrencilerin uygulamada yer alan problem durumuna cevap aranmasında yardımcı olmuştur.

3. 3. 3. Video Kaydı

Klinik mülakat esnasında öğrenci gruplarının görüşleri kamera yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Aynı zamanda örneklem grup için gözlem esnasında gözden kaçan bazı noktalar kamera kaydı sayesinde, nitel verilerin bütününe ulaşmayı sağlamıştır.

3. 4. Veri Toplama ve Uygulama Akışı

Bu kısımda uygulama akışı içerisinde yer alan pilot çalışma ve akabinde yürütülen asıl çalışmanın verilerinin toplanılma sürecinden bahsedilmektedir.

3. 4. 1. Pilot Çalışmanın Uygulanması

Uygulama öncesi çalışmanın sorunsuz ve eksiksiz bir şekilde yürütülmesi, çalışma yöntemi için belirli kriterler belirlenmesi, tecrübe kazanmak ve de özgün bir çalışma olması amacıyla pilot çalışma uygulanmıştır. Pilot çalışmanın örneklem grubunu, asıl çalışmanın yapıldığı Hasan Ali Yücel Ortaokul'unda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Pilot uygulamanın gerçekleştirildiğinde okulda, araştırmacıya bazı durumlarda yardımcı olacak uzman öğretici ile tanışılmış ve uygulama esnasında yürütülecek olan aşamaların planları anlatılmıştır. Bu doğrultuda; gerek okul yönetimi gerekse uzman öğretici, ders planının aksamaması, öğrencilerin ders programından yoksun kalmaması şartıyla bir program düzenlemiştir. Araştırmacı, öğrencilere uygulama öncesi yapılacak çalışmanın anlam ve önemini vurgulayıp beklentilerinden bahsetmiştir. Çalışma için uygun ve gönüllü olan öğrenciler bu doğrultuda çalışmaya katıldığını beyan eden veli izin belgelerini okul yönetimine teslim etmişlerdir.

Yapılan program doğrultusunda araştırmacı öğrencilerle okulun laboratuar kısmında problem durumunu oluşturan konu ile ilgili klinik mülakat yaparak veri toplamıştır. Ayrıca

model oluşturma sürecinde öğrencilerin tavır ve tutumlarına yönelik doğal gözlem yaparak asıl çalışmaya yönelik nelerin yapılıp yapılmayacağına karar vermiştir. Araştırmanın pilot çalışmasının asıl amacı, yöntemin doğruluğunu belirlemenin yanında öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkaracak soruların boyutunu belirlemektir. Bu bağlamda; pilot çalışma esnasında yapılan uygulamanın asıl çalışmaya yönelik uygun ve özgün halini alması için alınan tedbirler Tablo 7'de düzenlenmiştir:

Tablo 7. Pilot Çalışmada Yapılacak Olan Düzenlemeler

No	Uygulanmış Eylem	Düzenlenecek Eylem	Neden / Niçin Açıklama
1.	Klinik mülakatta öğrencilere yöneltilen sorular doğaçlama şeklinde gelişmiştir.	Klinik mülakat esnasında öğrencilerin zihinsel modellerini ortaya çıkaracak soruların boyutu değiştirilmelidir.	Öğrencileri yönlendirme yapacak sorulardan kaçınılmalı. Çünkü soruların kullanış şekli öğrencilerin düşüncelerinde değişiklik yaratıyor.
2.	Uygulamaya başlamadan önce konu hakkında herhangi bir açıklama yapılmamıştır.	Asıl çalışmaya başlamadan önce öğrencilere model türlerini tanıtılmalıdır.	Öğrencilerin model oluştururken belirli tarzlarda sınırlı kalmasından kaçınılmak ve yaratıcılıklarını ortaya çıkarmak için model türlerinde bahsedilmesi gerektiği düşünülmektedir.
3.	Bazı öğrencilere bireysel bazıları grupla çalışma uygulanmıştır.	Örneklem grubundaki öğrencilere grupla çalışma uygulanmalıdır.	Öğrencilerin iletişim yönünü açığa çıkarmak, fikir alışverişi sırasında bilgi paylaşımı yaptırmak ve de süre olarak ekonomik davranmak birçok öğrenciyle çalışma fırsatı bulmak için grupla çalışma tercih edilmelidir.
4.	Sorular belirli bir sıra ile sorulmamıştır.	Soruların akış yönü tümevarımsal şekilde düzenlenmelidir.	Bazen aynı soruların tekrarlanması öğrenci açısından hem sıkıcı olmuştur hem de soruların düzenli şekilde sorulması öğrencilerin çalışmasını kolaylaştıracaktır.
5.	Çalışmayı oluşturacak gruplar homojen şekilde düzenlenmiştir.	Gruplarda bulunan öğrenciler uzman öğretici tarafından heterojen şekilde dağıtılmalıdır.	Seviyesi yüksek olan öğrencilerin oluşturduğu modellerden etkilenen seviyesi düşük olan öğrencilerin motivasyonunun düştüğü ve çalışmaya ilgisiz kaldığı belirlenmiştir.
6.	Araştırmacı ses tonunu dikkatli kullanmadı.	Araştırmacının ses tonu grupla iletişimi yönlendirecek şekilde ayarlanmalıdır.	Öğrencilerin birbiri ile etkileşiminden kaçınılmak bir de yansıma sözcükler olmaması için araştırmacının ses tonunu ve vurgusunu iletişimde olduğu gruba göre ayarlamasının gerekli olduğu görülmüştür.

Tablo 7'nin devamı

7.	Video kaydı yapılacak olan cihaz uygulama öncesi kontrol edilmemiştir.	Uygulama esnasında cihazla karşılaşılacak sorunların olmaması için alternatif bir cihaz getirilmelidir.	Video kaydı esnasında cihazda sorun oluştuğundan dolayı program aksamış olup cihaz için çözüm yolunun bulunması gerekli görülmüştür.
8.	Uygulama öncesi öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri alınmamıştır.	Asıl çalışmadan önce öğrencilerin problem durumunu oluşturacak konu hakkında ön bilgilerinin alınması önemlidir.	Uygulama öncesi asıl çalışmada öğrencilerin ön bilgilerinin alınması uygulama sürecindeki gelişimini ölçme açısından yardımcı olacaktır.
9.	Öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururken ikincil kaynaklara yöneldiği görülmüştür.	Öğrencilere uygulama öncesi ikincil kaynaklardan yardım alırken daha önceden oluşturulmuş modelleri kopyalamamaları hususunda uyarılarda bulunulmalıdır.	Öğrencilerin özgün çalışmalar ortaya koyması için kendi zihinsel modellerini oluşturmaları çalışma açısından önemlidir.
10.	Öğrencilerin etkinlik için psikolojik halleri göz ardı edilmiştir.	Asıl çalışma programında öğrencilerin hoşnut kaldığı derslerin alınmaması için programın ona düzenlemesi gereklidir.	Öğrencilerin bazı derslerden alınıp uygulama yapılması motivasyonunu düşürmüştür dolayısıyla kendilerini hazır hissetleri anda uygulamayı yapmak çalışmayı daha verimli kılacaktır.
11.	Materyal seçiminde gerekli yönlendirme yapılmadığından dolayı her türlü araç-gereç sınıf ortamına getirilmiştir.	Materyal seçiminde kesici, delici, yanıcı, kokusu ağır v.b. araç gereçlerin kullanılmaması yönünde uyarılarda bulunulmalıdır.	Öğrencilere yönlendirme yapmamak için malzeme seçiminde sınır konulmaması bazı durumları zorlaştırmıştır. Rehberlik yaparak malzeme seçimi yaptırmak daha uygun olacaktır.
12.	Öğrencilerin klinik mülakat esnasında ses düzeyleri kontrol edilmedi.	Video kaydı yapılırken sınıf ortamının sessiz olması sağlanmalıdır.	Video kaydındaki sözcükler word sayfasına aktarılırken bazı sözcükler anlaşılmadı bu yüzden öğrencilerin fısıltı ile konuşmaması sözcüklerin anlaşılırlığı açısından önemlidir.
13.	Örneklem grubundaki öğrencilerin tavır ve tutumlarına yönelik doğal gözlem yapılmıştır.	Yapılandırılmış gözlem formu uygulanmalıdır.	Doğal gözlem esnasında bazı önemli noktalar göz ardı edildiğinden dolayı yapılandırılmış gözlem formu kullanılmalıdır.

Tablo 7 incelendiğinde klinik mülakat esnasında öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemeye yönelik sorulan soruların içeriğinde öğrencileri kısa cevaplara iten ya da belirli bir noktaya yönelten sorular değiştirilerek, öğrencilerin ilgili konuya dair düşüncelerini

yönlendirme yapmadan kesin ve net bir şekilde düşüncelerini ortaya çıkaran sorular belirlenmiştir. Ayrıca pilot çalışma esnasında yöneltilen sorular doğaçlama şeklinde oluşurken, asıl çalışmada sorulacak soruların ana hatları belirlenerek sıralı şekilde verilmesine karar kılınmıştır. Soruların dağınık bir şekilde sorulması aynı sorunun yinelenmesini gündeme getirdiğinden dolayı, öğrencilerin aynı soruya cevap verirken sıkıldıkları tespit edilmiştir. Pilot çalışma yapılırken öğrencilere alan bilgisi önceden öğretilmiş kabul edilerek uygulamaya geçilmiştir ancak; model ve model türleri hakkında bilgi verilmemiştir. Bunun sonucunda öğrencilerin zihinsel modellerini yansıtan üç boyutlu modellerinin aynı tarzda oluştuğu görülmüştür. Asıl çalışmada aynı sorun yaşanmaması için; öğrencilere uygulama öncesi model ve model türleri hakkında kısa bilgi verilmiştir. Aynı zamanda zihinsel modelin alan bilgisinin ne kadar öğretildiği hakkında bilgi vereceği açısından bakıldığında; uygulama öncesi edinilmiş alan bilgilerinin uygulama sonrası ile karşılaştırılması pilot çalışmada göz ardı edilmiş, sonuç olarak belirli bir ölçüt alınamamıştır. Ancak asıl çalışmada uygulama öncesi atom, yapısı ve molekül kavramı hakkında bilgi toplanılmış ve uygulanma sonrasında belirli karşılaştırmalar yapılmıştır. Özel durum çalışması uygulanan bu araştırmada mülakat sürecinde zaman yönünden sıkıntı yaşandığına pilot çalışma sürecinde tanık olunmuştur. Ayrıca bireysel model çalışmalarında öğrencilerin fikir alışverişi yapamadığından dolayı asıl çalışmada grup çalışması uygulanmasının öğrencilerin; farklı bakış açılarının bir arada toplanmasına fırsat sunacağına, yaratıcıklarının ön plana çıkarılacağına inanılmıştır. Uygulamanın belirli bir plan dahilinde yürütülmesi, zaman açısından ekonomiklik yaratırken, uygulama sürecinden bağımsız kalmayı da engellemiştir. Grup çalışması şeklinde yürütülecek olan bu çalışmanın; homojen dağılım gösteren öğrenci gruplarının üç boyutlu modellerinde, alan bilgisi yönünden yüksek seviyede olan öğrencilerin belirgin şekilde ön plana çıktıkları gözlenmiştir. Bu doğrultuda bazı yönlerden kendilerini eksik hisseden öğrencilerin motivasyonunun düştüğü gözlenildiğinden dolayı, uzman öğretici yardımıyla grup dağılımı heterojen şekilde düzenlenilmiş ve seviyenin eşitlenmesi istenilmiştir. Özellikle de video kaydı sırasında günlük konuşma dili ve ses tonu mülakatta elde edilen verilen çözümlenmesinde bazı cümle ya da kelimelerin duyulmamasından dolayı eksiklik yaratmıştır. Bu bağlamda asıl çalışmada öğrenci grupları ile gerçekleşen mülakat sürecinde sınıf ortamında olabildiğince sessizliğin sağlanması ve duyulmayan cümlelerin tekrarlanması istenilmiştir. Ayrıca diğer grupların yapılan konuşmalardan etkilenmemesi yönünden tedbirler alınmıştır. Video kaydı yapılan cihaz pil ya da şarj ile çalıştığından dolayı kimi zaman mülakatın yarıda kalması süreç yönünden sıkıntı yaratmıştır. Asıl çalışma yapılırken cihazın mülakattan önce kontrol edilmesi ve gerektiğinde yedek cihazın kullanabilecek durum olması sağlanmıştır. Pilot çalışma esnasında yapılan gözlem

sonucunda zihinsel model oluşturma sürecinde bazı önemli noktaların belirlenemediği video kaydında ise sadece öğrencinin ağzından çıkan cümleye odaklanıldığı düşünüldüğünden dolayı, asıl çalışma esnasında yapılandırılmış gözlem formu kullanılmasının gerektiği, model oluşturma aşamalarında gerçekleşen her eylemin ayrıntısının kaydedilmesinin mülakat esnasında göz ardı edilen her şeyin açığını kapatacağı düşünülmüştür. Tablo 7'de görülen tüm düzenlemeler, araştırmacının pilot çalışması sonucunda değiştirilmesi gerekli görülen kısımların yansımaları sonucu oluşturulmuştur.

3. 4. 2. Asıl Çalışmanın Uygulanması

Pilot çalışma sürecinde elde edilen veriler doğrultusunda asıl çalışmanın teknik olarak daha uygun şartlarda yürütebilmesi için pilot çalışmanın eksik ve destekleyen yönleri araştırmacı tarafından tablo (Tablo 7) haline dönüştürülmüştür. İlgili tabloda asıl çalışma ile ilgili gerçekleştirilmesi gereken noktalar asıl çalışma sürecinde göz önünde tutularak uygulanmıştır.

Tablo 8. Asıl Çalışma Sürecinde Uygulamanın Akışı

Uygulama Süreci	Yöneltilen Sorular	Veri Toplama Araçları		
		Klinik Mülakat	Yapılandırılmış Gözlem Formu	Video Kaydı
1. Aşama	1. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturma sürecine başlamadan önce zihinlerinde nasıl bir model kurguluyor? 1.a. Öğrenciler kurguladıkları zihinsel modellerini hangi unsurlara benzeterek belirliyor? 1.b. Öğrenciler zihinsel modellerini ifade ederken ne gibi zorluklarla karşılaşıyor?	1. ana problem kapsamında yer alan 2 tane alt problemin (1.a, 2.b) oluştuğu belirtilebilirken, klinik mülakat esnasında alt problem sorularının kriterlerine uygun ve kendiliğinden gelişen soruların yöneltildiği söylenebilir.	Yapılandırılmış gözlem formunun 1. aşamasında yer alan temalara (1.Konuyu anlama basamağı; 1.1,1.2,1.3,1.4,1.5.) yönelik edinilen veriler kayıt altına alınmıştır (Bkz. Ek 3).	Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin uygulama öncesinde zihinlerinde kurguladıkları modellerini ifade eden verileri kayıt altına alınmıştır, sonrasında ise elde edilen veriler word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir.

Tablo 8'in devamı

2. Aşama	2. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor? 2.a. Öğrenciler birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor? 2.b. Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?	2. ana problem sorusu kapsamında yer alan 2 tane alt problemin (2.a, 2.b.) oluştuğu belirtilebilirken, klinik mülakat esnasında alt problem sorularının kriterlerine uygun ve kendiliğinden gelişen soruların yöneltildiği söylenebilir.	Yapılandırılmış gözlem formunun 2. aşamasında yer alan (2. Fikirleri Tespit Etme Basamağı; 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11) temalara yönelik elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Bkz. Ek 3).	Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın 2. aşamasında modellerini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izledikleri kayıt altına alınırken, elde edilen veriler uygulama sonrası word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir.
3. Aşama	3. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasında neler yapıyor? 3.a. Öğrenciler zihinsel modelini oluştururken alan bilgisini hangi aşamalarda kullanıyor? 3.b. Öğrenciler modelini oluştururken zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne tür zorluklarla karşılıyor?	3. ana problem sorusu kapsamında yer alan 2 alt problemin (3.a, 3.b) oluştuğu belirtilebilirken, klinik mülakat esnasında alt problem sorularının kriterlerine uygun ve kendiliğinden gelişen soruların yöneltildiği söylenebilir.	Yapılandırılmış gözlem formunun 3.aşamasında yer alan (3.Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etme Basamağı; 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10) temalara yönelik elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Bkz. Ek 3).	Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın 3. aşamasında modellerini uygularken neler yaptıkları kayıt altına alınırken, elde edilen veriler uygulama sonrası word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir.
4. Aşama	4. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uyguladıktan sonra ortaya nasıl bir ürün çıkıyor? 4.a. Öğrenciler oluşturdukları modelin olumlu ve olumsuz yönlerini nasıl anlatıyor? 4.b. Öğrenciler oluşturdukları modellerin içerik ve fiziksel özelliğini kurguladıkları model ile ilişkilendirebiliyor mu?	4. ana problem sorusu kapsamında yer alan 2 alt problemin (4.a, 4.b) oluştuğu belirtilebilirken, klinik mülakat esnasında alt problem sorularının kriterlerine uygun ve kendiliğinden gelişen soruların yöneltildiği söylenebilir.	Yapılandırılmış gözlem formunun 4. aşamasında yer alan (4.Öğrencilerin modeli karşılaştırma basamağı; 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) temalara yönelik elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Bkz. Ek 3).	Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın 4. aşamasında modellerini uyguladıktan sonra ortaya çıkarılan ürüne yönelik elde edilen verileri, uygulama sonrasında word sayfasına aktarılıp transkript edilmiştir.
5. Aşama	5. Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasından önceki süreçte, zihinlerinde kurguladıkları model ile uygulama aşamasında oluşturdukları model arasındaki farkı nasıl açıklıyor? 5.a. Öğrenciler kurguladıkları zihinsel modeli ile oluşturduğu model arasındaki benzerlikleri ya da farklılıkları nasıl eleştiriyor?	5. ana problem sorusu kapsamında yer alan 1 tane alt problemin (5.a) oluştuğu belirtilebilirken, klinik mülakat esnasında alt problem sorularının kriterlerine uygun ve kendiliğinden gelişen soruların yöneltildiği söylenebilir.	Yapılandırılmış gözlem formunun 5. aşamasında yer alan temalara (5.Öğrencilerin modeli düzenleme basamağı; 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10) yönelik elde edilen veriler kayıt altına alınmıştır (Bkz. Ek 3).	Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin uygulamanın 5.aşamasında, kurgulanan model ile oluşturulan modelin arasındaki farkı açıklamalarına dair elde edilen veriler kayıt edildikten sonra word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir.

Yukarıda yer alan Tablo 8 incelediğinde; 5 aşama şeklinde yürütülen asıl çalışmanın veri toplama araçlarından elde edilen verilerinin, problem durumunda yer alan 5 ana soru ve kapsamında yer alan alt sorularına göre nasıl biçimlendiği karşımıza çıkmaktadır. Asıl çalışmanın veri toplama araçları; pilot çalışma uygulamasından sonra klinik mülakat, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı şeklinde sabitlenmiştir. Problem durumunu oluşturan 5 ana sorunun ve kapsamında yer alan alt problemlerin klinik mülakat yardımıyla verileri toplanırken, bu veri toplama aracı doğası gereği soruları belirli kriterlere bağlı kalarak önceden hazırlanmış şekilde değil de süreç esnasında alt probleme çözüm üretecek şekilde doğaçlama şeklinde geliştiği söylenebilir. Ancak pilot çalışma esnasında veri toplama aracına uygun olarak yöneltilen soruların her ne kadar önceden hazırlanması ön görülmese de aşamalarda yer verilecek soru sıralamasının olması gerektiğinin uygun olacağı hatırlatılması uygun görülmüştür. Bu bağlamda; uygulama aşamalarında gerçekleşen akış şu şekilde gerçekleşmiştir:

Birinci aşamada; 1. ana problem doğrultusunda öğrencilerin uygulama öncesi zihinlerinde kurguladıkları modelleri belirlenmiş ve öğrenciler kurguladıkları modelleri ifade ederken ne tür zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu süreçte klinik mülakat esnasında öğrencilere, ana problemin alt problemlerine uygun olarak sorular yönlendirilmiştir ve sorular belirli akışta doğaçlama şeklinde yöneltilmiştir. Klinik mülakatın verileri video kaydı yardımıyla kayıt altına alınmıştır, uygulama sonrasında ise word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun ilk aşamasında, *Konuyu anlama basamağı*'nın temalarına göre gözlem yapılmış ve gereken veriler kayıt edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun her aşamasında yer alan temaların araştırmanın ana problemi ve alt problemine uygun olarak hazırlandığı belirtilebilir (Bkz., Ek 3).

İkinci aşamada; 2. ana problem doğrultusunda öğrenciler modeli uygulamaya başladıkları süreçte hangi kaynaklardan yardım aldıkları ve oluşturacakları modellerine uygun malzemeleri seçerken hangi özelliklerini ön plana çıkardıkları tespit edilmiştir. Klinik mülakat yardımıyla elde edilen bu veriler video kaydını alınmıştır. Uygulama sonrası ise; veriler word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun ikinci aşamasında, *Fikirleri tespit etme basamağı*'nın temalarına göre gözlem kayıtları elde edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun bu basamağında yer alan temalar 2. Ana problem ve alt probleminin içeriği ile bütünleştiği söylenebilir (Bkz. Ek 3).

Üçüncü aşamada; 3. ana problem doğrultusunda öğrenciler modelini oluştururken alan bilgisinden ne kadar yararlanabiliyor ve modeli oluştururken zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne gibi zorluklar yaşadığı tespit edilmiştir. Klinik mülakat ile toplanması uygun görülen veriler video kaydı altına alınmıştır, sonrasında ise word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun üçüncü aşamasında, *Öğrencilerin*

fikirlerini inşa etme basamağı'nın temalarına göre gözlem kayıtları elde edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun bu basamağında yer alan temalar 3. ana problem ve alt problemlerin içeriği paralel sonuç gütmektedir (Bkz. Ek 3).

Dördüncü aşamada; 4. ana problem doğrultusunda öğrenciler uygulama sonrası oluşturdukları modelin olumlu ve olumsuz yönlerini belirledikleri, uygulama öncesi kurguladıkları model ile uygulama sonrası oluşturdukları modelin fiziksel ve içerik yönünü ilişkilendirebildiklerine yönelik veriler elde edilmiştir. Klinik mülakat ile edinilen veriler video kaydı altına alınırken, word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun dördüncü aşamasında *Öğrencilerin modeli karşılaştırma basamağı'*nın temalarına göre gözlem kayıtları elde edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun bu basamağında yer alan temalar 4. ana problem ve alt problemlerinin içeriğini yansıtacak şekildedir (Bkz. Ek 3).

Beşinci aşamada; 5. ana problem doğrultusunda öğrenciler uygulama öncesi kurguladıkları modelleri ile uygulama sonrası oluşturdukları modellerin farklarına ve benzerliklerine yönelik yaptıkları eleştirilerin verilerine ulaşılmıştır. Klinik mülakat yardımıyla toplanan veriler word sayfasına aktarılarak transkript edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun beşinci aşamasında *Öğrencilerin modeli düzenleme basamağı'*nın temalarına göre gözlem kayıtları elde edilmiştir. Yapılandırılmış gözlem formunun bu basamağında yer alan temalar 5. ana problem ve alt problemlerinin içeriğine yönelik düzenlenmiştir (Bkz. Ek 3).

3. 5. Verilerin Analizi

Bu başlık adı altında nitel veri bulgularına nasıl ulaşıldığı ve hangi veri analizinin seçildiği sebepleri ile açıklanmıştır.

3. 5. 1. Nitel Veri Analizi

Nitel veri analizinde temel görülebilecek 3 başlık vurgulanmaktadır. Birincisinde, katılımcısının bizzat kendi görüşlerini barındıran cümleleri orijnalliğine bağlı kalarak sunmak, şayet gerekli görüldüğünde direkt olarak alıntılara yer verilir. İkincisi olarak, veriler betimleme işlemi yardımıyla ortaya çıkarılır, önemli görülen temalar belirlenir ve belirlenen temalar arasında ilişkisel bağlantı kurulur. Üçüncüsün de ise; araştırmacı/araştırmacıların yorumları eşliğiyle betimsel ve tematik analiz yapılır. Tüm bu üç basamak araştırmanın boyutuna göre belirli bir bütünsellik içerisinde eş zamanlı olarak da analize tabi tutulabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 221).

3. 5. 1. 1. N-Vivo ile Veri Analizinin Çözümlenmesi (Video Kayıtlarının Analizi)

Nitel analiz programı içerinde yer alan bilgisayar destekli olan N-Vivo programı, araştırmacının ham verilerinin kodlamalarını spesifik temalar halinde toplamasına, birçok sayıda örneklemi aynı anda karşılaştırılmasına, üzerinde durulan işlemin çabuk bir şekilde tekrar edilmesinde ya da gerekli düzeltmeleri yapmasında, ortaya çıkan sonucun arzu edilen zamanda erişime açık olmasında, programın kodu ve araştırmacının notu arasında bağlantı kurmasına sonuç olarak çözümlenmiş verilerin model, grafik, tablo veya rapor şeklinde özet haline getirilmesine olanak sağlayan bir programdır (Bacanak, 2013: 612).

Yazılı dokümanlar, video-ses kayıtları, e-mailler, fotoğraflar gibi birden fazla veri ile çalışan araştırmacıların tercih ettiği N-Vivo programı birbiriyle bağlantılı birçok bilgi ve dokümanı kombine etme, yorum katma, veri ve sonuçların görselleşmesini sağlama, doküman ve verilerde araştırma ve sorgulamada destek verme aynı zamanda da paylaşma yapabilir. Nvivo'da çözümlenen her doküman diğer uygulamalara rahatlıkla aktarılabilir (Çakır, 2013'den aktaran: Coşgun-İlgar ve İlgar, 2015: 30).

Nitel verilerin analizinde araştırmacı bilgisayar programları ile analiz yapabileceği gibi klasik yöntemle de veri analizi yapabilir (Kandemir, 2011). Her ne kadar bilgisayar programı ile nitel veri işlemi tercih edilse bile, geçerliliği kuvvetli bir araştırma yapabilmek için dokümanın defalarca dikkatli bir şekilde okunup alışkanlık kazanmanın yerini tutabilecek alternatif bir programın olabileceği düşünülmemektedir (Kuş, 2006). Bu sebepten dolayı yapılan çalışmanın veri analizi işlemi hem N-Vivo 9.0 programı hem de klasik yöntem ile veri analizi uygulanmıştır.

3. 5. 1. 2. Betimsel Analiz

Betimsel analiz, nitel veri analizi kapsamında yer alan gözlem ve görüşme (mülakat) yöntemlerinin bulgularından elde edilmiş verileri önceden belirlenen temalara göre yapılan sınıflandırmaların özetlenerek yorumlanması işlemidir. Araştırmanın bulgularından edinilen sonuçlar sebepleri ile bağlantı sağlanır uygun görülürse kavramlar arası karşılaştırmalar yapılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 224).

Bu araştırmada kullanılan yapılandırılmış gözlem formu, öğrencilerin oluşturduğu zihinsel model aşamalarına dair elde edilen verilerin belirli kriterlere uygunluğunu ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Uygulama esnasında model aşamalarına ait belirlenmiş temaların incelenmesi eş zamanlı olarak video kaydına alınmış, ayrıca araştırmanın geçerliği ve güvenirliği için (Balcı, 2009) gerektiğinde gözlenen aşamalara dair notlar da alınmıştır.

Daha önce yapılan bir çalışmada araştırmacısı tarafından hazırlanan bu yapılandırılmış gözlem formu (Bebek, 2016), betimsel analiz yardımıyla çözümlenmiştir.

3. 5. 1. 3. İçerik Analizi

İçerik analizi, araştırma bulgularından elde edilen verilerde benzer görüşleri içeren kavramlar ve olguların aynı başlık adı altında toplanması işlemi olarak tanımlanabilir. Okuyucusunun rahat bir şekilde algılaması göz önünde tutulduğunda, başlıkların hazırlanması işleminin dikkat edilerek titizlikle oluşturulması uygun bir davranış olacaktır. (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 227; Neuman, 2012: 663). İçerik analizi 4 aşamadan oluşmaktadır:

1. Verileri kodlama işlemi: Bulguların arasından birbirine benzer sözcük, kelime ya da cümlelerin kavramsal bağı araştırmacı tarafından aynı başlık adı altından toplanması işlemidir. Kodlama işleminde araştırmacının verileri defalarca okuyarak bilgileri en net şekilde kümeleştirmesi önemlidir.
2. Temaların oluşturulması: Benzer açıklamaları içeren kodlamalar belirlenen paydaş kategoride toplanarak temaları oluştururlar.
3. Verilerin kodlara ve temalara göre belirlenmesi ve açıklanması: Kodlama ve temaların belirli bir şemada oluşturulması işlemini içeren bu kısımda belirlenen bulgulara dair bilgilerin tanımlanması ve açıklanması gerçekleştirilebilir.
4. Bulguların incelenmesi: İlk defa bu kısımda araştırmacının yorumları katılarak bulguların arasında sebep-sonuç ilişkisi, bulgulardan belirli bir sonuç çıkarma, araştırmanın verilerine açıklık getirme ve anlam kazandırma, önemli olan yerlere vurgu yapma işlemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Yapılan araştırmanın klinik mülakatından elde edilen veriler, araştırmacı tarafından düz metin haline getirilmiş ve her sayfası tek tek 5-6 kez okunarak ayrıntılarda saklanan bilgilerin gizli kalması engellenmiştir. Zihinsel model oluşturma süreci boyunca; kurgulanan zihinsel modelin, modelin oluşumundaki süreçte yapılan işlemlerin, modelin oluşum aşamasından sonraki boyutunun verilere yansıyan cümlelerinin ilgili kodlamalara dönüştürülmesi işleminden sonra, kodlamaların kategorilere ayrılmış hali temalar biçiminde yorumlanmak üzere tablolara yerleştirilmiştir. Kodlama işleminin yapılandırılma aşamasında içerik analizine yardımcı olmak amacıyla N-Vivo 9 programından yararlanılmış ve veriler çözümlenmiştir. Ayrıca örneklem grubunda yer alan öğrenciler $Ö_1$, … ,$Ö_{25}$ arasında kodlamalarda yer almış ve her bir öğrenciye ait gruplar ise ve G_1 , … , G_8 kodlama başlıklarının içerisinde heterojen dağılım göstermiştir. Kodlamalarda yer alan öğrencilerin bulgularından elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenerek frekans

dağılımları ilgili tablolara yerleştirilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda araştırmacı ilgili problemlere dayalı derinlemesine yorum yapabilme fırsatı bulmuştur.

3. 5. 1. 4. Geçerlik ve Güvenilirlik

Nitel araştırma yönteminde yer alan geçerlik ve güvenirliği sağlamak için; elde edilen bulguların doğruluğu ile geçerliği ve bulguların tekrarlanabilirliği ile güvenirliği kazanmak mümkün olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu bağlamda geçerliği sağlamak amacıyla veri toplama aracının artırılması, araştırma süreci boyunca yapılanların ayrıntılı bir şekilde aktarılması önemsenirken; güvenirliği artırmak için elde edilen bulguların belirli kesitleri hiçbir yorum katılmadan direkt olarak verilmelidir (Özçetin, 2013).

Nitel araştırma yönteminde; araştırmanın güvenirliğini sağlamak için teyit edilebilirliği (dış güvenilirlik) ve tutarlılığı (iç güvenilirlik) göz önünde bulundurmak gerekmektedir (Alev, 2007). Bu bilgiler doğrultusunda teyit edilebilirlik için, araştırmacının üstlendiği görevin, örneklem grubunun, uygulama ortamının, veri toplama ve analiz yöntemlerinin ayrıntılı şekilde sunulması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Yapılan çalışmanın teyit edilebilirlik noktasında araştırmacı; pilot çalışma sayesinde araştırma yöntemini sabitlemiş, örneklem grubunun demografik özelliklerini etik kurallar çerçevesinde ifade etmeye çalışmış, uygulama ortamının yapıldığı yer hakkında bilgi sunmuş, veri toplama sürecinde yapılanları ve analizin hangi şekilde çözümlendiği hakkında bilgi vermiştir. Tutarlık için ise; elde edilen bulguların analizleri titizlikle defalarca okunarak kodlamaları oluşturulmuş ayrıca N-Vivo 9 programı ile elde edilen kodlamalar karşılaştırılmıştır. Araştırmanın aktarılabilirliği (dış geçerlilik) için çalışma sürecinde gerçekleştirilen pilot ve asıl çalışmanın uygulama akışı içeriği yapılan bir ayrıntılı şekilde sunulmuştur (Tablo 7 ve Tablo 8, Bkz). İnanılırlık noktasında ise, çeşitli veri toplama aracı (klinik mülakat, video kaydı ve yapılandırılmış gözlem formu) kullanılmış olup, araştırmacının objektif bakışı altında en doğru bilgiye ulaşılmaya yönelik sorular örneklem grubunda öğrenciler ile buluşmuştur.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemleri doğrultusunda ele edilen bulgular ve bu bulguların yorumlarına yer verilmiştir. Bulgular; klinik mülakattan elde edilen bulgular, yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen bulgular ve üretilen modellerden elde edilen bulgular olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır.

4. 1. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Klinik mülakat esnasında öğrencilerin kendilerine yöneltilen sorulara verdiği yanıtlardan elde edilen bulgular, uygun kategoriler altında, öğrencilerin yanıtlarından doğrudan alıntılar yapılarak verilmiştir, ayrıca anlaşılırlığı arttırmak amacıyla tablolar ve grafikler şeklinde sunulmuştur.

4. 1. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturma Sürecine Başlamadan Önce Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile İlgili Bulgular

"*Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturma sürecine başlamadan önce zihinlerinde nasıl bir model kurguluyor*?" sorusu doğrultusunda oluşturulan ve klinik mülakat esnasında 1. soru olarak belirlenen "*kurguladıkları zihinsel modellerini hangi unsurlara benzeterek belirliyor?*" sorusu ve bu soru kapsamında sorulan '*Öğrenciler zihinsel modellerini ifade ederken ne gibi zorluklarla karşılaşıyor?'* alt sorusuna verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo ve grafiklerle sunulup gerekli açıklamaları yapılmaktadır:

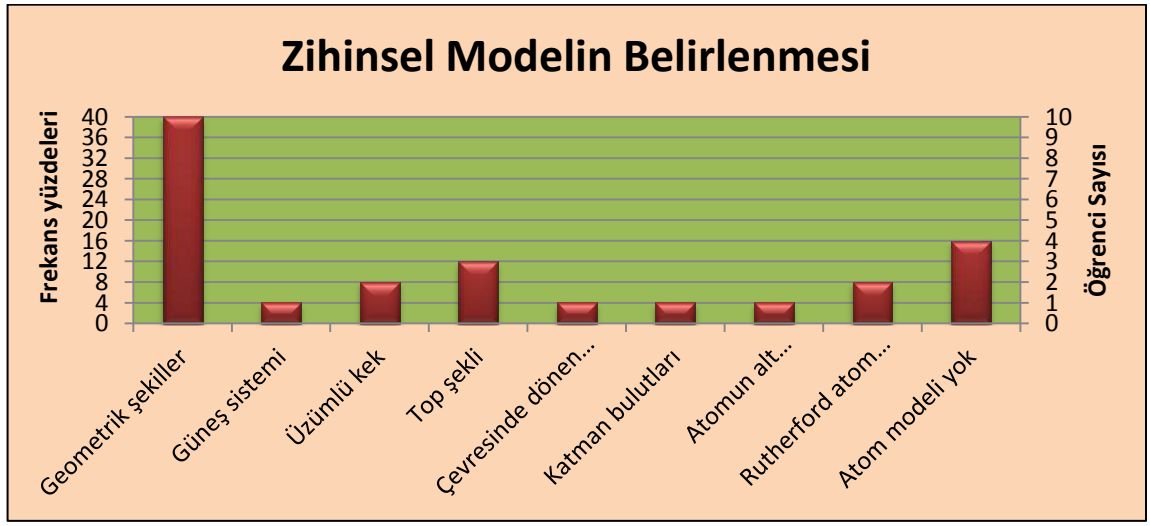
Tablo 9. Öğrencilerin Zihinsel Modellerini Belirlemelerine Yönelik Görüşleri

Kategori	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
1.a. Geometrik Şekiller	10	%40	$Ö_1Ö_2Ö_5Ö_{10}Ö_{11}Ö_{14}Ö_{18}Ö_{19}Ö_{24}Ö_{25}$
1.a.1. Yuvarlak	4	%16	$Ö_1Ö_5Ö_{18}Ö_{19}$
1.a.2. Oval	1	%4	$Ö_2$
1.a.3. Altıgen	1	%4	$Ö_{25}$
1.a.4. Çember	1	%4	$Ö_{10}$
1.a.5. Daire	1	%4	$Ö_{11}$
1.a.6. Kare	1	%4	$Ö_{14}$
1.a.7. Küresel	1	%4	$Ö_{24}$
2.a. Güneş sistemi	1	%4	$Ö_3$
2.b.Katman bulutları	1	%4	$Ö_{12}$
2.c.Çevresinde dönen halkalar	1	%4	$Ö_{20}$

Tablo 9'un devamı

2.d.Atomun alt parçacıkları	1	%4	$Ö_{16}$
2.e. Üzümlü kek	2	%8	$Ö_8Ö_9$
2.f.Rutherford atom modeli	2	%8	$Ö_4Ö_7$
2.g. Top şekli	3	%12	$Ö_{15}Ö_{21}Ö_{22}$
Belirsiz			
3.a.Belirli atom modeli yok	4	%16	$Ö_6Ö_{13}Ö_{17}Ö_{23}$

Tablo 9 incelendiğinde ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin zihinsel modelini oluşturma sürecine başlamadan önce, zihinlerinde kurguladıkları modelleri klinik mülakatta elde edilen bulgulara göre; kurguladıkları unsurları 21 öğrenci bilindik bir cisme benzetirken, 4 öğrencinin belirli bir cisme benzetemedikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerden 10 tanesi atom modelinin zihinlerinde beliren şeklinin geometrik cismi anımsattıklarını ifade ederken; bu şekillerin küre, oval, çember, daire ve yuvarlak gibi şekillerden oluştuğu görülmektedir; bunun yanı sıra yine geometrik şekillerin arasından kare ve altıgen şekline benzeten 1'er tane öğrencinin yer aldığı da bulgular arasındadır. Bir başka öğrenci ise zihnindeki atom modelini güneş sisteminde yer alan cisimleri anımsattığını belirtmektedir. Atom altı parçacıklara benzeten öğrenciler ile çevresinde dönen halkalardan oluşan atom modelinin olduğunu belirten öğrencilerin az sayıda oldukları görülürken, top şeklinde varlığı olan atom modelini savunan öğrencilerin olduğu da bulgularda rastlanmaktadır. Örneklem grubunda yer alan 4 öğrencinin ise atom modelini kurgulayamadığından dolayı belirleyemedikleri görülmektedir.



Grafik 1. Öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemesine yönelik görüşleri

Grafik 1'de görüldüğü gibi öğrencilerin zihinsel modellerini benzettikleri unsurlara belirlemeye yönelik kodların frekans dağılımlarının en yüksek oranını %40 ile geometrik şekiller oluşturmaktadır. En az frekansın ise % 4 ile güneş sistemi, çevresinde dönen halkalar, katman bulutları ve atomun alt parçacıklarına ait olduğu grafikte yer almaktadır. Zihnindeki atom modelini top şeklinde belirten öğrencilerin frekansının %12 olduğu görülürken, bilim adamlarının atom modellerini kendileri için örnek gösteren öğrencilerin frekans dağılımlarının üzümlü kek modeli ve Rutherford atom modelinden oluştuğu ve %8 frekans ile aynı frekans yüzdeliklerini sahip oldukları görülmektedir.

Aşağıda verilen klinik mülakat diyaloğunda 1. ana problem durumunun alt problemi (1.a) olan "*Öğrenciler kurguladıkları zihinsel modellerini hangi unsurlara benzeterek belirliyor?*" sorusunun cevabını bulmaya yönelik sorulan sorulara $Ö_2$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_{12}$,$Ö_{20}$ ve $Ö_{25}$ kodlu öğrencilerin önemli görülen görüşlerini barındıran yanıtları aşağıda verilen şekliyle sunulmaktadır:

A: *Zihninde oluşan atom modelini anlatır mısın bana?*

$Ö_2$: *İç içe geçmiş ovaller gibi düşündüm bende.*

A: *Neden iç içe geçmiş şekilde düşündün?*

$Ö_2$: *Öğretmenimiz ilk anlattığında aklımda öyle bir bütün kalmış. Şey bir de atom modelini öyle gördük biz en sonda o yüzden öyle bir şey düşündüm.*

A: *Zihninde nasıl bir model var?*

$Ö_4$: *Daha çok Rutherford' un yaptığı atom modeline benzer bir atom modeli var.*

A: *Peki senin zihninde nasıl bir atom modeli var?*

$Ö_8$: *Benim zihnimde değişik ya ben tam canlandırmadım.*

A: *Değişik olan ne onu anlat bana?*

$Ö_8$: *Yani o kadar detaylı bir şey yok. Ama az önce mesela şey düşündüm bir iki tane bilim adamı vardı (+) ve (-)yüklü şeyleri üzümlü keke benzetmişti. Ona benzer gibi bir şey.*

A: *Modelinizi oluşturmaya başlamışsınız, zihninde kurguladığın atom modeli tam olarak nasıl bir şekli temsil ediyor?*

A: *Siz diğer arkadaşlarınızdan farklı olsun diye mi pamuğu tercih ettiniz?*

$Ö_{12}$: *Yaa şey hani diyorlar ya katman bulutları diye zihnimdeki atom modelini ona benzettim bu yüzden pamuğu tercih ettim.*

A: *Zihninde nasıl bir atom modeli kurguladın?*

$Ö_{20}$: Bir tane top var derim onun ismine çekirdek derim etrafında dönen halkalar var halkalarla dönen şeye elektron denir, çekirdekte nötron ve proton bulunur.

A: Senin zihninde hayal ettiğin atom modeli nasıl peki?

$Ö_{25}$: Altıgen gibi örümcek ağı şeklinde olabilir, örümcek ağının her bir köşesine atom yerleştiririz ve ortasına çekirdeği koyabiliriz.

A: O kurguladığını görselleştirmek istesen nasıl bir model yapardın?

$Ö_{25}$: Yine örümcek ağı şeklinde iplerle ya da kulelerle bir ağ oluşturup, üzerini de böyle yapışkan şeyler oluyor onlardan koyabilirim.

Yukarıda verilen diyalogda alt probleme (1.a) uygun olarak $Ö_2$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_{12}$,$Ö_{20}$ ve $Ö_{25}$ kodlu öğrencilerin zihinsel modelini kurgularken belirli bir cisme benzettiklerini gösteren bir kesit sunulmuştur.

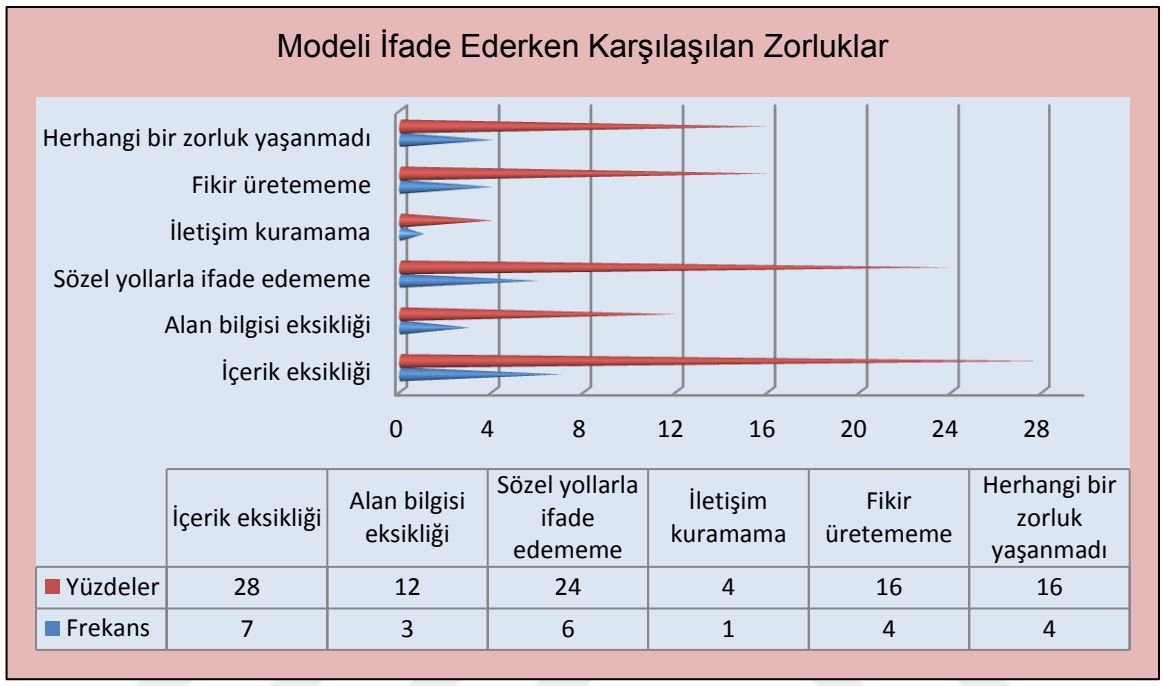
Tablo 10. Öğrencilerin Zihinsel Modellerini İfade Ederken Karşılaştıkları Zorluklar

Kategori	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
1.a. İçerik eksikliği	7	%28	$Ö_2$ $Ö_4$ $Ö_5$ $Ö_8$ $Ö_{18}$ $Ö_{20}Ö_{21}$
1.b. Alan bilgisi eksikliği	3	%12	$Ö_3Ö_{14}Ö_{22}$
1.c. Sözel yollarla ifade edememe	6	%24	$Ö_1Ö_7Ö_9Ö_{10}Ö_{16}Ö_{19}$
1.d. İletişim kuramama	1	%4	$Ö_{24}$
1.e. Fikir üretememe	4	%16	$Ö_6Ö_{13}Ö_{17}Ö_{23}$
1.f. Herhangi bir zorluk yaşanmadı	4	%16	$Ö_{11}Ö_{12}Ö_{15}Ö_{25}$

Tablo 10 incelediğinde öğrencilerin zihinsel modellerini kurgulama aşamasında zorlandıkları kısımların kodlamalarına yer verildiği görülmektedir. Öğrencilerden 7 tanesinin içerik eksikliğinden kaynaklanan ifade zorluğu yaşadığı görülürken, iletişimle alakalı zorluk yaşayan öğrencilerin frekansının 1 olduğu görülmektedir. Zihinsel modelini kurgulama aşamasında fikir üretemeyen öğrencilerin frekansı ile zihinsel modelini kurgulamada herhangi bir zorluk yaşamayan öğrencilerin frekansı 4 olup ve aynı frekansta oldukları grafikte verilen bilgiler arasında yer almaktadır. Alan bilgisi eksikliğinden dolayı zihinsel modelini ifade etmede zorluk yaşayan öğrencilerin frekansının 3 olduğu ve de zihinsel modelini sözel yollarla ifade edemeyen öğrencilerin frekansının 6 olduğu tabloda verilmektedir.

Tablo 10'da yer alan kodlamaların Grafik 2'deki yüzdelerine bakıldığında %28 ile en yüksek frekansın zihinsel modelini ifade ederken yaşadığı zorluğun içerik eksikliğinden kaynaklandığı görülmektedir. Alan bilgisi eksikliğinden dolayı kendini ifade etmede zorluk yaşayan öğrencilerin frekansının %12 olduğu, sözel yollarla kendini ifade etmede zorluk yaşayan öğrencilerin frekansının ise %24 olduğu grafikte yer almaktadır. İletişim kurmada zorluk yaşayan öğrencilerin frekansının diğer kodlamalara göre düşük olduğu ve %4

frekans değerine sahip olduğu görülmektedir. Zihinsel modelini kurgulama aşamasında fikir üretememe şeklinde zorluk yaşayan öğrencilerin %16 frekans değerine sahip olduğu ve zihinsel modelini ifade ederken zorluk yaşamayan öğrencilerinde aynı frekans yüzdesine sahip olduğu grafikte verilen bilgilerde gösterilmektedir.



	İçerik eksikliği	Alan bilgisi eksikliği	Sözel yollarla ifade edememe	İletişim kuramama	Fikir üretememe	Herhangi bir zorluk yaşanmadı
Yüzdeler	28	12	24	4	16	16
Frekans	7	3	6	1	4	4

Grafik 2. Öğrencilerin zihinsel modelini ifade ederken karşılaştıkları zorluklar

Aşağıda verilen klinik mülakat diyaloğunda, 1. ana problemin alt problemi doğrultusunda (1.b) '*Öğrenciler zihinsel modellerini ifade ederken ne gibi zorluklarla karşılaşıyor?*' şeklinde oluşan sorunun örneklem grubunda yer alan $Ö_{10}$, $Ö_{22}$ ve $Ö_{24}$ kodlu öğrencilerinin cevaplarına yönelik önemli görülen görüşleri sunulmaktadır:

A: *Peki, zihninde nasıl bir model canlandırdın?*

$Ö_{10}$: *Aslında ben bir model var onu yapmayı düşünüyorum.*

A: *Nasıl bir model?*

$Ö_{10}$: *Hmm, nasıl söyleyeyim..*

A: *Zihninde kurguladığın atom modelini anlatır mısın bana?*

$Ö_{22}$: *Hocam bilmiyorum.*

A: *Nasıl bir model oluşturacaksın uygulamada?*

$Ö_{22}$: *Arkadaşlarım balonla pipeti birleştirecek.*

A: *Senin oluşturmak istediğin model nasıl peki?*

$Ö_{22:}$ Benim zihnimde pinpon toplarını sulu boya ile renklendirip birbirlerini kürdanla birleştirip,.. Öyle yani.

A: ..o zaman bir atom modeli belirlemişsindir zihninde öyle mi anlamalıyım?

$Ö_{24}$: Hocam tam karar veremedim.

A: Karar veremediğin nokta ne tam olarak?

$Ö_{24}$: Karar veremediğim nokta.. Heyecanlandım sanırım.

A: Diğer arkadaşlarına da sorduğum gibi atom modeli oluşturacaksınız grupça ama senin zihninde hayal ettiğin atom modeli nasıl onu öğrenmek istiyorum.

Yukarıda verilen diyalogda alt probleme (1.b) uygun olarak $Ö_{10}$, $Ö_{22}$ ve $Ö_{24}$ kodlu öğrencilerin zihinsel modelini kurgularken yaşadıkları zorluklara dair edinilen verilerin kesiti sunulmaktadır.

4. 1. 2. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturmaya Başladıkları Süreçte İzledikleri Yol ile İlgili Bulgular

"*Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor*?" sorusu doğrultusunda oluşturulan ve klinik mülakat esnasında 2. soru olarak belirlenen 'Öğrenciler *birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?*' sorusu ve bu soru kapsamında sorulan '*Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?'* alt sorusuna verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo ve grafiklerle sunulup gerekli açıklamaları yapılmaktadır.

Tablo 11. Öğrencilerin Modellerini Oluştururken Yardımcı Kaynaklarını Buldukları Yerler

Kategoriler	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
Birincil araştırma kaynağı			
1.a. Zihinde kurgulama	7	% 17.5	$Ö_3$ $Ö_8$ $Ö_{12}$ $Ö_{15}$ $Ö_{19}$ $Ö_{20}$ $Ö_{21}$
1.b. Hayal gücü	3	% 7.5	$Ö_{12}$ $Ö_{19}$ $Ö_{22}$
İkincil araştırma kaynağı			
2.a. Bilim insanları	5		
2.a.1.Rutherford atom modeli	4	% 10	$Ö_5$ $Ö_8$ $Ö_{11}$ $Ö_{17}$
2.a.2. Bohr atom modeli	1	% 2.5	$Ö_2$
2.b. Grup Arkadaşları	11	% 27.5	$Ö_6$ $Ö_7$ $Ö_8$ $Ö_9$ $Ö_{12}$ $Ö_{13}$ $Ö_{14}$ $Ö_{16}$ $Ö_{18}$ $Ö_{22}$ $Ö_{25}$
2.f. İnternet	8	% 20	$Ö_1$ $Ö_2$ $Ö_3$ $Ö_4$ $Ö_8$ $Ö_9$ $Ö_{10}$ $Ö_{11}$
2.d. Kaynak Kitaplar	1	% 2.5	$Ö_{23}$
2.e. Ders süreci	3	% 7.5	$Ö_{23}$ $Ö_{24}$ $Ö_{25}$
2.c. MEB Kitabı	2	% 5	$Ö_1$ $Ö_8$

Tablo 11'de öğrencilerin model oluşturma sürecinde yardım aldıkları kaynakları incelediğimizde birincil araştırma kaynağının (öğrencinin kendisinin oluşturduğu kaynak) ikincil araştırma kaynağına (hazır şekilde ulaştığı kaynak) göre daha az tercih edildiği görülmektedir. Birincil araştırma kaynağında yer alan zihinde kurgulama kodunu 7 tane öğrenci yardımcı kaynak olarak tercih ederken hayal gücü kodunu 3 tane öğrenci tercih etmektedir. İkincil araştırma kaynakları olarak belirlenen kodlamaların örneklem grubundaki dağılımı öncelikle bilim insanları kodunun 5 tane öğrenci olarak belirlendiği ve kendi içinde Rutherford atom modeli 4 tane öğrenci ve Bohr atom modeli 1 tane öğrenci olarak ayrıldığı belirlenmiştir. Grup arkadaşları kodunun en yüksek öğrenci sayısı ile 11 tane öğrenciden oluştuğu görülmektedir. İnternet aracılığı ile kaynak ihtiyacını karşılayan öğrencilerin sayısının 8 tane olduğu, kaynak kitaplara yardımcı olarak yönelen öğrencilerin sayısının 1 tane olduğu, ders sürecini yardımcı kaynak olarak belirleyen öğrencilerin 3 tane olduğu ve son olarak MEB kitabını tercih eden öğrencilerin ise 2 tane olduğu tabloda yer alan bilgiler arasındadır.

Aşağıda verilen diyalogda 2. ana problem doğrultusunda $Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_9$,$Ö_{12}$,$Ö_{19}$ ve $Ö_{20}$ kodlu öğrencilerin klinik mülakat esnasında 'Öğrenciler *birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?*' alt problem sorusuna yönelik cevaplarının kısa bir kesiti sunulmaktadır:

A: ..zihnindeki atom modelinin nasıl canlandırdın?

$Ö_1$: Yani internetten araştırdığım kadarıyla çok fazla olduğu için içi içe geçmiş bir şekilde. Bir de ders kitaplarından…

A: ..zihninde oluşturmaya çalıştığın atom modeli için bir yerden yardım aldın mı?

$Ö_2$: Biraz araştırdım ama genellikle hepsi aynıydı biraz daha farklı şeyler yapmak istedim.

A: Hangi kaynaklardan araştırma yaptın?

$Ö_2$: İnternetten baktım sonra Rutherford atom modeline baktım. O yapabileceğimiz bir şey değildi, sonra grupça bu modeli yapamaya karar verdik.

A: ...sen bu modeli oluştururken bir yerlerden yardım aldın mı?

$Ö_{19}$: Hayır, zihnimde öyle canlandırdım.

A: ... bu modeli yaparken grup arkadaşların haricinde kitaplardan baktın başka nerden yardım aldın peki?

$Ö_{12}$: Aslında hayal gücümü kullandım yani hiçbir yere bakmak istemedim. Çünkü bir yere bakınca … araştırma yapmayı seven biri olduğum için hiçbir yere bakmak istemedim ne istiyorsam yapmaya çalıştım.

A: *Yani zihnim karışır mı dedin?*

$Ö_{12}$: *Evet.*

A: *…modelinizi oluştururken nereden esinlendiniz?*

$Ö_{9}$: *Modelimizi oluştururken bu modeli yapan kişilerin yaptıkları modellere baktık görsel olarak bence en güzel olan buydu, görüntü olarakta o yüzden bunu seçtik.*

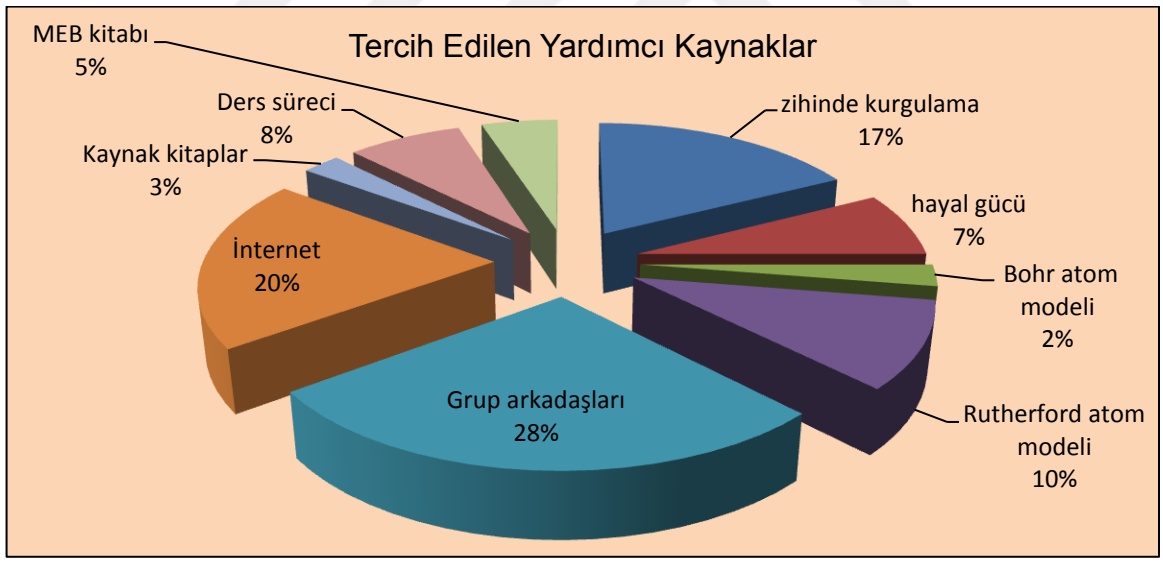
A: *...bu konuyu araştırdın mı bir yerlerden?*

$Ö_{20}$: *Hayır.*

A: *Neden araştırmadın peki?*

$Ö_{20}$: *…çünkü hayalimizdeki şeyi yansıtacağımız için kendimizden bir şeyler katmamız lazım o yüzden araştırmadım.*

Yukarıda verilen diyalogda alt probleme (2.a) yönelik elde edilen verilerde, birincil ve ikincil kaynakları tercih eden $Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_9$,$Ö_{12}$,$Ö_{19}$ ve $Ö_{20}$ kodlu öğrencilerden belirli bir kesit sunulmaktadır.



Grafik 3. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde tercih ettikleri yardımcı kaynaklar

Grafik 3 incelediğinde öğrencilerin modeli oluşturma süreci kapsamında yardım aldıkları kaynakların kategorisinin birincil ve ikincil olarak ikiye ayrıldığı görülmektedir. Öncelikle ikincil yardımcı kaynağının yüzdelik dilimi toplamının %75 olarak belirlendiği ve birincil araştırma kaynağına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. İkincil araştırma kaynağı kendi içinde farklı kategorilere ayrılırken en yüksek frekans yüzdesine sahip kodun %~28 ile grup arkadaşları kodu olduğu görülmektedir. Yine ikincil araştırma kaynakları arasında

yer alan internet kodunun frekansının %20'lik dilime sahip olduğu, Bilim insanları kodunun toplamında %~12 olduğu ve kendi içinde Rutherford atom modeli %10 ve Bohr atom modeline ait dilimin %~2 olarak ayrıldığı görülmektedir. Ders sürecini yardımcı kaynak olarak tercih eden öğrencilerin %~8'lik dilime sahip olduğu, MEB kitabını yardımcı kaynak olarak tercih eden öğrencilerin %5'lik dilime sahip oldukları ve son olarak bu kategoride yer alan kaynak kitaplar kodunun en düşük frekans dilimi ile bu kategoriye göre %~3'lük dilimi aldığı tespit edilmiştir.

Birincil araştırma kaynağının %25'lik frekans yüzdesi ile zihinde kurgulama kodu %~17 ve hayal gücü kodu %~7'lik dilim ile ayrıldığı grafikte yer almaktadır

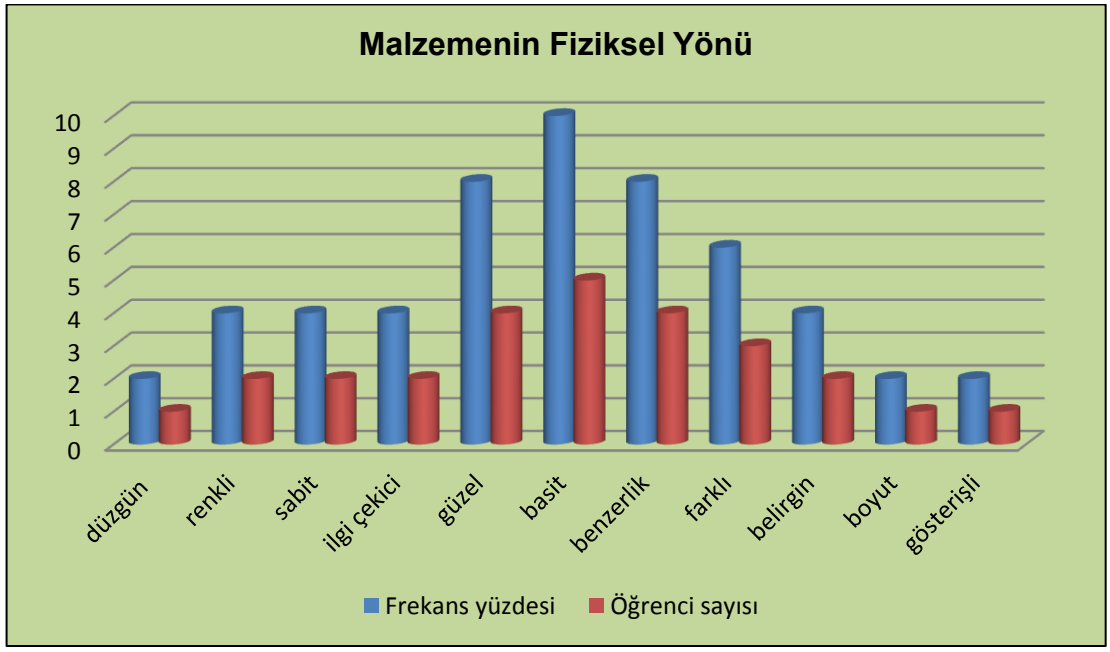
Tablo 12. Öğrencilerin Zihinsel Modellerine Ait Malzemeleri Seçerken Malzemelerde Neleri Ön Plana Çıkardığına Dair Görüşleri

Kategori	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
Fiziksel			
1.a.Görüntü	27	%54	$Ö_1Ö_2Ö_3Ö_4Ö_5Ö_6Ö_8Ö_{10}Ö_{12}Ö_{13}$ $Ö_{14}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{20}Ö_{21}Ö_{23}Ö_{24}$
1.a.1.Düzgün	1	%2	$Ö_1$
1.a.2.Renkli	2	%4	$Ö_2Ö_3$
1.a.3.Sabit	2	%4	$Ö_1Ö_{18}$
1.a.4.İlgi çekici	2	%4	$Ö_1Ö_{21}$
1.a.5.Güzel	4	%8	$Ö_2Ö_4Ö_5Ö_8$
1.a.6.Basit	5	%10	$Ö_6Ö_{13}Ö_{14}Ö_{17}Ö_{23}$
1.a.7.Benzerlik	4	%8	$Ö_{10}Ö_{18}Ö_{20}Ö_{24}$
1.a.8.Farklı	3	%6	$Ö_2Ö_{12}Ö_{20}$
1.a.9.Belirgin	2	%4	$Ö_{10}Ö_{24}$
1.a.10.Boyut	1	%2	$Ö_{12}$
1.a.11.Gösterişli	1	%2	$Ö_5$
İçerik			
2.a.Zihindeki modelin temsili	1	%2	$Ö_4$
2.b.Aktivite az	2	%4	$Ö_{19}Ö_{22}$
2.c.Rahat	2	%4	$Ö_6Ö_9$
2.d.Canlandırılabilirlik	3	%6	$Ö_3Ö_{10}Ö_{11}$
2.e.Kolay	5	%10	$Ö_4Ö_5Ö_6Ö_{11}Ö_{16}$
2.f.Anlaşılır	4	%8	$Ö_4Ö_5Ö_6Ö_7Ö_{16}$
2.g.Uyumlu	2	%4	$Ö_{15}Ö_{16}$
2.h.Çabuk	2	%4	$Ö_5Ö_{25}$
2.ı.Klişe olmayan	1	%2	$Ö_{16}$
2.i.Güncel hayat	1	%2	$Ö_{11}$

Tablo 12 incelediğinde öğrencilerin zihinsel modellerine ait malzemelerini seçerken malzemelerde neleri ön plana çıkardığına dair görüşleri klinik mülakatta elde edilen

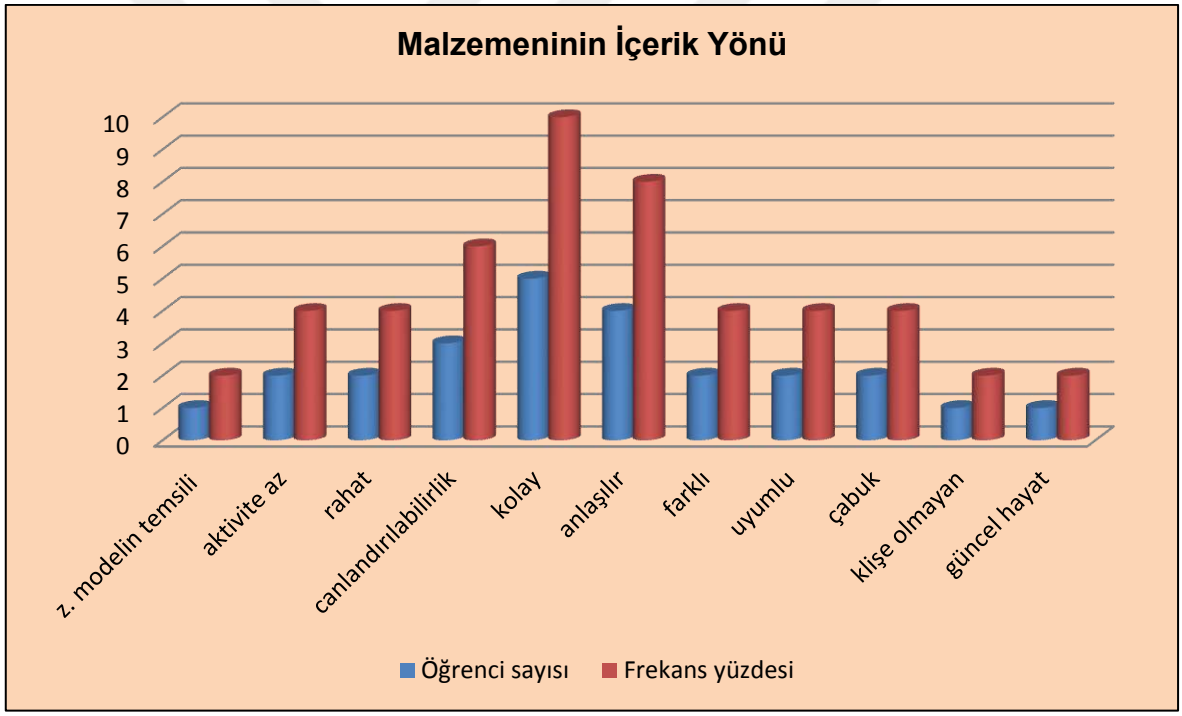
bulgulara göre fiziksel ve içerik şeklinde 2 kategoriye ayrılmaktadır. Öğrenciler malzemenin fiziksel yönünün görüntü özelliğini daha çok ön plana çıkarırken, araştırmacı bu özellikleri düzgün, sabit, renkli, ilgi çekici, güzel, basit, farklı, belirgin, boyut ve gösterişli şeklinde kodlara ayırmıştır. Fiziksel yöne ait kodlamaların arasından en çok öne çıkan basit kodunun olduğu görülürken; malzemenin boyut, düzgün ve gösterişli kodlarına ait yönünü ön plana çıkaran öğrencilerin ise az olduğu görülmektedir. Malzemelerin içerik yönünün kapsamında ise; zihindeki modelin temsili, aktivitesi az, rahat, canlandırılabilirlik, kolay, anlaşılır, uyumlu, çabuk, klişe olmayan ve güncel hayat adı altında kodlamalar bulunmaktadır. Bu kodlamalarından arasından öğrencilerin kolay bulabileceği malzemeleri tercih etmeleri daha çok ön plana çıkarken; güncel hayatla ilişkilendiren, klişe olmayan ve zihnindeki modelin temsili malzemeleri tercih edenlerin sayısının az olduğu görülmektedir.

Aşağıda verilen grafik 4 incelediğinde öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları modelin malzeme seçiminin fiziksel yönüne ait kategorisinde değişik tercihlerin oldukları görülmektedir. Malzemelerin fiziksel yönünün basit kodunun frekansının %10 olduğu ve diğer kodlamalara oranla biraz fazla olduğu görülmektedir. Malzemelerin boyut, düzgün ve gösterişli özelliklerine ait kodlarının aynı yüzdelik dilime sahip oldukları ve de %2'lik dilimi aldıkları görülmektedir. Malzemenin fiziksel yönünün güzelliğini ve benzerliğini ön plana çıkaran öğrencilerin sayısının aynı olduğu belirlenirken %8'lik frekans dilimine sahip oldukları görülmektedir. Renkli, sabit, ilgi çekici ve belirgin gibi malzeme özelliklerini tercih eden öğrencilerin sayılarının eşit oldukları ve frekans dilimlerinin %4 oldukları belirlenmiştir.



Grafik 4. Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin fiziksel yön ile ilgili görüşleri

Aşağıda yer alan grafik 5 incelediğinde öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları modele ait malzeme seçiminde içerik yönünü değindikleri ve bu bağlamda araştırmacının farklı kodlamalar şeklinde sıraladığı görülmektedir. Malzemenin kolay yönünü ön plana çıkaran öğrencilerin frekans dilimlerinin %10 olduğu belirlenirken, bu kodlamanın diğer kodlamalara oranla biraz fazla çıktığı grafikte yer alan bilgiler arasındadır. Bu kodlamaya yakın yüzdeliğe sahip olan anlaşılırlık kodunun olduğu belirlenmiştir ve %8 frekans dilimi ile grafikte yer almaktadır. Malzemenin canlandırılabilirlik yönünü tercih eden öğrencilerin frekans dilimi %6 olarak belirlenmiştir. İçerik kategorisi içerisinde yer alan aktivite az, rahat, farklı, uyumlu, çabuk kodlarının yüzdeliklerinin bu kategorideki diğer kodlamalara göre az oldukları görülürken, frekans yüzdelerinin aynı olduğu ve %4 frekansa sahip oldukları görülmektedir. Son olarak ta en az frekansa sahip kodların %2 frekans dilimiyle zihinsel modelin temsili, klişe olmayan ve güncel hayat kodu olduğu görülmektedir.



Grafik 5. Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin içerik yönü ile ilgili görüşleri

'*Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve/veya molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?*' alt problemine (2.b) göre $Ö_4$,$Ö_{11}$,$Ö_{12}$,$Ö_{15}$ ve $Ö_{18}$ koduna sahip öğrencilerin görüşleri klinik mülakat esnasında aşağıda verilen şekliyle belirlenmiştir:

A: *... peki, zihninde oluşan atom modelinde neler var? Nasıl düşündün şeklini?*

$Ö_{18}$: *Şekil olarak mı?*

A: Evet.

$Ö_{18}$: Ee, dikdörtgen, hmm… Hocam malzeme olarak mı?

A: Malzeme olarak seçtiklerini de anlatabilirsin sonuçta sen atom modelini zihninde canlandırıp malzemelerini seçtin.

$Ö_{18}$: Hocam malzeme olarak pinpon topu olabilir. Çünkü daha yuvarlak, bir atoma benzediği için olabilir. Ee, sabit durması içinde kürdan koyduk Hocam.

A: Malzemelerinde var olan pinpon topunu tam olarak seçme nedenin nedir?

$Ö_{18}$: Hocam atoma benzemesinden dolayı bir de diğerlerini seçseydik mesela balonu; balon kayabilirdi ve bu sabit olduğu için daha güzel oldu.

A: ...bu malzemeleri seçerken nelere dikkat ettiniz?

$Ö_{15}$: Aslında uyumlu olmasına dikkat ettim.

A: ...neden ponpon tercih ettiniz?

$Ö_{2}$: Çünkü çoğu kişi pinpon topunu tercih etmiş bizimki farklı olsun istedik bir de daha güzel olsun istedik.

A: ...zihninde oluşan atom modeli için ne gibi malzeme kullandın?

$Ö_{11}$: Kürdan, boncuk ve pullar falan…

A: Peki bunları atomun hangi kısımları eşleştirdin?

$Ö_{11}$: Mesela şu boncukları elektron olarak düşünebilirim yani aynı renk elektronlar atomik yapılı olanlar için bunları kullanabilirim.

A: Bu malzemeleri seçmendeki sebep nedir?

$Ö_{11}$: Bu malzemeler hayatta daha çok kullanıldığı için insanların gözünde canlanabilir malzemeler.

A: ...malzeme kullanımında hangi özellikleri ön planda tuttun?

$Ö_{12}$: Farklı olmasını istedim

A: Başka?

$Ö_{12}$: Büyüklüğü ve küçüklüğü olabilir.

A: ...neden bu malzemeleri seçtin?

$Ö_{4}$: Çünkü aklımdaki modele uyan malzemeler. Yani gayet temsil eden malzemeler diye düşündüm.

A: Diğer malzemelere göre ön plana çıkan tarafı nedir?

$Ö_{4}$: İnsanların daha kolay anlayabileceği şeyler yapmaya özen gösterdik ve malzemeleri buna göre seçtik.

A: Bu modeli insanlara hitap etmekten çok kendin için yaptığını düşünürsek sonuçta modeli sen oluşturuyorsun, dolayısıyla hangi özelliklerinden dolayı tercih ettin?

$Ö_4$: Yani hem kolay yapılışına göre hem de dediğim gibi anlaşılmasına göre..

Yukarıda verilen diyalog kesitinde alt probleme (2.b) yönelik $Ö_4$,$Ö_{11}$,$Ö_{12}$,$Ö_{15}$ ve $Ö_{18}$ kodlu öğrencilerin malzeme seçiminde hangi özelliklerini ön plana çıkardıklarına dair görüşlerine yer verilmiştir.

4. 1. 3. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasında Yaptıkları ile İlgili Bulgular

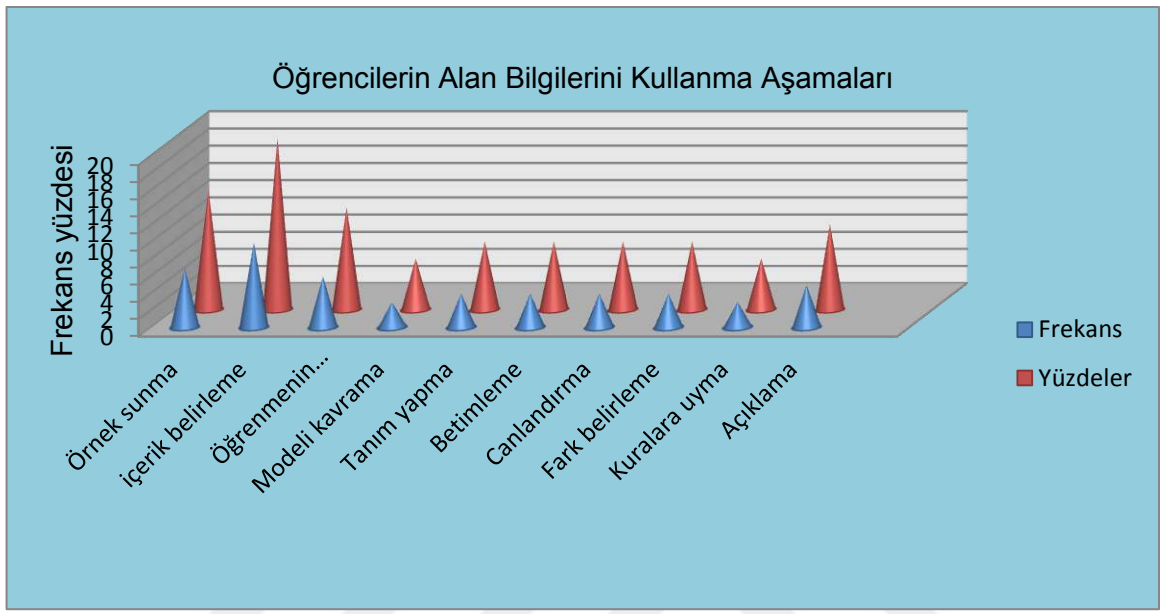
"Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uygulama aşamasında neler yapıyor?" alt problemi doğrultusunda oluşturulan ve klinik mülakat esnasında 3. soru olarak belirlenen "*Öğrenciler zihinsel modelini oluştururken alan bilgisini hangi aşamalarda kullanıyor*?' sorusu ve bu soru kapsamında sorulan *"Öğrenciler modelini oluştururken zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne tür zorluklarla karşılıyor?"* alt sorusuna verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo ve grafiklerle sunulup gerekli açıklamalara yer verilmektedir:

Tablo 13. Öğrencilerin Alan Bilgilerini Kullandıkları Aşamalara Dair Bilgiler

Kategoriler	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
1.a. Örnek sunma	7	%14	$Ö_2Ö_3Ö_4Ö_{10}Ö_{11}Ö_{12}Ö_{24}$
1.b. İçerik belirleme	10	%20	$Ö_2Ö_4Ö_5Ö_9Ö_{10}Ö_{11}Ö_{12}Ö_{17}Ö_{19}Ö_{25}$
1.c. Öğrenmenin gerçekleşmesi	6	%12	$Ö_2Ö_{10}Ö_{12}Ö_{13}Ö_{16}$ $Ö_{22}$
1.d. Modeli kavrama	3	%6	$Ö_1Ö_4Ö_8$
1.e. Tanım yapma	4	%8	$Ö_1Ö_6Ö_{11}Ö_{24}$
1.f. Betimleme	4	%8	$Ö_{11}Ö_{14}Ö_{20}Ö_{21}$
1.g. Canlandırma	4	%8	$Ö_7Ö_{18}Ö_{20}Ö_{21}$
1.h. Fark belirleme	4	%8	$Ö_1Ö_2Ö_5Ö_{15}$
1.ı. Kurallara uyma	3	%6	$Ö_8Ö_9Ö_{25}$
1.i. Açıklama	5	%10	$Ö_{15}Ö_{17}Ö_{21}Ö_{24}Ö_{25}$

Tablo 13 incelediğinde öğrencilerin model oluşturma sürecinde alan bilgilerini hangi aşamalarda kullandıklarına dair bilgilerin sunulduğu görülmektedir. Örneklem grubunu oluşturan öğrencilerin bir ya da birden fazla kodlama başlıklarında bulunabilecekleri tabloda verilen bilgiler arasındadır. Araştırmacı öğrencilerin klinik mülakat esnasında alan bilgilerini kullandıkları aşamaların kategorisini örnek sunma, içerik belirleme, öğrenmenin gerçekleşmesi, modeli kavrama, tanım yapma, betimleme, canlandırma, fark belirleme, kurallara uyma ve açıklama kodları adıyla oluşturmaktadır. Örneklem grubunda yer alan

öğrencilerin 10 tanesi alan bilgilerini içerik belirlerken, 7 tanesi örnek sunarken, 6 tanesi öğrenmenin gerçekleşmesinde, 3 tanesi modeli kavramada, 4 tanesi tanım yaparken, 4 tanesi betimleme yaparken, 4 tanesi canlandırma yaparken, 4 tanesi fark belirlemede, 3 tanesi kurallara uyarken ve 5 tanesi açıklama yaparken kullanmıştır.



Grafik 6. Öğrencilerin alan bilgilerini kullandıkları aşamalara dair görüşleri

Tablo 13'de oluşturulan kodlamaların frekans yüzdelerini içeren Grafik 6 incelendiğinde; kategoride bulunan kodların arasından en yüksek frekans yüzdesine sahip olan içerik belirleme kodunun %20 frekans dilimini içerdiği görülmektedir. Frekans yüzdesi %14 olan örnek sunma kodunu takip eden öğrenmenin gerçekleşmesi kodunun % 12 frekans dilimine sahip olduğu, alan bilgilerini açıklama yaparken kullanan öğrencilerin kodunun frekans yüzdesi ise %10 olarak belirlenmektedir. Aynı frekans yüzdesine sahip olan tanım yapma kodu, betimleme kodu, canlandırma kodu ve farkı belirleme kodunun % 8 frekans dilimini aldıkları ve son olarakta kategorideki kodlamaların en düşük frekans yüzdesine sahip olan kurallara uyma kodu ve modeli kavrama kodunun % 6 frekans dilimini aldıkları grafikte verilen bilgiler arasındadır.

$Ö_2$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_9$,$Ö_{10}$ ve $Ö_{12}$ kodlu öğrencilerin 3. ana problem doğrultusunda oluşan "*Öğrenciler zihinsel modelini oluştururken alan bilgisini hangi aşamalarda kullanıyor*?" alt problemine (3.a) dair görüşleri klinik mülakat esnasında aşağıda verilen şekliyle belirlenmiştir:

A: *Bana model örneği verebilir misin?*

$Ö_2$: *Mesela Rutherford atom modelini verebilirim.*

A: *Peki Rutherford atom modelini neden oluşturmuş olabilir sence?*

Ö$_2$: *Eskiden bilim adamları atom modellerini açıklamış, biraz eksik bilgi varmış aklında o yüzden modellemiş.*

A: *Biz atomu neden modelleriz peki?*

Ö$_2$: *Katmanları, nötronları ve protonları öğrenebilmemiz için.*

A: *...neden model kullanma gereği duyarsın veya duyulur?*

Ö$_4$: *Atomları göstermek için katmanlarını, proton elektron ve nötronları modellemek için.*

A: *... sen bir atom modeli oluşturmak istesen, modelin hangi özelliklerini ortaya çıkarırdın?*

Ö$_{10}$: *Çekirdek gibi iç katmanlarını ortaya çıkardım.*

A: *Model nedir sence?*

Ö$_{12}$: *Model, atom gibi şeylerin üç boyutlusunu yapmaktır.*

A: *Neden üç boyutlu yapılır atom?*

Ö$_{12}$: *Çünkü konuyu daha iyi anlayabilmemiz için yani derste pek anlamayabiliriz. O yüzden üç boyutlu yapabilirsek daha eğlenceli olur.*

A: *Peki model denildiğinde ilk aklına gelen atom mu oluyor?*

Ö$_{12}$: *Evet*

A: *Neden?*

Ö$_{12}$: *Şimdiye kadar tek modellenen konu o olduğu için.*

A: *... peki, bunlar ne işe yarıyor?*

Ö$_{12}$: *Elektronlar eksi yüklü, proton artı yüklü birbirini eşitliyor. Ama ne işe yaradıklarını anlamadım yani.*

A: *Atom nedir?*

Ö$_6$: *Modellerden oluşan yapıdır.*

A: *…peki malzeme seçimini yaptınız modeli oluşturmaya başlayacaksınız nasıl bir model oluşturacaksınız?*

A: *…anlat zihnindeki modeli?*

Ö$_8$: *yani o kadar detaylı bir şey yok. Ama az önce mesela şey düşündüm bir iki tane bilim adanı vardı (+) ve (-) yüklü şeyleri üzümlü keke benzetmişti. Ama sonradan bunu yaptık işte.*

A: *…kasnağı ne yapacaksınız?*

$Ö_{9:}$ *Atomun yapısındaki bağlar.*

$Ö_{10:}$ *Atomun yerini gösterir.*

Yukarıda verilen diyalogda alt problem (3.b) ile ilgili $Ö_2$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_9$,$Ö_{10}$ ve $Ö_{12}$ kodlu öğrencilerin, zihinsel modelini oluşturma sürecinde alan bilgilerinden bahsettiğine dair görüşlerinin verilerinden kesit sunulmuştur.

Tablo 14. Öğrencilerin Modeli Uygulama Aşamasında Zorlandıkları Zihinsel ve/veya Fiziksel Zorluklara Ait Görüşleri

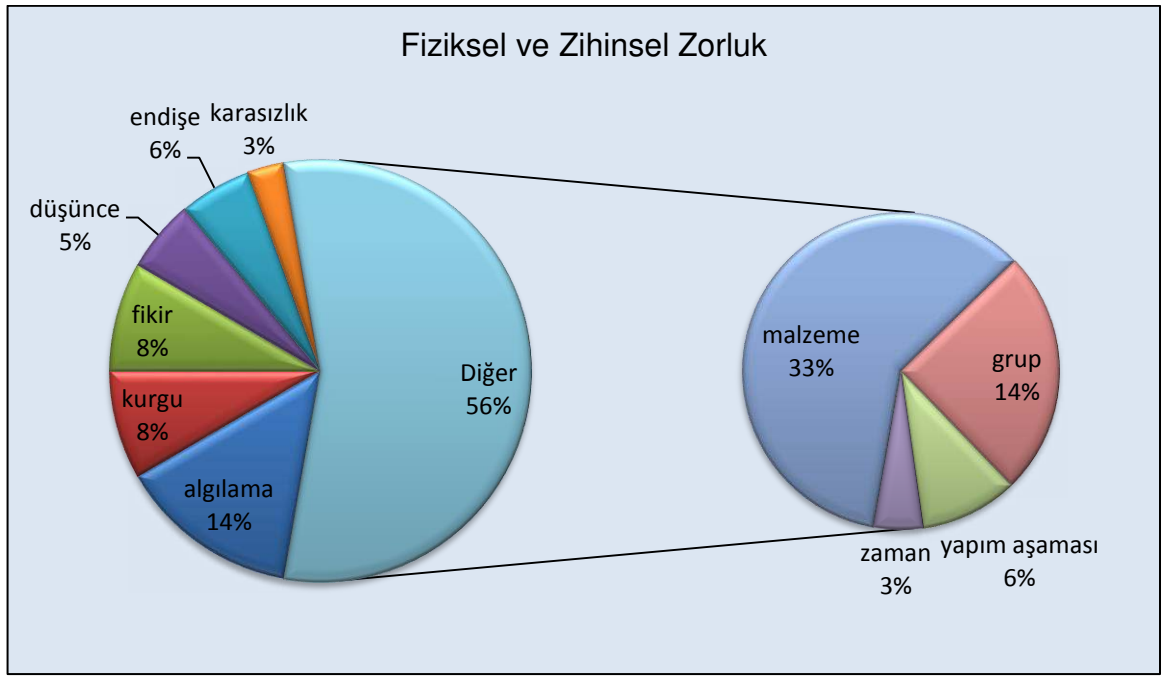
Kategoriler	Frekans	Frekans Yüzdeleri	Örneklem
Fiziksel		%~56	$Ö_1Ö_2Ö_3Ö_4Ö_5Ö_{10}Ö_{11}Ö_{12}Ö_{15}Ö_{16}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{19}Ö_{20}Ö_{24}Ö_{25}$
1.a.Malzeme	12	%~33.6	$Ö_1Ö_2Ö_3Ö_{10}Ö_{11}Ö_{12}Ö_{15}Ö_{16}Ö_{18}Ö_{19}Ö_{20}Ö_{25}$
1.b.Grup	5	%~14	$Ö_5Ö_{12}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{20}$
1.c.Yapım aşaması	2	%~5.6	$Ö_4Ö_{24}$
1.d.Zaman	1	%~2.8	$Ö_{11}$
Zihinsel		%~44,8	$Ö_3Ö_5Ö_6Ö_7Ö_8Ö_9Ö_{12}Ö_{13}Ö_{14}Ö_{16}Ö_{21}Ö_{22}Ö_{23}Ö_{24}$
1.a.Algılama	5	%~14	$Ö_7Ö_{13}Ö_{14}Ö_{22}Ö_{24}$
1.b.Kurgu	3	%~8.4	$Ö_3Ö_6Ö_{21}$
1.c.Fikir	3	%~8.4	$Ö_8Ö_9Ö_{12}$
1.d.Endişe	2	%~5.6	$Ö_5Ö_{23}$
1.e.Düşünce	2	%~5.6	$Ö_8Ö_{16}$
1.f.Karasızlık	1	%~2.8	$Ö_{12}$

Tablo 14 incelendiğinde öğrencilerin zihinsel modelini uygulama aşamasında zorlandıkları durumların kodlamalarına yer verildiği görülmektedir. Araştırmacı öğrencilerin zorlandıkları durumları fiziksel ve zihinsel zorluk şeklinde iki kategori adı altında kodlamaktadır. Örneklem grubunu oluşturan öğrenciler bir veya birden fazla kodlamada yer aldığı grafikte verilen bilgiler arasındadır. Fiziksel zorluk kategorisi kapsamında yer alan kodlamalarda; malzeme kodunu 12 öğrenci, grup kodunu 5 öğrenci, yapım aşaması kodunu 2 öğrenci ve zaman kodunu 1 öğrenci oluşturmaktadır. Zihinsel zorluk kategorisi kapsamında bulunan kodlamalarda; 5 öğrenci algılama kodunu, 3 öğrenci kurgu kodunu, 3 öğrenci fikir kodunu, 2 öğrenci endişe kodunu, 2 öğrenci düşünce kodunu ve de 1 öğrenci kararsızlık kodunu oluşturmaktadır.

Aşağıda yer alan Grafik 7'den anlaşılacağı gibi, öğrencilerin modeli uygulama aşamasında zorlandıkları kategoriler fiziksel (%56) ve zihinsel (%44) olarak iki ana başlık altında toplanmıştır. Fiziksel zorluk kategorisi kapsamının alt başlıkları malzeme (%33), zaman (%3), yapım aşaması (%6) ve grup (%14) şeklinde ayrılmıştır. Zihinsel kategorinin

kapsamında olan alt başlıklar ise algılama (%14), kurgu (%8), fikir (%8), düşünce (%5), endişe (%6) ve karasızlık (%3) şeklinde ayrıldığı görülmektedir.

İki kategori içerisinde en fazla frekans yüzdesini malzeme kodunun aldığı görülürken en az frekans yüzdesini ise kararsızlık kodunun aldığı görülmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin zihinsel modelini uygulama aşamasında yaşadığı zorluk kategorilerine bakıldığında fiziksel zorluk yüzdesinin daha fazla çıktığı grafikte verilen bilgilerde yer almaktadır.



Grafik 7. Öğrencilerin modeli uygulama aşamasında karşılaştıkları zorlukların oranı

$Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_3$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_{12}$ ve $Ö_{16}$ kodlu öğrencilerin *"Öğrenciler modelini oluştururken zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne tür zorluklarla karşılıyor?"* 3. ana problemin alt problemine (3.b) ait bulguları klinik mülakat esnasında aşağıda verilen şekilde toplanmıştır:

A: *… ama telde bir şey bir sorun değil mi?*

$Ö_{1:}$ *…kesemiyoruz hocam.*

A: *… modeli oluşturmaya başladığında ne gibi endişelerin oldu?*

$Ö_{16:}$ *…hocam bunu kim yapacak dedim.*

A: *…başka?*

$Ö_{16:}$ *…malzeme seçiminde endişelerim oldu.*

A: *…ne gibi endişelerin oldu?*

$Ö_{16:}$ …ne bilim hep tel düşündük ama klişe şeyler geldi aklımıza yani klasik şeylerdi onları nasıl yapacağız diye düşündüm. Farklı bir şeyler olsa diye… Öyle.

A: …bu model oluşturma sürecinde zihinsel düşünme mi yordu sizi yoksa malzemeleri seçip yapmak mı daha çok zordu?

$Ö_{16:}$ …bence zihinsellik daha zor.

A: …peki modeli oluşturmaya başladıktan sonra bu endişelerin bertaraf oldu mu?

$Ö_{16:}$ ..evet.

A: … modeli uygulama sürecinde malzemeleri seçerken mi sıkıntı çektin yoksa zihninde mi oluşmadı mı?

$Ö_{18:}$ …zihnimde oluşturmadım.

A: … modeli oluşturdunuz, oluşturma aşamasında ne gibi zorluklar yaşadınız?

$Ö_{8:}$ …düşünce zorluğu, fikir bulamadık.

A: …zihinsel olarak ne sıkıntı yaşadınız?

$Ö_{8:}$ …moral bozukluğu yaşadık öncelikle böyle sıkıntı oldu yani bulamadığımız için.

A: …malzemelerle alaka sıkıntı yaşadınız mı?

$Ö_{8:}$ …evet yaşadık.

A: …ne yaşadınız? Kasnakları keserken yaşadınız sanırım.

$Ö_{8:}$ …bir de sprey boyanın kokusu…

A: … modeli oluştururken ne gibi zorluklarla karşılaştın?

$Ö_{10:}$ …ilk önce kesmeye çalıştık kasnakları, sonra pinpon toplarını delerken birazcık zorlandık. Ve hala bantlama işlemi sürüyor çok zor bu kısmı.

A: …malzeme seçerken mi bu hatayı yaptınız yoksa oluştururken mi?

$Ö_{4:}$ …malzeme konusunda bir sıkıntı yaşamadık yani sadece yapım aşamasında sıkıntılarımız oldu.

A: … grupça çalışmak zor bir durum oldu mu senin için?

$Ö_{12:}$ …biraz zor.

A: …ne anlamda zor?

$Ö_{12:}$ …ya hem malzeme seçerken hem de çok düşünce var hepsini bir anda yapmak baya bir zor oluyor, hepsini yapmak isteriz ama zorlanıyoruz düşünceler biraz karışacak.

A: … çalışma boyunca hangi sıkıntılara maruz kaldın?

$Ö_3$: …hocam düşündüğümüz modelleri gerçek bir üç boyutlu şekle dönüştürememek ya da kâğıt üzerinde gösterememek.

A: … bu çalışma boyunca yaşadığın sıkıntılara ne örnek verebilirsin?

$Ö_2$: …tel bükülmemişti, orada zorlandık zaten şekli dar seçtik o yüzden birde şey, üç boyutluya dökmek aklımızdakini o biraz zorladı bizi.

Yukarıda verilen diyalogda $Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_3$,$Ö_4$,$Ö_8$,$Ö_{12}$ ve $Ö_{16}$ kodlu öğrencilerin alt probleme göre (3.b) zihinsel modelini uygulama aşamasında yaşadıkları zorluklara dair görüşlerini içeren klinik mülakat verilerinin belirli bir kesiti sunulmaktadır.

4. 1. 4. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasından Önceki Süreçte Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile Uygulama Aşamasında Oluşturdukları Model Arasındaki Farkı Açıklamaları ile İlgili Bulgular

'Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve/veya molekül modelini uygulama aşamasından önceki süreçte, zihinlerinde kurguladıkları model ile uygulama aşamasında oluşturdukları model arasındaki farkı nasıl açıklıyor?" alt problemi doğrultusunda oluşturulan ve klinik mülakat sürecinde 5. soru olarak belirlenen "Öğrenciler zihinsel modelleri ile oluşturdukları model arasındaki benzerlikleri ya da farklılıkları nasıl eleştiriyor?" sorusuna verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo ve grafiklerle sunulup gerekli açıklamalara yer verilmektedir.

Tablo 15. Öğrencilerin Kurguladıkları Model ile Oluşturdukları Modelleri Benzerlikleri ve Farklılıklarını Eleştirdikleri dair Bulgular

Kategoriler	Frekans	Frekans Yüzdeleri	Örneklem
Benzerlik		%38.5	$Ö_1Ö_4Ö_5Ö_6Ö_8Ö_9Ö_{12}Ö_{13}Ö_{14}$ $Ö_{15}Ö_{17}Ö_{19}Ö_{21}Ö_{22}Ö_{23}Ö_{24}Ö_{25}$
1.a. Hedef	3	%~5	$Ö_6Ö_9Ö_{19}$
1.b. İçerik	2	%~3.3	$Ö_{14}$
1.c. Malzeme uyumu	2	%~3.3	$Ö_{21}Ö_{22}$
1.d. Grup kararı	4	%~6.7	$Ö_{13}Ö_{17}Ö_{23}Ö_{24}$
1.e. Renk	1	%~1.7	$Ö_{21}$
1.f. Kural uyumu	1	%~1.7	$Ö_{14}$
1.g. İstenilen model	5	%~8.4	$Ö_1Ö_{12}Ö_8Ö_{15}Ö_{25}$
1.h. Oluşan model	5	%~8.4	$Ö_4Ö_5Ö_8Ö_{12}Ö_{25}$
Farklılık		%~61.5	$Ö_1Ö_2Ö_3Ö_4Ö_5Ö_6Ö_7Ö_8Ö_9Ö_{10}Ö_{11}$ $Ö_{12}Ö_{14}Ö_{16}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{20}Ö_{25}$
2.a. Hedef	5	%~8.4	$Ö_2Ö_5Ö_{10}Ö_{16}Ö_{18}$
2.b. İçerik	3	%~5	$Ö_2Ö_3Ö_8$
2.c. Malzeme uyumu	8	%~13.4	$Ö_3Ö_5Ö_8Ö_{11}Ö_{12}Ö_{16}Ö_{17}Ö_{20}$
2.d. Grup kararı	1	%~1.7	$Ö_{18}$

Tablo 15'in devamı

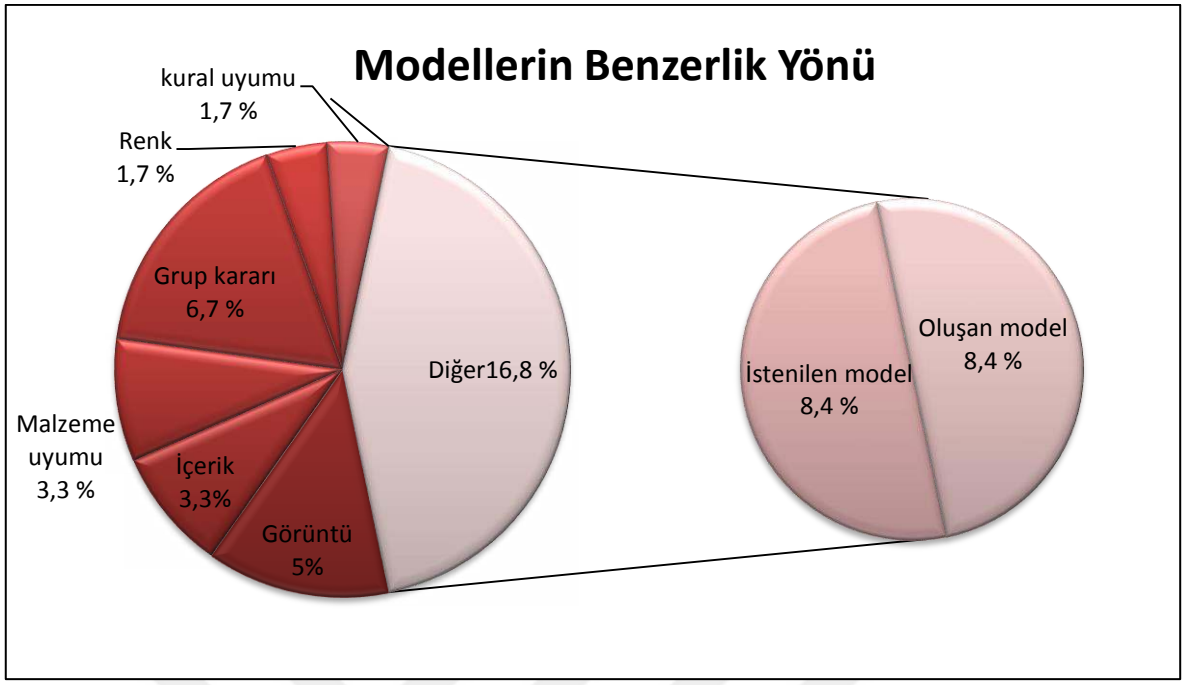
2.e. Renk	2	%~3.3	$Ö_6Ö_{16}$
2.f. Kural uyumu	8	%~13.4	$Ö_1Ö_2Ö_4Ö_5Ö_6Ö_8Ö_9Ö_{25}$
2.g. İstenilen model	3	%~5	$Ö_3Ö_5Ö_{17}$
2.h. Oluşan model	7	%~11.7	$Ö_7Ö_{10}Ö_{11}Ö_{14}Ö_{16}Ö_{17}Ö_{18}$

Tablo 15 incelendiğinde öğrencilerin uygulama sonucunda oluşturdukları model ile uygulama öncesinde kurguladıkları modeli karşılaştırdıklarında, benzerlik ya da farklılık gördükleri yönlere dair eleştirel bakış açılarına yer verilmektedir.

Araştırmacı klinik mülakatta öğrencilerden elde ettiği verileri, kurgulanan model ve uygulanan modelin arasındaki benzerlik ve farklılık yönlerine ait kodlamalarını aynı başlıkta bir araya getirirken farklı frekans değerleri ile çözümlemektedir. Örneklem grubunda bulunan öğrenciler her iki kategoride yer alan kodlamalardan bir ve birden fazla frekans olarak yer alabilmektedir. Benzerlik kategorisi içerisinde yer alan istenilen model ve oluşturulan model kodunun aynı frekansa (5) sahip oldukları, içerik ve malzeme kodunun aynı frekansa sahip oldukları (2), renk ve kural uyumu kodunun aynı frekansa sahip oldukları (1) görülmektedir. Grup kararı kodunun frekansının (4) olduğu ve hedef kodunun ise (3) olduğu grafikte verilen bilgiler arasındadır.

Benzerlik kategorisi ile aynı kodlama başlıklarına sahip olan farklılık kategorisinin içerisinde yer alan oluşan model kodunun frekansının (7) olduğu, istenilen model kodunun frekansının ise (3) olduğu görülmektedir. Malzeme uyumu ve kural uyumu kodunun aynı frekans ile (8) olduğu, içerik kodunun (3) olduğu, hedef kodunun (5) olduğu, renk kodunun (2) olduğu ve grup kararı kodunun ise (1) olduğu grafikte görülmektedir.

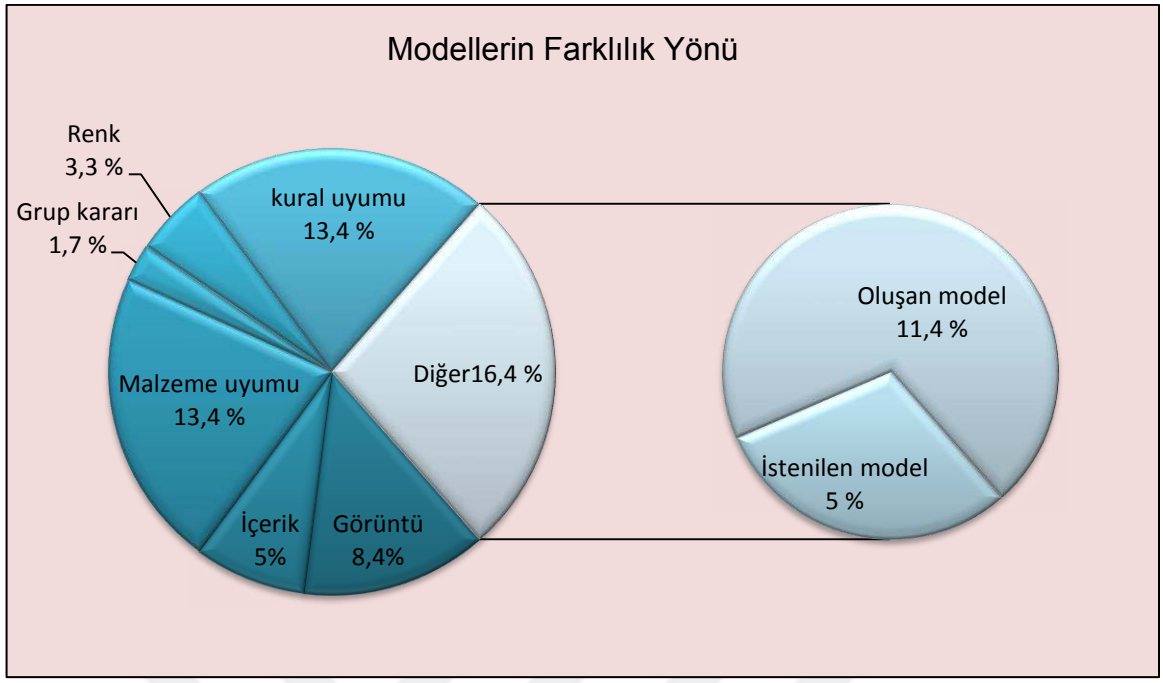
Aşağıda verilen Grafik 8'de öğrencilerin uygulama öncesi kurguladıkları zihinsel modeli ile uygulama sonrasında oluşturdukları modellerinin arasında oluşan benzerlik yönlerini eleştirdikleri dair görüşlerinin verileri doğrultusunda belirli kodlamaların oluştuğu ve örneklem grubundaki öğrencilerin bu kodlamalar doğrultusunda çözümlenerek belirli frekans yüzdesine sahip oldukları görülmektedir.



Grafik 8. Öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları model ile oluşturdukları modele ait benzerliklerin belirlenmesi

Grafikte yer alan kodlamalardan en yüksek frekans yüzdesine sahip olan istenilen model ve oluşturulan model kodunun %~8,4 frekans dilimini aldığı görülmektedir. Grup kararı kodu bu iki kodlamaya yakın değeri ile %~6,7 frekans dilimini almaktadır. İçerik ve malzeme uyumu kodunun %~3,3 frekans değeri ile aynı frekans yüzdesi sahip olduğu, renk ve kural uyumu kodunun %~1,7 frekans değeri ile aynı frekans yüzdesine sahip olduğu grafikte verilen bilgiler arasında yer almaktadır. Son olarak görüntü kodu ise verilen grafikte %~5 frekans dilimini aldığı görülmektedir. Araştırmacı grafikte verilen kodlamalardan istenilen model ve oluşturulan model kodunun frekans yüzdesini farklı yerde gösterirken alt problem doğrultusunda ön plana çıkarmak istemektedir.

Aşağıda verilen Grafik 9'da öğrencilerin uygulama öncesi kurguladığı zihinsel modeli ile uygulama sonrası oluşturdukları model arasındaki farklılık kategorisine ait kodlama başlıklarının frekans yüzdeliklerine yer verilmiştir. Kodlama kapsamında yer alan oluşturulan model kodunun %~11,4 frekans değerine sahip olduğu görülürken istenilen model kodunun %~5 frekans değerini aldığı görülmektedir. Kural uyumu kodu ve malzeme uyumu kodunun %~13,4 ile en yüksek frekans değerini aldığı, grup kararı kodunun ise %~1,7 ile en düşük frekans değerini aldığı görülmektedir. Görüntü kodu %~8,4 frekans değerini alırken içerik kodunun %~5 frekans değerini aldığı görülmektedir. Son olarak renk kodunun ise %~3,3 frekans değerini aldığı grafikte verilen bilgilerde yer almaktadır.



Grafik 9. Öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları model ile oluşturdukları modele ait farklılıkların belirlenmesi

Aşağıda verilen diyalogda $Ö_5$,$Ö_{10}$,$Ö_{17}$ ve $Ö_{18}$ kodlu öğrencilerin 5. ana problem doğrultusunda oluşan *"Öğrenciler zihinsel modelleri ile oluşturdukları model arasındaki benzerlikleri ya da farklılıkları nasıl eleştiriyor?"* alt problemine (5.a) dair görüşlerini içeren klinik mülakat bilgileri verilmiştir:

A: *… zihnindeki atom modeli ile oluşturduğun atom modeli paralel gidiyor mu?*

$Ö_5$: *Biraz.*

A: *Peki ne eksik ne fazla?*

$Ö_5$: *Tabi gerçeği gibi görünmese de benzetmeye çalışıyoruz.*

A: *Ne gibi farkı var?*

$Ö_5$: *Görünüşü böyle olmayabilirdi.*

A: *… sen ne dersin?*

$Ö_{18}$: *Hocam bilmiyorum ki. Hocam aslında benim aklımda böyle bir şey yoktu. Arkadaşlarla resim falan çıkarmıştık. Sonra grup arkadaşlarım karar verdi. Bende böyle yapmak zorunda kaldım.*

A: *..senin zihnindeki atom modeli oluşturduğunuz model arasında fark var mı?*

$Ö_{10}$: *Çok.*

A: *Ne fark var?*

$Ö_{10}$: Ben bu şekilde düşünmüyordum aslında ama bu şekil daha cazip geldi ben normalde böyle daha uzun düşünüyordum.

A: Neden uzun?

$Ö_{10}$: Öyle işte.

A: Peki uzun derken nötronu, protonu ve elektronu nasıl yerleştireceksin?

$Ö_{10}$: Ya şu şekilde, aynı böyle kasnaklar çember şeklinde olacaktı ama bu topluluk şeklinde değil normal pinpon toplarıyla ama yan yana olacaktı yani. Birleşmiş…

A: ...zihninde kurguladığın atom modeli bu şekilde miydi?

$Ö_{17}$: Hocam en başta benim zihnimde model oluşmadı ama sonradan grupça böyle yapmaya başladık. İşte hepimiz kararlaştırdık ve modele uygulamaya başladık.

$Ö_5$,$Ö_{10}$,$Ö_{17}$ ve $Ö_{18}$ kodlu öğrencilerin alt probleme (5.a) yönelik uygulama öncesi kurgulanan model ile uygulama sonrası oluşturulan model hakkındaki benzerlik ve farklılık görüşlerini içeren kesiti sunulmuştur.

4. 2. Üretilen Modellerden Elde Edilen Bulgular

Uygulama sürecinin sonunda öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modelleri ile ilgili yorumlarına yer verilen bulgular, uygun kategoriler altında, öğrencilerin yanıtlarından doğrudan alıntı yapılarak verilmiştir, ayrıca anlaşılırlığı arttırmak amacıyla tablolar ve grafikler şeklinde sunulmuştur.

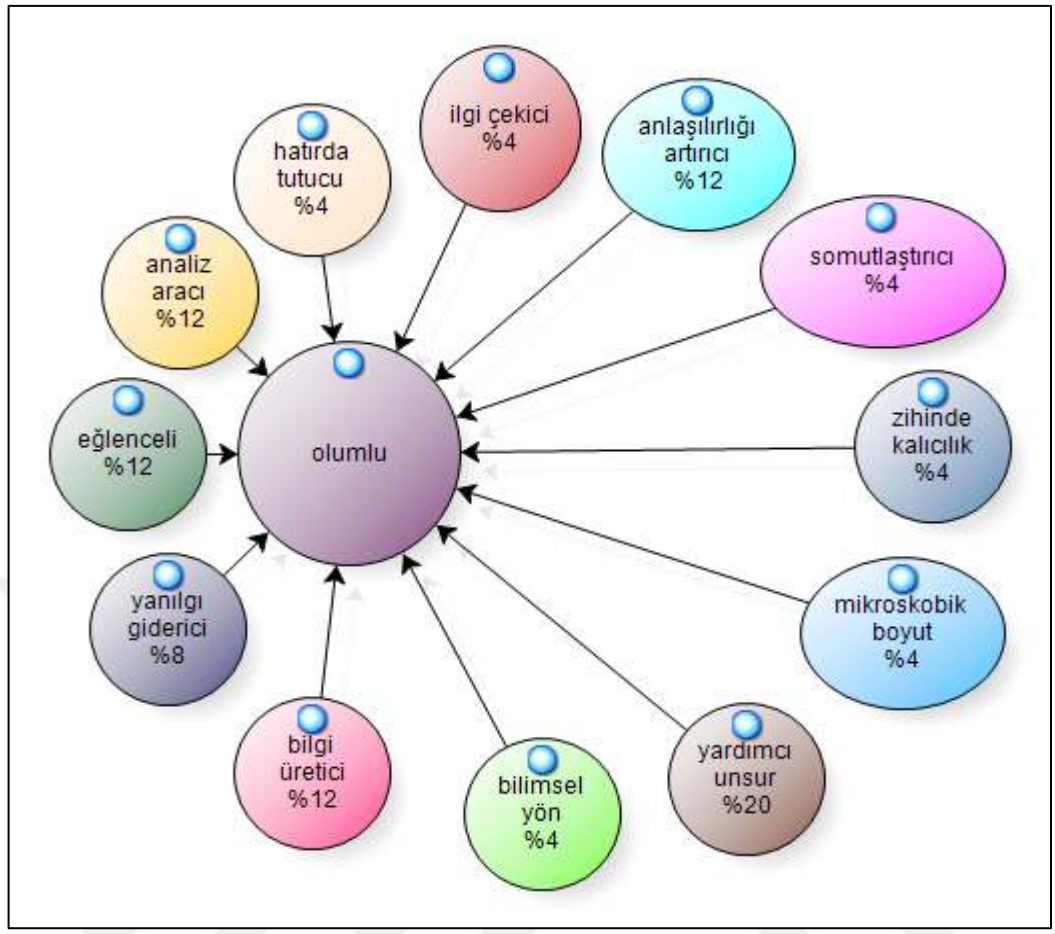
4. 2. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencileri Atom ve Molekül Modelini Uyguladıktan Sonra Ortaya Nasıl Bir Ürün ile İlgili Bulgular

"Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini uyguladıktan sonra ortaya nasıl bir ürün çıkıyor?" alt problemi doğrultusunda oluşturulan ve klinik mülakat sürecinde 4. soru olarak belirlenen "Öğrenciler o*luşturdukları modelin olumlu ve olumsuz yönlerini nasıl anlatıyor*?" sorusu ve bu soru kapsamında sorulan "Öğrenciler o*luşturdukları modelin içerik ve fiziksel özelliğini kurguladıkları model ile ilişkilendirebiliyor mu*?" alt sorusuna verilen cevapların analizi sonucu elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo ve grafiklerle açıklanmıştır:

Tablo 16. Öğrencilerin Oluşturdukları Modelin Olumlu ve Olumsuz Yönlerine ait Bulguları

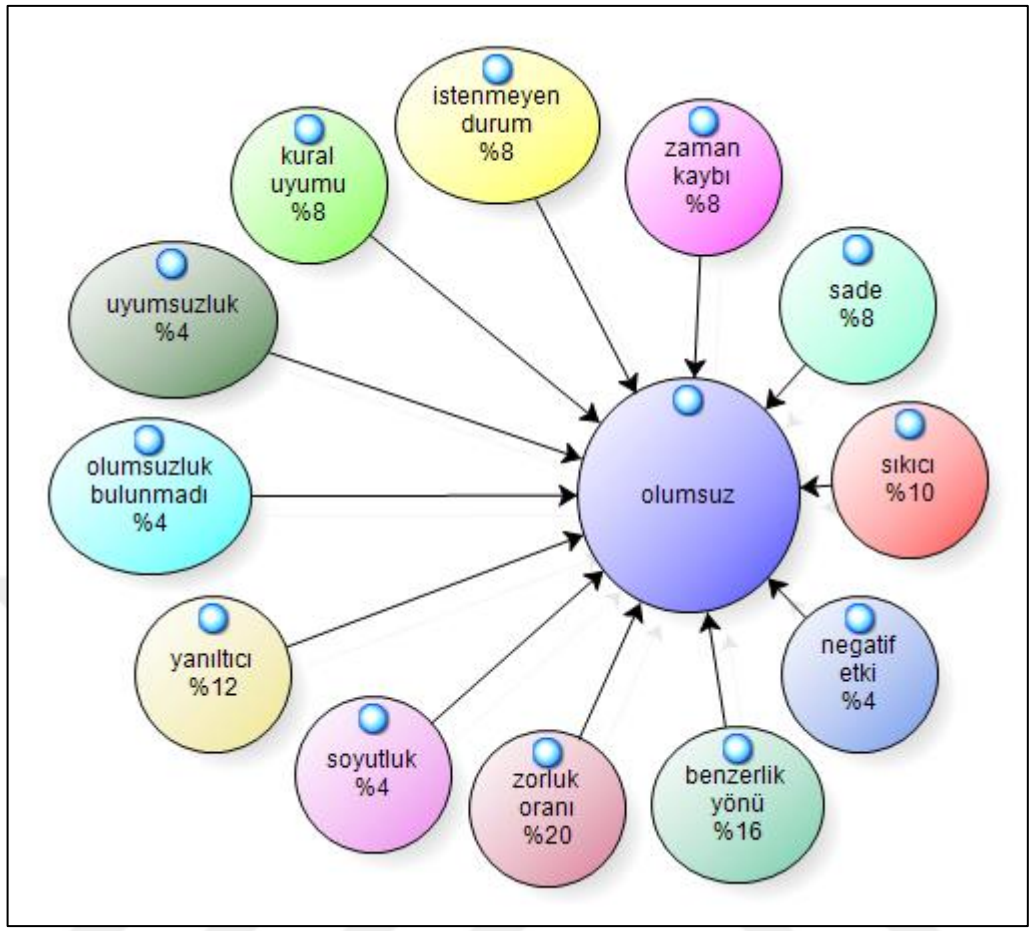
Kategoriler	Frekans	Frekans Yüzdesi	Örneklem
Olumlu			
1.a. İlgi çekici	1	%4	$Ö_1$
1.b. Yardımcı unsur	5	%20	$Ö_2Ö_4Ö_{17}Ö_{21}Ö_{23}$
1.c. Anlaşılırlığı artırıcı	3	%12	$Ö_3Ö_{18}Ö_{22}$
1.d. Analiz aracı	3	%12	$Ö_5Ö_8Ö_9$
1.e. Eğlenceli	3	%12	$Ö_6Ö_{12}Ö_2$
1.f. Bilgi üretici	3	%12	$Ö_7Ö_{13}Ö_{24}$
1.g. Bilimsel yön	1	%4	$Ö_{10}$
1.h. Hatırda tutucu	1	%4	$Ö_{11}$
1.ı. Yanılgı giderici	2	%8	$Ö_{14}Ö_{15}$
1.j. Zihinde kalıcılık	1	%4	$Ö_{16}$
1.k. Somutlaştırıcı	1	%4	$Ö_{19}$
1.l. Mikroskobik boyut	1	%4	$Ö_{20}$
Olumsuz			
2.a. Yanıltıcı	3	%12	$Ö_1Ö_{18}Ö_{20}$
2.b. Benzerlik yönü	4	%16	$Ö_2Ö_3Ö_8Ö_{24}$
2.c. Kural uyumu	2	%8	$Ö_4Ö_{10}$
2.d. İstenmeyen durum	2	%8	$Ö_5Ö_{11}$
2.e. Zorluk oranı	5	%20	$Ö_6Ö_9Ö_{14}Ö_{15}Ö_{25}$
2.f. Uyumsuzluk	1	%4	$Ö_{12}$
2.g. Sade	2	%8	$Ö_{16}Ö_{23}$
2.h. Negatif etki	1	%4	$Ö_{17}$
2.ı. Sıkıcı	1	%4	$Ö_{19}$
2.i. Soyutluk	1	%4	$Ö_{22}$
2.j. Zaman kaybı	2	%8	$Ö_{13}Ö_{21}$
2.k. Olumsuzluk bulunmadı	1	%4	$Ö_7$

Tablo 16 incelendiğinde öğrencilerin uygulama sonrasında oluşturdukları modelin olumlu ve olumsuz yönlerine dair elde edilen bulgularının kodlamalarına yer verilmektedir. Olumlu kategorisinin kapsamında yer alan kodlamaların yardımcı unsur (5), anlaşılırlığı artırıcı (3), analiz aracı (3), eğlenceli (3), bilgi üretici (3), yanılgı giderici (2), ilgi çekici (1), bilimsel yön (1), hatırda tutucu (1), zihinde kalıcılık (1), somutlaştırıcı (1) ve mikroskobik boyut şeklinde olduğu karşımıza çıkmaktadır. Olumuz kategorisinin kodlamalarına göz atıldığında; zorluk oranı (5), benzerlik yönü (4), yanıltıcı (3), kural uyumu (2), istenmeyen durum (2), sade (2), zaman kaybı (2), uyumsuzluk (1), negatif etki (1), sıkıcı (1),soyutluk (1) ve olumsuzluk bulunmadı kodlamaları şeklinde oluştuğu görülmektedir.



Şekil 25. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerine dair olumlu yönler

Yukarıda yer alan Şekil 25 incelediğinde öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modele ait olumlu yönlerin frekans yüzdeleri verilmektedir. Şekilde yer alan kodlamaların arasında, en fazla frekans değerine sahip olan yardımcı unsur kodunun frekansının diliminin % 20 olduğu görülmektedir. Anlaşılırlığı artırıcı, analiz aracı, eğlenceli ve bilgi üretici kodlarının %12 frekans dilimi ile aynı frekans yüzdesine sahip oldukları grafikte yer almaktadır. En sık kullanılan frekans değeri olan %4 frekansı ilgi çekici, hatırda tutucu, bilimsel yön ve zihinde kalıcılık, somutlaştırıcı ve mikroskobik boyut kodlarında bulunmaktadır. Yanılgı giderici kodunun ise %8 frekans değerine sahip olduğu grafikte verilen bilgiler arasındadır.



Şekil 26. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerine dair olumsuz yönleri

Şekil 26 incelendiğinde öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modele ait olumsuz yönlerin frekans yüzdeleri verilmektedir. Şekilde yer alan kodlamaların arasında en yüksek frekans değerine sahip olan zorluk oranı konunun %20 frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. Aynı frekans dilimine sahip olan sade, kural uyumu, istenmeyen durum, benzerlik yönü ve zaman kaybı kodunun % 8 ve yanıltıcı kodunun ise % 12 frekans dilimin aldıkları, yine aynı frekans dilimini paylaşan uyumsuzluk, negatif etki, soyutluk, sıkıcı ve olumsuzluk bulunmadı kodlarının % 4 frekans değerini aldıkları grafikte verilen bilgiler arasındadır. Aynı zamanda en sık kullanılan frekans değerinin %4 olduğu belirlenmiştir. Benzerlik yönü kodunun % 16 frekans dilimine sahip olduğu, yanıltıcı kodunun ise %12 frekans dilimine sahip olduğu grafikte verilmektedir.

Aşağıda yer alan diyalogda $Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_5$,$Ö_{12}$,$Ö_{14}$,$Ö_{16}$ ve $Ö_{24}$ kodlu öğrencilerin 4. Ana problem doğrultusunda oluşan "Öğrenciler o*luşturdukları modelin olumlu ve olumsuz yönlerini nasıl anlatıyor*?" alt problemine (4.a) göre alınan yanıtların kısa bir kesiti sunulmaktadır:

A: …ne söylersin mesela?

$Ö_{12}$: …yani güzel bir şey çıkardığımız için kaldı yani biraz da olsa … modelin en iyi olmasını istedik hem eğlence katmak hem de bazı insanların atomu öğrenmesini istedik.

A: …modelini eleştirirsen olumlu ya da olumsuz ne söylersin?

$Ö_{16}$: …çok sade oldu ve karton üstünde oldu.

A: …model hakkındaki olumlu düşüncelerin?

$Ö_{16}$: …hem daha iyi anladım hem nasıl desem daha iyi kavradım konuyu.

A: …ne kattı sana modelin?

$Ö_{14}$: …daha çok bilgi.

A: …modeline ait olumlu ya da olumsuz yön var mı?

$Ö_{5}$: …model biraz zordu, çubukları takamadık.

A: …modelindeki olumlu yönden bahseder misin?

$Ö_{2}$: …ya yaptığın yanlışları öğreniyorsun ve doğruyu görüyorsun.

A: …olumsuzluğu hakkında ne diyorsun?"

$Ö_{1}$: …hazır bir modelde her şey zaten düzgün yapılmıştır, kurallara uyulmuştur... şu an bizim yaptığımız modelde mesela proton modeli iç katmanında 2 tane olması lazımdı 6 tane var.

A: …modeli olumlu yönü için ne dersin?

$Ö_{24}$: …uygulamanın ilk başında aklımda bir şeyler yoktu ama bu modeli yaptıktan sonra en azından hayal gücüm gelişti, bunu ben anladım ve farkını gördüm.

Yukarıda yer alan diyalog kesitinde $Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_5$,$Ö_{12}$,$Ö_{14}$,$Ö_{16}$ ve $Ö_{24}$ kodlu öğrencilerin alt problem doğrultusunda (4.a) modellerinin olumlu ve olumsuz yönlerine dair görüşlerine yer verilmektedir.

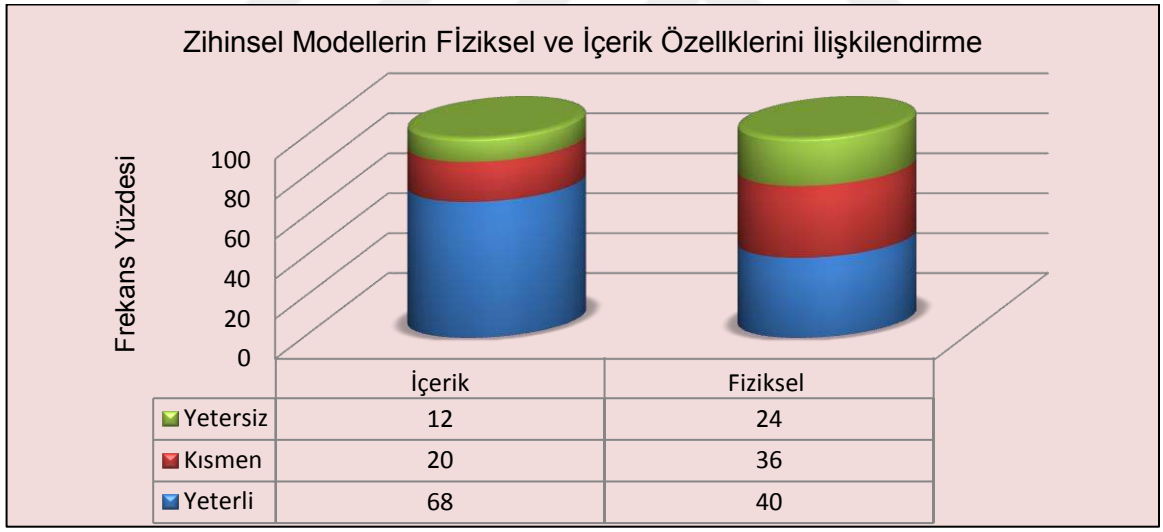
Tablo 17. Öğrencilerin Oluşturdukları Modelin İçerik ve Fiziksel Özellikleri Kurguladıkları Model ile İlişkilendirdiklerine Dair Bulgular

Kategoriler	Frekans	Frekans Yüzdesi	Örneklem
İçerik			
1.a. İlişkilendirebiliyor			
1.a.1. Yeterli	17	%68	$Ö_1Ö_2Ö_6Ö_9Ö_{10}Ö_{11}Ö_{12}Ö_{14}Ö_{15}$ $Ö_{16}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{19}Ö_{20}Ö_{21}Ö_{22}Ö_{25}$
1.a.2. Kısmen	5	%20	$Ö_3Ö_4Ö_5Ö_8Ö_{13}$
1.a.3. Yetersiz	3	%12	$Ö_7Ö_{23}Ö_{24}$

Tablo 17'nin devamı

Fiziksel			
2.a. İlişkilendirebiliyor			
2.a.1. Yeterli	10	%40	$Ö_1Ö_4Ö_7Ö_8Ö_{11}Ö_{12}Ö_{15}Ö_{19}Ö_{21}Ö_{25}$
2.a.2. Kısmen	9	%36	$Ö_2Ö_3Ö_6Ö_9Ö_{13}Ö_{14}Ö_{20}Ö_{22}Ö_{24}$
2.a.3. Yetersiz	6	%24	$Ö_5Ö_{10}Ö_{16}Ö_{17}Ö_{18}Ö_{23}$

Tablo 17 incelediğinde öğrencilerin uygulama öncesi kurguladığı zihinsel modeli ile uygulama sonrası oluşturduğu modellerinin arasındaki içerik ve fiziksel ilişkilerin bulgularına yer verilmektedir. İçerik ve fiziksel kategoriler kendi kapsamında yeterli, kısmen ve de yetersiz şeklinde kodlara ayrılmaktadır. İçerik kategorisinde 15 öğrenci yeterli, 6 öğrenci kısmen şekilde kurguladıkları model ile oluşturdukları modeli ilişkilendirirken, 3 öğrenci kurguladıkları model ile oluşturdukları modeli ilişkilendirmede yetersiz kalmaktadır. Fiziksel kategorisinde 10 öğrenci yeterli, 9 öğrenci kısmen şekilde kurguladıkları model ile oluşturdukları modeli ilişkilendirirken, 6 öğrenci kurguladıkları model ile oluşturdukları modeli ilişkilendirmede yetersiz kaldığı görülmektedir.



Grafik 10. Öğrencilerin zihinsel modellerini zihinsel ve içerik özelliklerine göre ilişkilendirmelerine dair bulgular

Grafik 10 incelendiğinde öğrencilerin uygulama öncesi kurguladığı zihinsel model ile uygulama sonrası oluşturdukları modelin fiziksel ve içerik özelliklerini ilişkilendirmelerine dair bulgularının frekans yüzdelikleri verilmektedir. İçerik kategorisi altında yer alan yeterli kodunun frekans değerinin yetersiz ve kısmen kodlarına göre yüksek olduğu, kodların frekans dilimlerinin ise yeterli %68, kısmen %20 ve de yetersiz %12 şeklinde dağılım gösterdiği görülmektedir. Fiziksel kategorisinin altında yer alan yeterli ve kısmen

kodlarının frekans değerlerinin birbirine yakın olduğu, yetersiz kodunun ise daha düşük frekans değerine sahip olduğu görülmektedir. Kodlamaların frekans yüzdelikleri ise yeterli %40, kısmen %36 ve yetersiz %24 şeklinde dağılım göstermektedir.

$Ö_5$,$Ö_9$ ve $Ö_{16}$ kodlu öğrencilerin "Öğrenciler o*luşturdukları modellerin içerik ve fiziksel özelliğini kurguladıkları modeller ile ilişkilendirebiliyor mu*?" alt probleme (4.b) dair görüşleri aşağıdaki diyalog kesitinde sunulmuştur:

A: ...zihnindeki atom modeli oluşturduğun atom modeli paralel şekilde mi gidiyor?"

$Ö_5$: …biraz.

A: …peki ne eksik ne fazla?

$Ö_5$: …tabi gerçeği gibi görünmese de benzetmeye çalışıyoruz.

A: …ne gibi farkı var?

$Ö_5$: …görünüşü böyle olmayabilirdi.

A: …zihninde kurguladığın bu muydu?

$Ö_9$: …benziyor.

A: …ne gibi farkları var?

$Ö_9$: …yani nasıl diyeyim sadece iç içe geçiyor ya bunlar bir tek o farklı, aralarındaki bağlar aynı ama…

A: …peki zihninde oluşturduğun model bu muydu?

$Ö_{16}$: …hayır.

A: …zihninde var olan model nasıl?

$Ö_{16}$: …buna yakın bir şeydi.

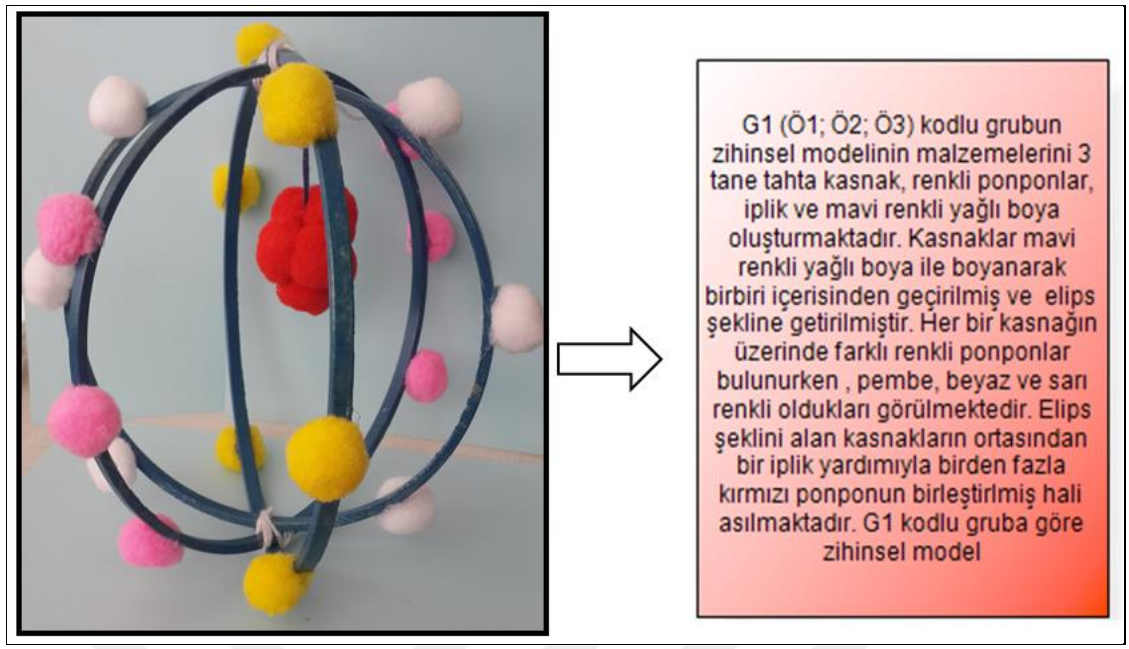
A: …neyi çıkarırdın veya neyi eklerdin?

$Ö_{16}$: …ya, mesela alüminyum folyo ile kaplamak yerine boyardım değişik renklere."

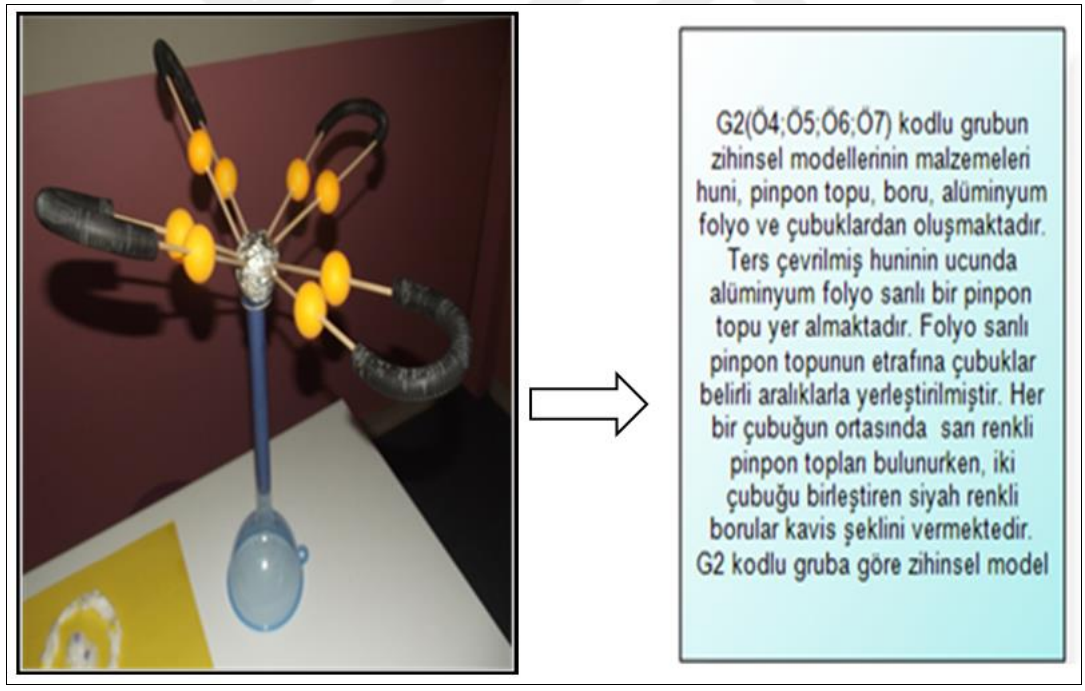
A: …kurguladığın model ile oluşturduğun model arasında nasıl geçiş yaptın?"

$Ö_{20}$: …kurallara uymaya çalıştım ilk önce sonra elektronu, protonu ve nötronun yerini doğru kullanmak istedim."

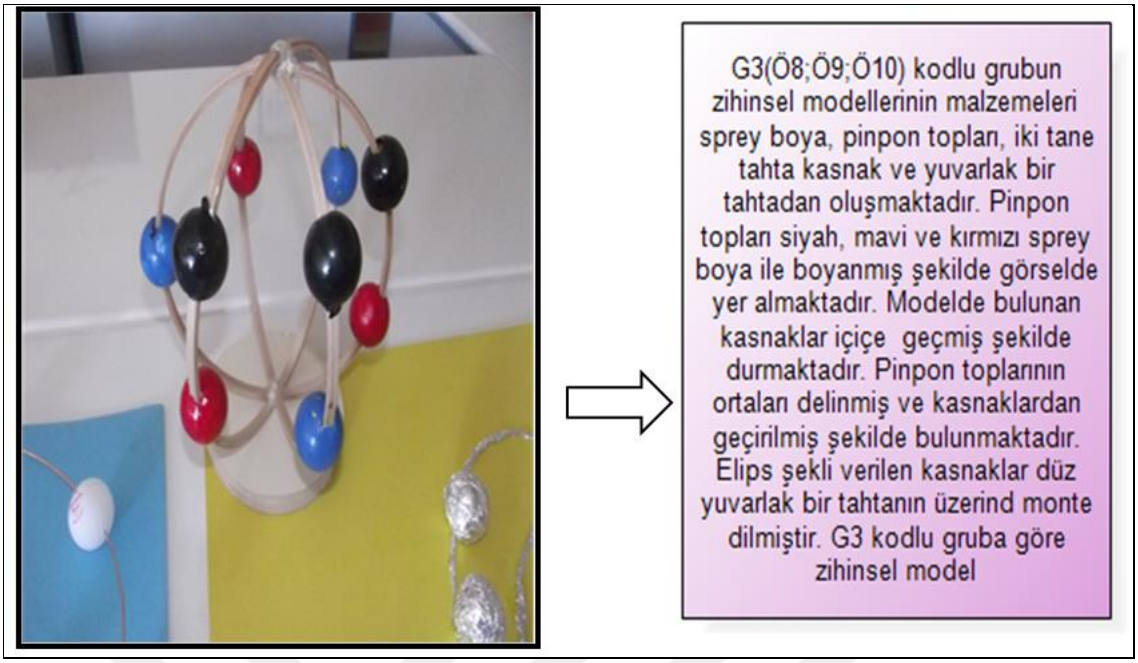
G_1,G_2,G_3,G_4,G_5,G_6,G_7 ve G_8 kodlu grupların atom ve molekül konusuna dair modelleme sürecinde oluşturdukları üç boyutlu zihinsel modelleri aşağıda verilen şekilde sunulmuştur:



Şekil 27. Poyraz (G_1;$Ö_1$,$Ö_2$,$Ö_3$) kodlu öğrenciler oluşturdukları zihinsel model

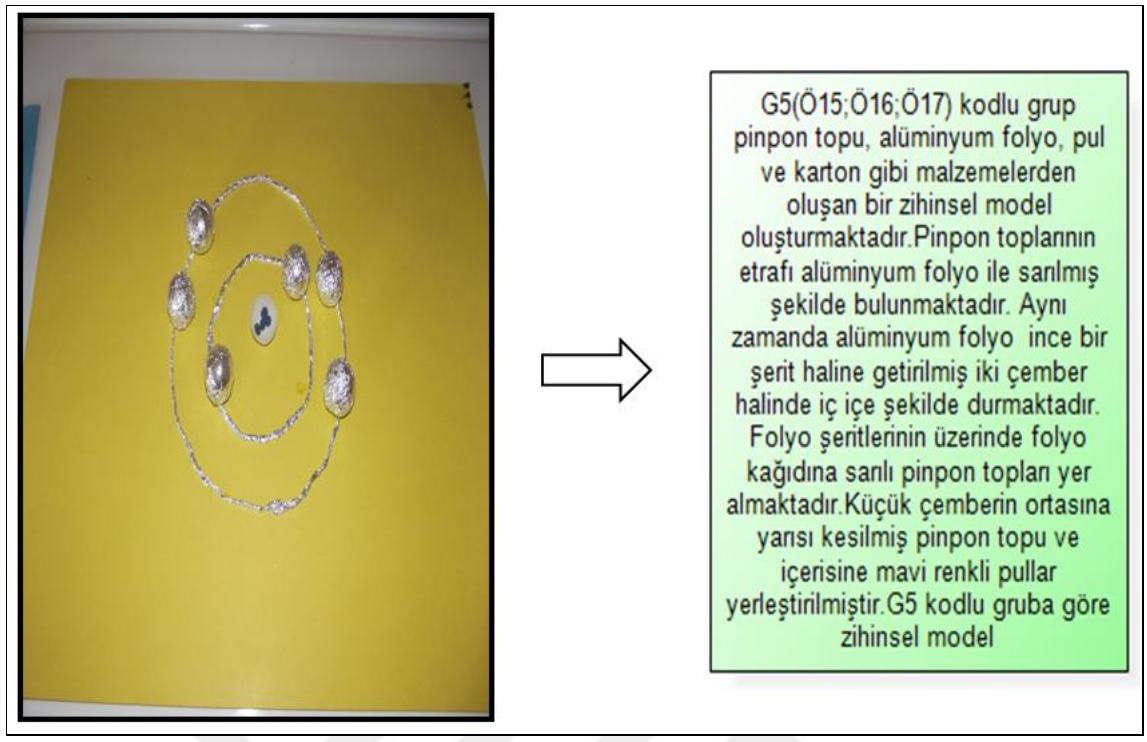


Şekil 28. Afes (G_2 ;$Ö_4$,$Ö_5$,$Ö_6$,$Ö_7$) kodlu grubu oluşturdukları zihinsel model

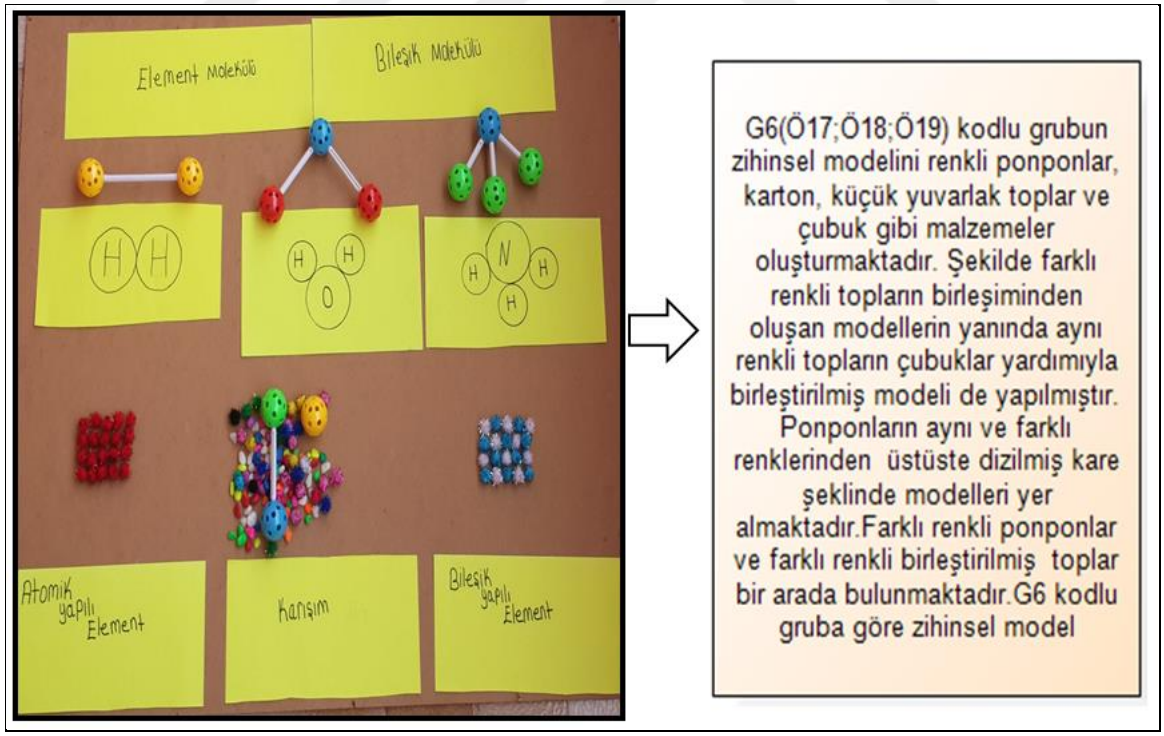


Şekil 29. Kartanesi (G_3;$Ö_8$,$Ö_9$,$Ö_{10}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model

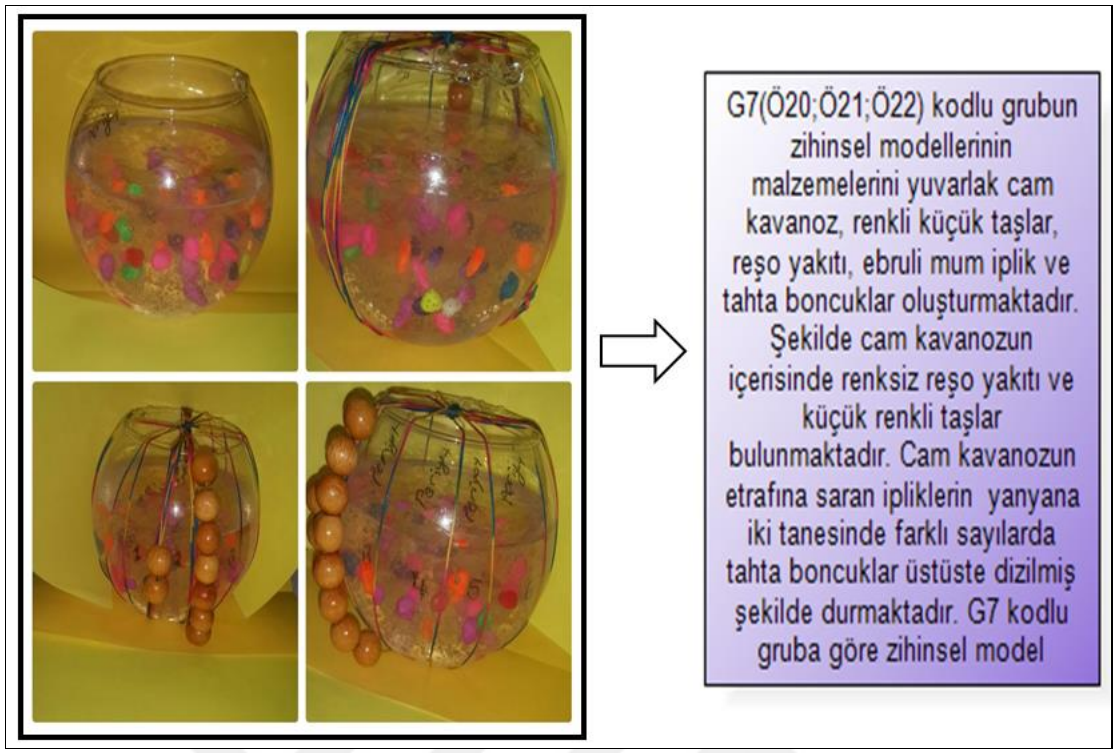
Şekil 30. Kanarya (G_4;$Ö_{11}Ö_{12}Ö_{13}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model



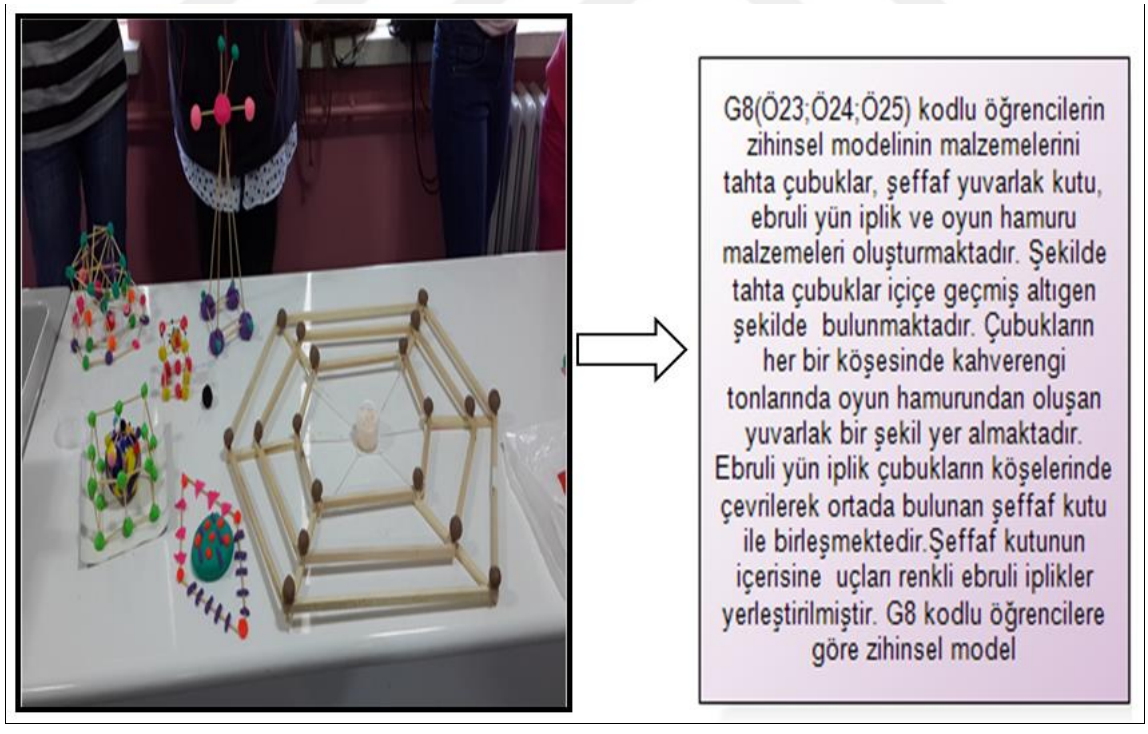
Şekil 31. Bim (G_5;$Ö_{14}Ö_{15}Ö_{16}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model



Şekil 32. Alfa (G_6;$Ö_{17}Ö_{18}Ö_{19}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model



Şekil 33. Sahici (G_7,$Ö_{20}$,$Ö_{21}$,$Ö_{22}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model



Şekil 34. Yad (G_8;$Ö_{23}$,$Ö_{24}$.$Ö_{25}$) kodlu grubun oluşturdukları zihinsel model

Tablo 18. Öğrenci Gruplarının Oluşturdukları Zihinsel Modellerin Fiziksel Özelliklerini İçeren Bulgular

Malzemeler	Gruplar								
	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8	Frekans
1. Tahta kasnak	✓		✓						2
2. Ponpon	✓			✓		✓			3
3. İplik	✓						✓	✓	3
4. Yağlı boya	✓								1
5. Çubuk		✓				✓		✓	3
6. Pinpon topu		✓	✓		✓				3
7. Huni		✓							1
8. Plastik boru		✓							1
9. Alüminyum folyo		✓			✓				2
10. Sprey boya			✓						1
11. Pamuk				✓					1
12. Düğme				✓					1
13. Kürdan				✓					1
14. Boncuk				✓			✓		2
15. Karton				✓	✓				2
16. Pul					✓				1
17. Plastik top						✓			1
18. Reşo yakıtı							✓		1
19. Taş							✓		1
20. Cam kavanoz							✓		1
21. Oyun hamuru								✓	1
22. Tahta			✓			✓			2
23. Şeffaf kutu								✓	1
Frekans	4	5	4	6	4	4	5	4	

Tablo 18 incelediğinde G_1,G_2, … ,G_8 kodlu öğrenci gruplarının zihinsel modellerini oluştururken tercih ettikleri malzemelere yer verilmektedir. G_1 kodlu grup 4 farklı malzeme ile zihinsel modelini oluştururken tahta kasnak, renkli ponponlar, iplik ve mavi renkli yağlı boyayı tercih ederken, G_2 kodlu grup tahta çubuk, sarı renkli pinpon topu, plastik şeffaf huni, siyah plastik boru ve alüminyum folyo olmak üzere 5 faklı malzeme ile zihinsel modelini oluşturmaktadır.

G_3 kodlu grup zihinsel modelini oluştururken daire şeklinde tahta, pinpon topları, mavi, kırmızı ve siyah renkli sprey boya ve tahtadan yapılmış kasnak olmak üzere 4 farklı malzeme seçerken, G_4 kodlu grup 6 farklı malzemeyi renkli ponpon, düğme ve boncuklar, pamuk, kürdan ve karton şeklinde tercih etmektedir. G_5 kodlu grup zihinsel modelini oluşturmada karton, pinpon topları, alüminyum folyo ve koyu renkli pullardan oluşan 4 farklı malzeme seçmektedir. G_6 kodlu grup 4 faklı malzeme seçerken; malzemeleri plastik renkli küçük toplar, topları birleştiren plastik çubuklar, renkli ponponlar ve kare şeklinde

tahta parçasından oluşturmaktadır. G_7 kodlu grup yuvarlak cam kavanoz, şeffaf renkli reşo yakıtı, küçük renkli taşlar, ebruli mum iplik ve tahta boncuklardan oluşan 5 farklı malzemeyi zihinsel oluştururken seçmektedir. Son olarak G_8 kodlu grup seçtikleri 4 farklı malzemeyi tahta çubuklar, ebruli yün iplik, koyu renkli oyun hamuru ve şeffaf yuvarlak bir kutu şeklinde zihinsel model oluşturmada kullandıkları görülmektedir.

G_4 ve G_5 kodlu gruplar zihinsel modellerini oluştururken karton bir zemin tercih ederken, G_6 kodlu grup kare şeklinde bir tahta zemin tercih ederek zihinsel modellerini oluşturmaktadır. G_1 ve G_3 kodlu gruplar zihinsel modellerini oluştururken tahta kasnakları tercih ederken, G_1 kodlu grup ponponlarla G_3 kodlu grup ise pinpon topları ile modellerini tamamlamaktadır.

Aşağıda yer alan diyalog kesitinde klinik mülakat esnasında $Ö_{11}$,$Ö_{15}$,$Ö_{19}$ ve $Ö_{20}$ öğrencilerin uygulama sonrası oluşturdukları zihinsel modellerini betimlemelerini içeren diyalog kesitine yer verilmektedir:

A: *"…modelini anlatır mısın bana?"*

$Ö_{20}$: *"…bunları elektrona benzettim (boncuk), katmanları iplik yapmak istedim, kavanozdaki taşları renkli seçtim proton ve nötron ayrı ayrı olsun diye, kavanoz yuvarlak çekirdek olarak hayal ettim."*

A: *"…oluşturduğunuz modelini anlatır mısın?"*

$Ö_{11}$: *"…elementleri anlatmak için aynı tür düğme kullandık ve bileşikleri anlatmak için farklı farklı düğmeler ve boncuklar kullandık."*

A: *"…nasıl bir model tasarladınız anlatır mısın?"*

$Ö_{15}$: *"…hocam teli çember haline getirdik alüminyum folyo kapladıktan sonra katman yaptık, üzerine pinpon toplarını yerleştirdik elektron görevi için, katmanların ortasına çekirdek yerleştirdik içerisine nötron ve protonu gösteren pullar koyduk."*

A: *"…modelinizi bitirdiğinize göre neler yaptınız anlatın bakalım?"*

$Ö_{19}$: *"…ee tahta panonun üzerine element molekülü, bileşik molekülü, atomik yapılı element ve moleküler yapılı element oluşturmaya çalıştık.*

4. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular

Modelleme süreci boyunca örneklem grubunda bulunan öğrenciler yapılandırılmış gözlem formu yardımıyla tarafsız ve yansız olarak gözlenmiş olup gözlem sonucunda elde edilen bulgular kaydedilmiştir. Daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip

sonrasında yorumlara geçildiğinden dolayı çözümleme işleminde betimsel analiz kullanılmıştır.

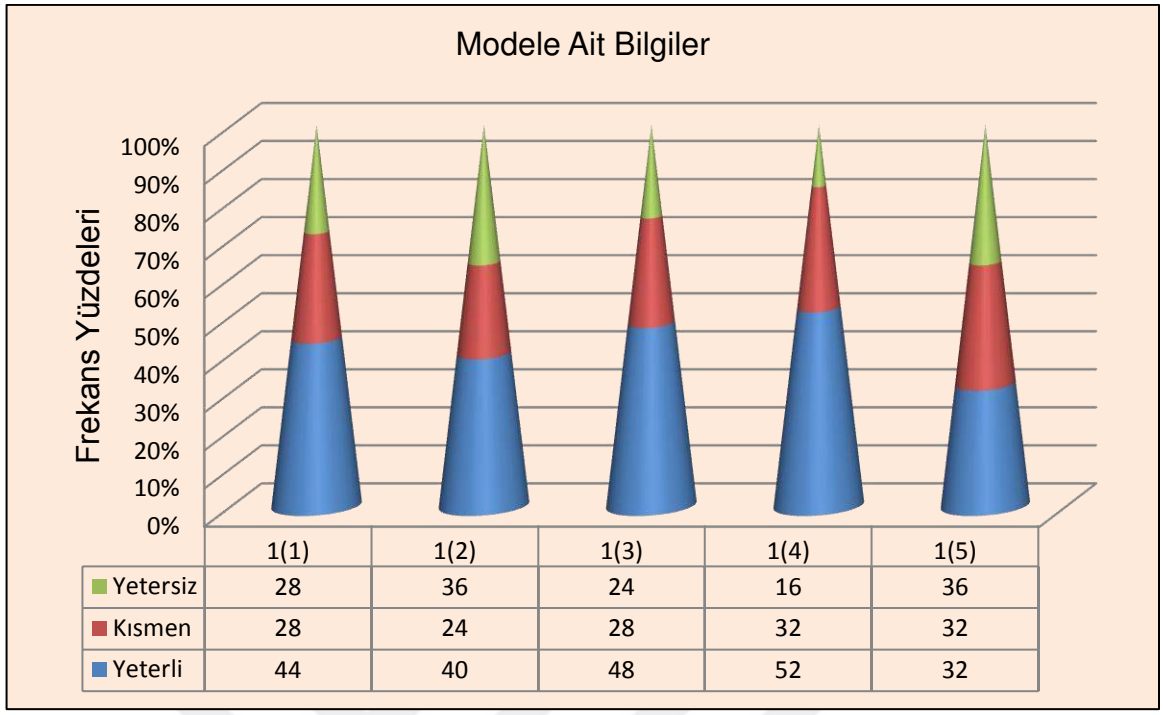
4. 3. 1. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgilerine Dair Bulguları

Örneklem grubundaki öğrencilerin model kavramına ait bilgileri incelendiğinde Tablo 19'daki frekans değerlerine göre modele ait bilgilerinin yeterli, yetersiz ve kısmen yeterli şekilde oldukları görülmektedir.

Tablo 19. Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgileri

1. KONUYU ANLAMA BASAMAĞI	Yeterli	Kısmen	Yetersiz
	Frekans	Frekans	Frekans
1.1. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları bilme	11	7	7
1.2. Model ile ilgili temel ilke ve kavramlar arasında ilişki kurabilme	10	6	9
1.3. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları sözel olarak ifade edebilme	12	7	6
1.4. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları jest ve mimikleri kullanarak ifade edebilme	13	8	4
1.5. Modeli, hedef yapıyla ilişkilendirebilme	8	8	9

Tablo 19'a bakıldığında "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları bilme*" temasını 11 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde ifade ederken 7 öğrenci ifade etmede yetersiz kalmaktadır. " *Model ile ilgili temel ilke ve kavramlar arasında ilişki kurabilme*" temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde kavramlar arasında ilişki kurabilirken 9 öğrencinin kavramlar arasında ilişki kurabilmesinde yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları sözel olarak ifade edebilme"* temasını göre 12 öğrenci yeterli ve 7 öğrencinin kısmen olarak kavramları sözel ifade edebildikleri, 6 öğrencinin ise kavramları ifade etmede yetersiz kaldıkları grafikteki bilgiler arasında yer almaktadır. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları jest ve mimikleri kullanarak ifade edebilme"* temasına göre 13 öğrencinin yeterli ve 8 öğrencinin kısmen şekilde jest ve mimiklerini kullandıkları, 4 öğrencinin ise jest mimiklerini kullanarak kavramları ifade etmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Modeli, hedef yapıyla ilişkilendirebilme"* temasını göre 8 öğrencinin yeterli ve 8 öğrencinin kısmen şekilde hedef yapıyla ilişkilendirdikleri, 9 öğrencinin ise modelini hedef yapıyla ilişkilendirmede yetersiz kaldıkları görülmektedir.



Grafik 11. Öğrencilerin modele ait bilgilerinin frekans yüzdeleri

Grafik 11 incelendiğinde her bir temanın kendi kapsamında yer alan yeterli kodunun frekans yüzdesinin fazla olduğu, kısmen ve yetersiz kodunun frekans değerlerinin ise birbirine yakın olduğu görülmektedir. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları jest ve mimikleri kullanarak ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin diğer temaların yeterli kodunun frekans yüzdesine oranla yüksek çıktığı tespit edilirken yetersiz kodunun diğer temaların yetersiz koduna oranla düşük frekans değerine sahip olması göze çarpmaktadır. *"Modeli, hedef yapıyla ilişkilendirebilme"* temasının yetersiz kodunun frekans yüzdesinin yeterli ve kısmen koduna göre frekans yüzdesinin yüksek çıktığı görülmektedir. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları bilme"* temasının kısmen ve yetersiz kodunun eşit frekans değerini aldıkları ve yeterli kodunun daha yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramlar arasında ilişki kurabilme"* temasının yeterli ve yetersiz kodunun frekans yüzdesinin birbirine yakın oldukları, kısmen kodunun daha düşük frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Model ile ilgili temel ilke ve kavramları sözel olarak ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin kısmen ve yetersiz koduna göre daha yüksek çıktığı grafikte verilen bilgiler arasındadır.

4. 3. 2. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etme Basamağına Ait Bulguları

Örneklem grubundaki öğrencilerin fikirlerini tespit etme bulguları incelendiğinde Tablo 20'deki frekans değerlerine göre yeterli, yetersiz ve kısmen yeterli şekilde olduğu görülmektedir.

Tablo 20. Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etmesine Dair Bulguları

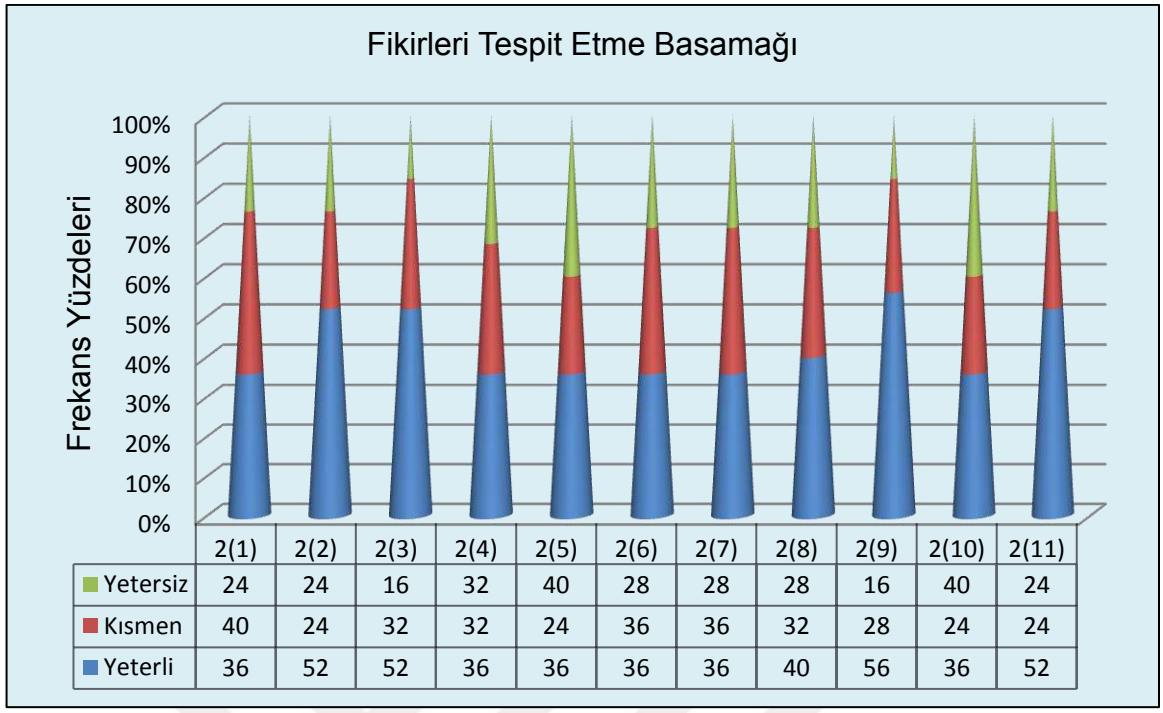
2. FİKİRLERİ TESPİT ETME BASAMAĞI	Yeterli	Kısmen	Yetersiz
	Frekans	Frekans	Frekans
2.1. Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme	9	10	6
2.2. Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme	13	6	6
2.3. Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme	13	8	4
2.4. Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme	9	8	8
2.5. Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme	9	6	10
2.6. Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme	9	9	7
2.7. Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme	9	9	7
2.8. Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme	10	8	7
2.9. Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme	14	7	4
2.10. Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme	9	6	10
2.11. Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme	13	6	6

Tablo 20 incelediğinde öğrencilerin yapılandırılmış gözlem formu ile modeli oluşturmak için sundukları fikirlerin tespitinin yapıldığı ve gözlem sonucuna göre yeterli, yetersiz ve kısmen şeklinde kodlamaların oluştuğu görülmektedir. Araştırmacı tabloda yer alan temalara göre örneklem grubunun frekans değerlerini çözümlemiştir. "*Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 10 öğrenci kısmen şekilde birincil araştırma kaynaklarını kullanabilirken, 6 öğrencinin ise birincil araştırma kaynağını kullanabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme"* temasına göre 13 öğrencinin yeterli ve 6 öğrencinin kısmen şekilde ikincil araştırma kaynaklarını kullanabildikleri, 6 öğrencinin ise ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme"* temasına göre 13 öğrencinin yeterli ve 8 öğrencinin kısmen şekilde bilgi ve iletişim

teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabildikleri, 4 öğrencinin ise bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde verilerinin doğruluğuna karar verebilirken, 8 öğrencinin ise verilerinin doğruluğuna karar verebilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde verileri ile alan bilgilerini ilişkilendirebilirken, 10 öğrencinin ise topladığı veriler ile alan bilgilerini ilişkilendirebilmede yetersiz kaldıkları tabloda verilen bilgiler arasında yer almaktadır.

"*Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde elde ettikleri verileri kullanabilirken, 7 öğrencinin ise elde ettikleri verileri kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir*. "Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde modelini oluştururken alan bilgisini kullanabilirken, 7 öğrencinin ise modelini oluştururken alan bilgisini kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde yaratıcılığını kullanabilirken, 7 öğrencinin ise yaratıcılığını kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme"* temasına göre 14 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde çeşitli araç gereci kullanabilirken, 4 öğrencinin ise çeşitli araç gereci kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir*. "Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde zihinsel modelini yazılı olarak ifade edebilirken, 10 öğrencinin ise zihinsel modelini yazılı olarak ifade edebilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme"* temasına göre 13 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde zihinsel modelini sözel olarak ifade edebilirken, 6 öğrencinin ise zihinsel modelini sözel olarak ifade edebilmede yetersiz kaldıkları tabloda verilmektedir.

Aşağıda yer alan grafik 14 incelendiğinde temalara ait yeterli, kısmen ve yetersiz kodlamalarının frekans yüzdelerinin çözümlendiği görülmektedir. Grafikteki bazı temalarda diğer kodlara göre yeterli kodu yüksek, bazı temalarda kısmen kodu yüksek ve bazı temalarda ise yetersiz kodu yüksek değer alırken heterojen bir dağılımın olduğu göze çarpmaktadır.



	2(1)	2(2)	2(3)	2(4)	2(5)	2(6)	2(7)	2(8)	2(9)	2(10)	2(11)
Yetersiz	24	24	16	32	40	28	28	28	16	40	24
Kısmen	40	24	32	32	24	36	36	32	28	24	24
Yeterli	36	52	52	36	36	36	36	40	56	36	52

Grafik 12. Öğrencilerin modele ait fikirlerini tespit etme yüzdeleri

Grafik 12'de yer alan bilgilere göre "*Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme"* temasının kısmen kodunun frekans yüzdesinin yeterli ve yetersiz kodunu göre yüksek çıktığı, yeterli kodunun ise yetersiz koduna göre yüksek çıktığı görülmektedir. **"***Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme"* temasının kısmen ve yetersiz kodunun frekans yüzdesinin değerinin eşit olduğu, yeterli kodunun ise daha yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin kısmen ve yetersiz koduna göre yüksek çıktığı, kısmen kodunun frekans yüzdesinin ise yetersiz kodunun frekans yüzdesinin 2 katına eşit olduğu görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme"* temasının kısmen ve yetersiz kodunun frekans yüzdelerinin birbirine eşit değerde oldukları, yeterli kodunun ise daha yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme"* temasının yetersiz kodunun daha yüksek frekans yüzdesi olduğu, yeterli kodunun ise kısmen koduna göre yüksek değerde olduğu görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme"* temasının yeterli ve kısmen kodunun frekans yüzdesinin eşit değer aldıkları, yetersiz koduna göre yüksek çıktığı görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme"* temasının yetersiz kodunun daha düşük frekans yüzdesi olduğu, yeterli ve kısmen kodunun frekans yüzdelerinin ise birbirine eşit değerde olduğu görülmektedir. "*Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme"* temasının yeterli

kodunun daha yüksek frekans yüzdesini aldığı, kısmen ve yetersiz kodunun frekans değerlerinin birbirine yakın oldukları görülmektedir. "*Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme"* temasının yetersiz kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek olduğu, yeterli kodunun ise kısmen koduna göre yüksek değer aldığı görülmektedir. "*Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek değerde olduğu, yeterli ve kısmen kodunun frekans yüzdesinin birbirine eş değerde olduğu grafikte verilen bilgiler arasında yer almaktadır.

4. 3. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etme Basamağına Ait Bulguları

Öğrencilerin fikirlerini inşa etme sürecine dair verilerinin yapılandırılmış gözlem formundaki temaları Tablo 21'de verilmiş olup, frekans değerleri yeterli, kısmen ve yetersiz kodlarına göre çözümlenmiştir.

Tablo 21. Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etmelerine Ait Bulgular

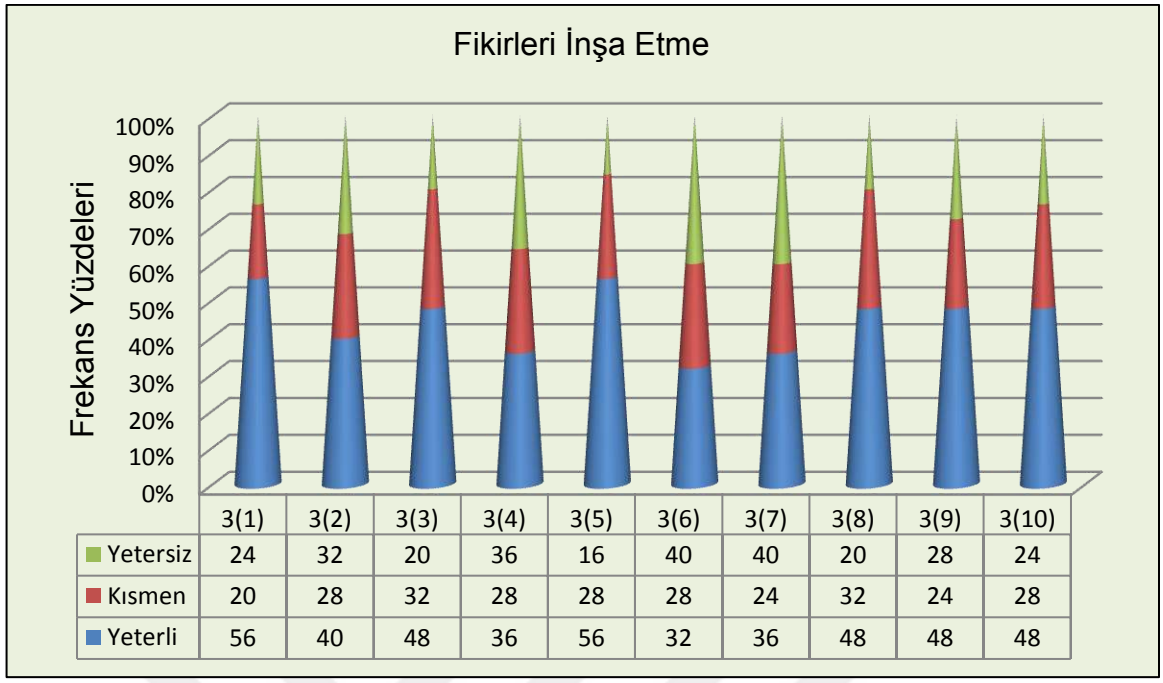
3. FİKİRLERİ İNŞA ETME BASAMAĞI	Yeterli	Kısmen	Yetersiz
	Frekans	Frekans	Frekans
3.1. Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma	14	5	6
3.2. Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme	10	7	8
3.3. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme	12	8	5
3.4. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme	9	7	9
3.5. Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih etme	14	7	4
3.6. Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme	8	7	10
3.7. Malzeme seçiminde analojik düşünebilme	9	6	10
3.8. Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme	12	8	5
3.9. Malzeme seçiminde esnek düşünebilme	12	6	7
3.10. Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme	12	7	6

Tablo 21 incelendiğinde öğrencilerin model oluşturma sürecinde fikirlerini inşa ettiklerini içeren temalara yer verilmektedir. Araştırmacı tabloda yer alan temalara göre örneklem grubunun frekans değerlerini çözümlemiştir.

"Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma" temasına göre 14 öğrenci yeterli ve 5 öğrenci kısmen şekilde malzemeler hakkında bilgi sahibi olurken, 6 öğrencinin malzemeler hakkında bilgi sahibi olmadıkları tespit edilmiştir. *"Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme"* temasına göre 10

öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde malzemelerin zihinsel modele uygunluğunu dikkate ederken, 8 öğrencinin ise malzemelerin zihinsel modele uygunluğu dikkate almada yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat ederken, 5 öğrencinin ise malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etmede yetersiz kaldıkları görülmüştür. "*Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat ederken, 9 öğrencinin ise malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etmede yetersiz kaldıkları görülmüştür. "*Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih etme"* temasına göre 14 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih ederken, 4 öğrencinin ise malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih etmede yetersiz kaldıkları grafikte verilen bilgiler arasındadır.

"*Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme"* temasına göre 8 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde malzemeleri seçiminde oranlı düşünebilirken, 10 öğrencinin ise malzeme seçiminde oranlı düşünemedikleri tespit edilmiştir. "*Malzeme seçiminde analojik düşünebilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde malzeme seçiminde analojik düşünebilirken, 10 öğrencinin malzeme seçiminde analojik düşünmede yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir. "*Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilirken, 5 öğrencinin ise malzeme seçiminde yaratıcılıklarını kullanabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Malzeme seçiminde esnek düşünebilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde malzeme seçiminde esnek düşünebilirken, 7 öğrencinin malzeme seçiminde esnek düşünmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. *"Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde seçilen malzemelerin nedenlerini ifade edebilirken, 6 öğrencinin ise seçilen malzemenin nedenlerini ifade etmede yetersiz kaldıkları grafikte verilen bilgiler arasındadır.



	3(1)	3(2)	3(3)	3(4)	3(5)	3(6)	3(7)	3(8)	3(9)	3(10)
Yetersiz	24	32	20	36	16	40	40	20	28	24
Kısmen	20	28	32	28	28	28	24	32	24	28
Yeterli	56	40	48	36	56	32	36	48	48	48

Grafik 13. Öğrencilerin fikirlerin inşa etmesine ait frekans yüzdesi

Grafikte verilen temaların frekans yüzdelerine göre "*Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma"* temasının kısmen kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen ve yetersiz kodunun frekans yüzdelerinin ise birbirine yakın değerde oldukları görülmektedir. "*Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme"* temasının kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans yüzdelerinin birbirine yakın olduğu, yeterli kodunun ise frekans yüzdesinin daha fazla olduğu görülmektedir. "*Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek olduğu, kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans değerlerinin birbirine yakın değerde olduğu görülmektedir. "*Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme"* temasının yeterli kodu ve yetersiz kodunun eşit frekans yüzdesine sahip olduğu, kısmen kodunun ise daha düşük frekans değerini aldığı görülmektedir. "*Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih etme"* temasının yeterli kodunun daha yüksek frekans yüzdesini aldığı, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme"* temasının yetersiz kodunun daha yüksek frekans değerini aldığı, yeterli kodunun ise kısmen koduna göre daha yüksek frekans yüzdesini aldığı görülmektedir. "*Malzeme seçiminde analojik düşünebilme"* temasının yetersiz kodunun daha yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu, yeterli kodunun ise kısmen koduna göre frekans değerinin fazla olduğu görülmektedir.

"Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme" temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre frekans değerinin fazla olduğu görülmektedir. "*Malzeme seçiminde esnek düşünebilme"* temasının yeterli kodunun daha fazla frekans yüzdesine sahip olduğu, kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans değerlerinin birbirine yakın oldukları tespit edilmiştir. "*Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, yetersiz kodu ve kısmen kodunun frekans değerlerinin ise birbirine yakın olduğu grafikte verilen bilgiler arasındadır.

4. 3. 4. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağına Ait Bulguları

Örneklem grubundaki öğrencilerin modellerini karşılaştırma verilerine ait temaları yapılandırılmış gözlem formuna göre yeterli, yetersiz ve kısmen şeklinde çözümlenerek Tablo 22'de frekans yüzdeleri verilmiştir.

Tablo 22. Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağına Ait Bulgular

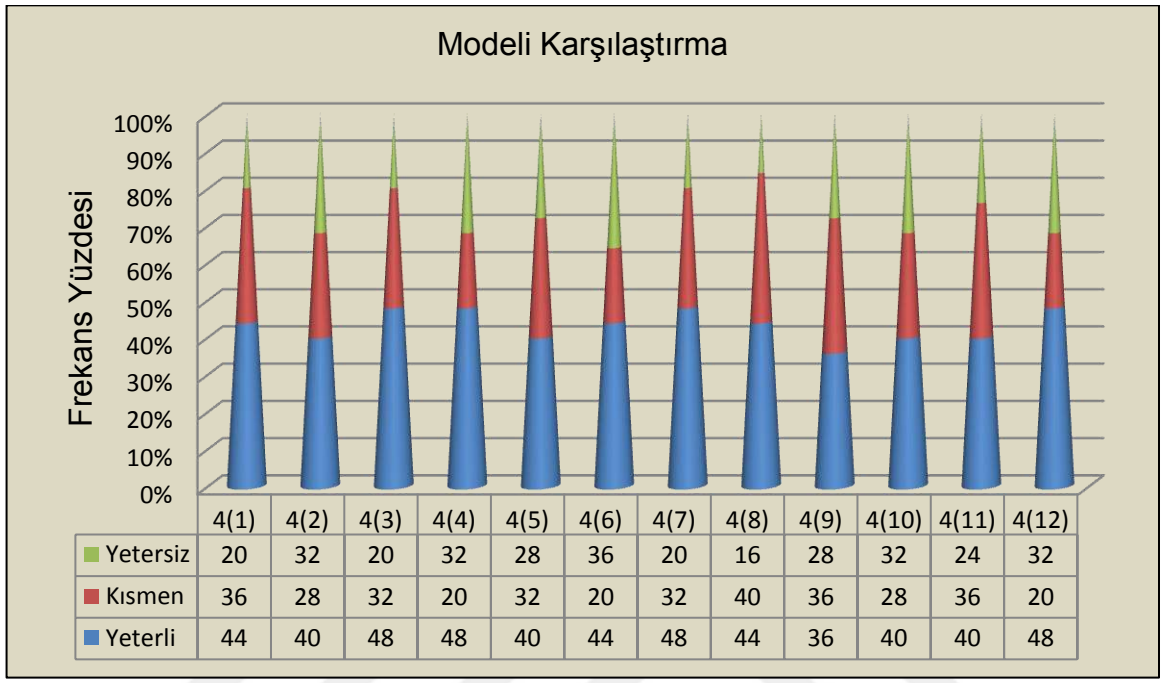
4. MODELİ KARŞILAŞTIRMA BASAMAĞI	Yeterli	Kısmen	Yetersiz
	Frekans	Frekans	Frekans
4.1. Modelleme sürecinde süreyi etkili bir şekilde kullanabilme	11	9	5
4.2. Modelleme sürecinde alan bilgisini kullanabilme	10	7	8
4.3. Modelleme sürecinde gerekli olan malzemeleri temin edebilme	12	8	5
4.4. Modelleme sürecinde kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri sorunsuz yapabilme	12	5	8
4.5. Modelleme sürecinde özgüvene sahip olma	10	8	7
4.6. Modelleme sürecini iyi organize edebilme	11	5	9
4.7. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunu sözel olarak ifade edebilme	12	8	5
4.8. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik mantıksal fikirler sunma	11	10	4
4.9. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunma	9	9	7
4.10. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yenilikçi fikirler sunma	10	7	8
4.11. Modelleme sürecinde yaşanılan sorunlara empatik yaklaşabilme	10	9	6
4.12. Modelleme sürecinde yaşadığı soruna yönelik çözümü sözel olarak ifade edebilme	12	5	8

Tablo 22 incelendiğinde öğrencilerin modellerini karşılaştırma temalarının frekanslarını içeren yeterli, yetersiz ve kısmen kodlarına yer verildiği görülmektedir.

"*Modelleme sürecinde süreyi etkili bir şekilde kullanabilme"* temasını göre 11 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde süreyi etkili kullanabilirken, 5 öğrencinin modelleme sürecinde süreyi etkili kullanabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde alan bilgisini kullanabilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde alan bilgisini kullanabilirken, 8 öğrencinin modelleme sürecinde alan bilgisini kullanabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde gerekli olan malzemeleri temin edebilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde gerekli malzemeleri temin edebilirken, 5 öğrencinin modelleme sürecinde gerekli olan malzemeleri temin edebilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri sorunsuz yapabilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 5 öğrenci kısmen şekilde kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri sorunsuz yapabilirken, 8 öğrencinin kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri yapabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde özgüvene sahip olma"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde özgüvene sahipken, 7 öğrencinin modelleme sürecinde gereken özgüvene sahip olmada yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecini iyi organize edebilme"* temasına göre 11 öğrenci yeterli ve 5 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecini organize edebilirken, 9 öğrencinin modelleme sürecini organize edebilmede yetersiz kaldığı grafikte belirtilmektedir.

"Modelleme sürecinde yaşadığı sorunu sözel olarak ifade edebilme" temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde yaşadıkları sorunları sözel olarak ifade edebilirken, 5 öğrencinin ifade etmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik mantıksal fikirler sunma"* temasına göre 11 öğrenci yeterli ve 10 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde yaşadıkları sorunun çözümüne yönelik mantıksal fikirler sunabilirken, 4 öğrencinin mantıksal fikir sunabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunma"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde yaşadıkları sorunun çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunabilirken, 7 öğrencinin çözüme yönelik yaratıcı fikirler sunmada yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yenilikçi fikirler sunma"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde yaşadığı soruna yönelik yenilikçi fikirler sunabilirken, 8 öğrencinin soruna yönelik yenilikçi sunabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşanılan sorunlara empatik yaklaşabilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde sorunlara empatik yaklaşabilirken, 6 öğrencinin sorunlara empatik yaklaşabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı soruna yönelik çözümü sözel olarak ifade edebilme"* temasına göre 12 öğrenci

yeterli ve 5 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde yaşadığı sorunlara yönelik çözümü sözel olarak ifade edebilirken, 8 öğrencinin sorunların çözümünü sözel olarak ifade edebilmede yetersiz kaldığı grafikte verilen bilgiler arasındadır.



	4(1)	4(2)	4(3)	4(4)	4(5)	4(6)	4(7)	4(8)	4(9)	4(10)	4(11)	4(12)
Yetersiz	20	32	20	32	28	36	20	16	28	32	24	32
Kısmen	36	28	32	20	32	20	32	40	36	28	36	20
Yeterli	44	40	48	48	40	44	48	44	36	40	40	48

Grafik 14. Öğrencilerin modeli karşılaştırmasına ait frekans yüzdeleri

Grafik 14'te yer alan frekans yüzdelerinin öğrencilerin modeli karşılaştırma sürecinde yapılandırılmış gözlem formundaki temalara göre yeterli, yetersiz ve kısmen koduna göre çözümlendikleri belirtilmektedir. "*Modelleme sürecinde süreyi etkili bir şekilde kullanabilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun frekans yüzdesinin ise yetersiz koduna göre yüksek çıktığı görülmektedir. "*Modelleme sürecinde alan bilgisini kullanabilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla çıktığı, kısmen ve yetersiz kodunun ise frekans değerlerinin birbirine yakın oldukları görülmektedir. "*Modelleme sürecinde gerekli olan malzemeleri temin edebilme"* temasının yeterli kodunun daha yüksek frekans yüzdesine sahip olduğu, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre fazla frekans değerine sahip olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecinde kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri sorunsuz yapabilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek çıktığı, yetersiz kodunun ise kısmen koduna göre fazla frekans değerine sahip olduğu grafikte verilen bilgiler arasındadır.

"Modelleme sürecinde özgüvene sahip olma" temasının yeterli kodunun daha yüksek frekans yüzdesinin olduğu, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre fazla frekans

yüzdesinin olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecini iyi organize edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, yetersiz kodunun ise kısmen koduna göre yüksek frekansa sahip olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunu sözel olarak ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre yüksek olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik mantıksal fikirler sunma"* temasının yeterli kodu ve kısmen kodunun frekans yüzdelerinin birbirine yakın değerde oldukları, yetersiz kodunun ise frekans yüzdesinin hem bu temada hem de tablo verilen tüm temalar arasında düşük olduğu belirtilmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunma"* temasının yeterli kodu ve kısmen kodunun frekans yüzdelik değerlerinin aynı olduğu, yetersiz kodunun ise diğer kodlara göre düşük olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yenilikçi fikirler sunma"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, yetersiz kodunun ise kısmen koduna göre frekansının yüksek olduğu görülmektedir. "*Modelleme sürecinde yaşanılan sorunlara empatik yaklaşabilme"* temasının yeterli kodu ile kısmen kodunun frekans yüzdeliklerinin birbirine yakın oldukları, yetersiz kodunun ise daha düşük frekansa sahip olduğu görülmektedir. Son olarakta "*Modelleme sürecinde yaşadığı soruna yönelik çözümü sözel olarak ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, yetersiz kodunun ise kısmen koduna göre yüksek frekansa sahip olduğu grafikte yer alan bilgiler arasındadır.

4. 3. 5. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Düzenleme Basamağına Ait Bulguları

Öğrencilerin yapılandırılmış gözlem formunda modellerini düzenlemelerine yönelik temalarının yeterli, yetersiz ve kısmen kodlarının frekanslarının çözümlemelerine aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

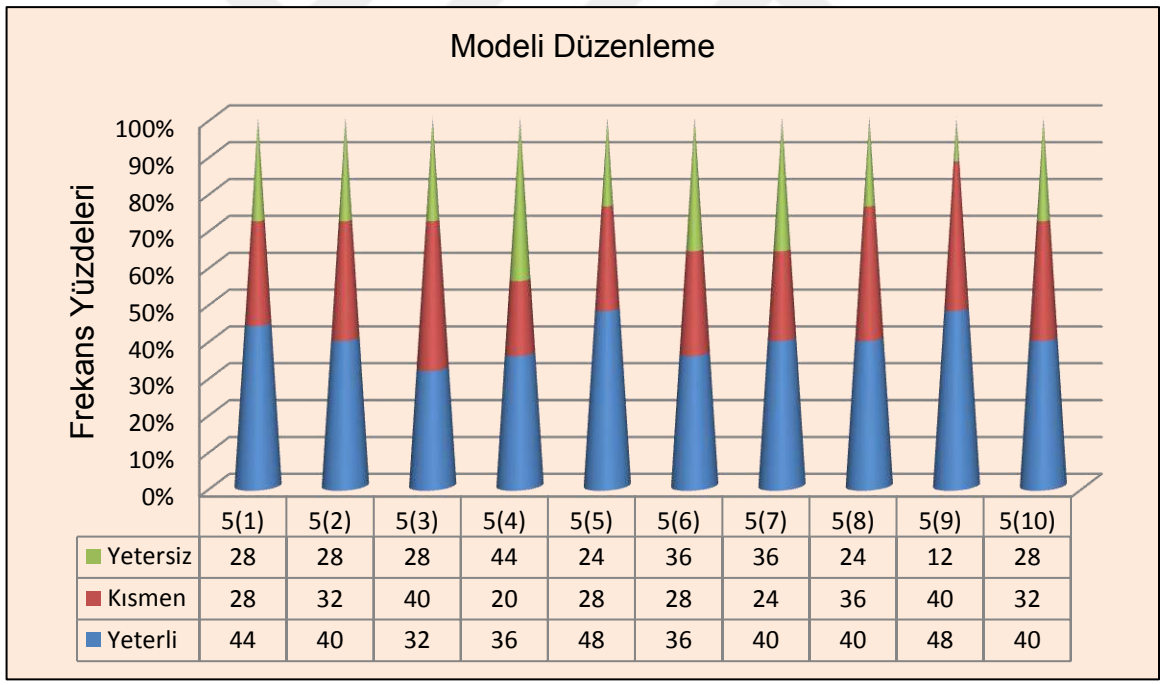
Tablo 23 incelendiğinde öğrencilerin modellerini düzenleme temalarının frekanslarını içeren yeterli, yetersiz ve kısmen kodlarına yer verildiği görülmektedir. "*Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilme"* temasına göre 11 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde zihinsel modeli ile oluşturdukları model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilirken, 7 öğrencinin ise zihinsel modeli ile oluşturdukları model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir.

Tablo 23. Öğrencilerin Modeli Düzenlemesine Ait Bulguları

5. MODELİ DÜZENLEME BASAMAĞI	Yeterli	Kısmen	Yetersiz
	Frekans	Frekans	Frekans
5.1. Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilme	11	7	7
5.2. Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki farklılıkları ortaya koyabilme	10	8	7
5.3. Oluşturduğu modelin fiziksel özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme	8	10	7
5.4. Oluşturduğu modelin içerik özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme	9	5	11
5.5. Oluşturduğu modele eleştirel bir biçimde yaklaşabilme	12	7	6
5.6. Arkadaşlarının oluşturduğu modellere eleştirel bir biçimde yaklaşabilme	14	6	5
5.7. Oluşturduğu model ile arkadaşların oluşturduğu modeli karşılaştırabilme	10	6	9
5.8. Oluşturduğu modelin olumlu ve olumsuz yönlerini ifade edebilme	10	9	6
5.9. Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikler olduğunun farkına varma	12	10	3
5.10. Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikleri ifade edebilme	10	8	7

"Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki farklılıkları ortaya koyabilme" temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki farklılıkları ortaya koyabilirken, 7 öğrencinin ise bu farklılıkları ortaya koyabilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin fiziksel özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme"* temasına göre 8 öğrenci yeterli ve 10 öğrenci kısmen şekilde modelin fiziksel özelliklerinin hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilirken, 7 öğrencinin ise modelin fiziksel özelliklerinin hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin içerik özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme"* temasına göre 9 öğrenci yeterli ve 5 öğrenci yetersiz şekilde modelin içerik özelliklerinin hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilirken, 11 öğrencinin ise modelin içerik özelliklerinin hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilmede yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Oluşturduğu modele eleştirel bir biçimde yaklaşabilme"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci kısmen şekilde oluşturduğu modele eleştirel bir biçimde yaklaşabilirken, 6 öğrencinin ise oluşturdukları modele eleştirisel biçimde yaklaşmada yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Arkadaşlarının oluşturduğu modellere eleştirel bir biçimde yaklaşabilme"* temasına göre 14 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde arkadaşlarının oluşturduğu modellere eleştirel bir biçimde yaklaşabilirken, 5 öğrencinin ise eleştirel bir biçimde yaklaşmada yetersiz kaldığı

görülmektedir. "*Oluşturduğu model ile arkadaşların oluşturduğu modeli karşılaştırabilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 6 öğrenci kısmen şekilde oluşturduğu model ile arkadaşlarının modelini karşılaştırabilirken, 9 öğrencinin ise modelleri karşılaştırmada yetersiz kaldığı görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin olumlu ve olumsuz yönlerini ifade edebilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 9 öğrenci kısmen şekilde oluşturduğu modelin olumlu ve olumsuz yönlerini ifade edebilirken, 6 öğrencinin ise bu yönleri ifade edebilmede yetersiz kaldıkları görülmektedir. "*Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikler olduğunun farkına varma"* temasına göre 12 öğrenci yeterli ve 10 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikler olduğunun farkına varabilmişken, 3 öğrencinin ise gereken özelliklerin farkına varmada yetersiz kaldıkları belirtilmektedir. Son olarak ise "*Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikleri ifade edebilme"* temasına göre 10 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen şekilde modelleme sürecinde gereken özellikleri ifade edebilirken, 7 öğrencinin ise gereken özellikleri ifade edebilmede yetersiz kaldıkları grafikte verilen bilgiler arasındadır.



	5(1)	5(2)	5(3)	5(4)	5(5)	5(6)	5(7)	5(8)	5(9)	5(10)
Yetersiz	28	28	28	44	24	36	36	24	12	28
Kısmen	28	32	40	20	28	28	24	36	40	32
Yeterli	44	40	32	36	48	36	40	40	48	40

Grafik 15. Öğrencilerin modeli düzenlemesine ait frekans yüzdesi

Grafik 15 incelendiğinde öğrencilerin modeli düzenleme verilerinin temalarının frekans yüzdelerinin kodlara göre çözümlendiği görülmektedir.

"Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilme" temasının kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans yüzdelerinin birbirine eşit olduğu, yeterli kodunun ise frekans yüzdesinin daha fazla olduğu görülmektedir. "*Zihinsel model*

ile oluşturduğu model arasındaki farklılıkları ortaya koyabilme" temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek olduğu, kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin fiziksel özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme"* temasının kısmen kodunun daha fazla frekans yüzdesine sahip olduğu, yeterli ve yetersiz kodunun ise birbirine yakın değer aldıkları görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin içerik özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme"* temasının yetersiz kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, yeterli kodunun ise kısmen koduna göre yüksek frekansa sahip olduğu görülmektedir. "*Oluşturduğu modele eleştirel bir biçimde yaklaşabilme"* kodunun yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodu ve yetersiz kodunun frekans yüzdelerinin birbirine daha yakın oldukları görülmektedir.

"Arkadaşlarının oluşturduğu modellere eleştirel bir biçimde yaklaşabilme" temasının yetersiz kodu ve yeterli kodunun frekans yüzdesinin birbirine eşit değer aldıkları, kısmen kodunun ise daha az frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. "*Oluşturduğu model ile arkadaşların oluşturduğu modeli karşılaştırabilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun ise yetersiz koduna göre frekans değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. "*Oluşturduğu modelin olumlu ve olumsuz yönlerini ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun frekansının ise yeterli koduna göre yüksek olduğu görülmektedir*. "Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikler olduğunun farkına varma"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha yüksek olduğu, kısmen kodunun frekansının ise yetersiz koduna yüksek olduğu görülürken; yetersiz kodunun diğer kodlardan da düşük olduğu grafikte yer alan bilgiler arasındadır. "*Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikleri ifade edebilme"* temasının yeterli kodunun frekans yüzdesinin daha fazla olduğu, kısmen kodunun frekansının ise yetersiz koduna göre yüksek olduğu grafikte verilen bilgiler arasındadır.

5. TARTIŞMA

" *Fen'i anlamak için fen de modelleri anlamak gereklidir."*
(Yarker Borwn, 2013)

Bu araştırmanın amacında yer alan ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül konusuna dair uygulama öncesi hayal ettikleri zihinsel modelleri, uygulama sürecinde tercih ettikleri zihinsel modellerinin malzemeleri, uygulama sürecindeki tavır ve tutumları, uygulama sonunda nasıl bir model elde ettikleri ve kurguladıkları model ile oluşturdukları model arasındaki farka nasıl açıklık getirdikleri, araştırmacı için merak konusu olmuştur. Bu bağlamda araştırmanın alt problem bulguları olan klinik mülakattan elde edilen bulgular, yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen bulgular ve üretilen modellerden elde edilen bulgular için yürütülen süreçler bu bilgiler doğrultusunda literatürde yer alan ilgili araştırmalarla karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır.

5. 1. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar

5. 1. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturma Sürecine Başlamadan Önce Zihinlerinde Kurguladıkları Modele İlişkin Tartışmalar

Bu bölümde problem durumu kapsamında yer alan atom kavramının yapısına dair öğrencilerin zihinlerinde kurguladıkları atom modelleri ve kurguladıkları model ile ilgili düşüncelerini dile getirirken yaşadıkları zorluklardan elde edilen bulgular tartışılmıştır. Bölüm ile ilgili yürütülen süreçte öğrencilerden atomun yapısına dair zihinsel modellerini belirlemeleri istendikten sonra her bir öğrencinin düşüncelerini içeren cümleler mülakat sırasında teker teker video kaydına alınmıştır ve daha sonra çözümlenmiştir. Öğrencilerin hayalinde oluşan atom modelini öğrenmenin çok kolay olmadığı, bazı sebeplerden ötürü düşüncelerini dile getirme aşamasında zorlandıklarına tanık olunmuştur.

Uygulamanın ilk aşamasında öğrenciler atomun soyut yapısına dair zihinlerinde kurguladıkları modelleri benzettikleri unsurlara göre belirlemeye çalışmıştır. İlgili tabloda (Tablo 9) örneklem grubunda yer alan öğrencilerin %84'ü zihinlerinde hayal ettikleri modellerini belirli bir cisme benzettiği için ifade edebilirken, geriye kalan %16'lık kısmın hayalinde belirli bir model olmadığı bulgusu elde edilmiştir. Fen bilimleri dersi ve alt alanlarında (fizik, kimya ve biyoloji) yer alan atom gibi kavramların, soyut ve kompleks yapısından dolayı (Yiğit, Akdeniz ve Kurt, 2001) öğrencilerin algılamada zorlandıkları ve

yanılgıya düştüklerine dair benzer çalışmalar literatürde yer almaktadır (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003; Burkaz, 2012; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Küçüközer, 2004). Bu durumun atomun soyut ve anlaşılması zor bir yapısı olduğundan dolayı öğrencilerin kurgulama işleminde bilmedikleri bir kavram hakkında muhakeme gücünün olmadığı dolayısıyla zihinlerinde model oluşmadığı düşünülmektedir. Türker'in (2011) literatürde bu bulguya benzer çalışmasında, hayal etme gücünün fen eğitimi için önemli bir gerekçe olduğu, öğrencilerin bilhassa da kimya öğretiminde sıkça karşılaşılan soyut kavramları, hayallerinde canlandırdıkları ve düşünce gücüyle kurguladıkları zihinsel modelleri yardımıyla algılayabildiğini savunmaktadır.

Uygulama sürecinin başında her bir öğrencinin atom veya atoma ait kavramlar hakkında az ya da çok düşüncelerinin olduğu varsayılmıştır ancak bu düşüncelerin doğru ya da yanlış olduğunun kanıtı zihinsel modellerini ifade ederken ortaya çıkacağı sanılmaktadır. Literatürde bu düşünceye benzer bir araştırma mevcuttur. Coll ve Treagust (2001) çalışmalarında, öğrencilerin özelliklede atom ve atoma ait alt parçacıkları ile ilgili kavramları iyi bir şekilde öğrenebilmeleri için, zihinlerinde dinamik ve net bir atom modeli oluşturmalarını söylemektedir. Aynı zamanda gerek atomun dış özelliklerini, elektronların katmanlardaki hareketini, gerekse atomda meydana gelen etkileşimleri en uygun bir model üzerinde hayal edebilmeden geçtiğini belirtmektedir. Bu bağlamda çalışma kapsamında yer alan atoma ait zihinsel modeller öğrencilerin hayali modellerinin eş anlamlısı denilebilir. Zihinselin modelin öğrencilerin zihinlerinde kurgulanan olgu hakkında neyi ne kadar bildiğine dair ölçüt verdiğini benimseyen çalışmalar literatürde yer almaktadır (Kurnaz, 2011; Kurnaz ve Sağlam-Arslan, 2008).

İlgili tabloda (Tablo 9) frekans yüzdesinin genel dağılımlarına göre, zihinsel modellerini belirleyen öğrencilerin %40'lık kısmının modellerinin geometrik şekilleri anımsattıkları belirlenirken, en yüksek frekanslı kodun ise geometrik şekiller kodu olduğu bulgulardan elde edilmiştir. Atomun yapısına dair zihinsel modellerini betimleyen öğrencilerin küre, yuvarlak, çember, daire ve oval şekillerini tercih ettikleri saptanmıştır. Ancak bu şekillerin yanı sıra atomun yapısını altıgen ve kare şekline benzeten öğrencilerin olması normalin dışında bir tercih olduğu için şaşırtıcı bir durum olmuştur. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda öğrencilerin atomu; içi dolu küreye benzettikleri (Çökelez ve Dumon, 2005; Griffiths ve Preston, 1992; Tezcan ve Salmaz, 2005), top veya küre gibi düşündükleri (Harrison ve Treagust, 1996), çember, küre ve yuvarlak şekli gibi algıladıkları (Griffiths ve Preston, 1992),küresel atom modeli gibi kurguladıkları (Çökelez ve Dumon, 2005), atom ve molekül için genellikle yuvarlak biçimde (Nakhleh, Samarapungavan ve Sağlam, 2005) şeklinde ifade edilmesi elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. Atoma ait modellerin yuvarlak vb. şekilde betimlenmesinin

sebebinin ders ortamında veya görsellerde sık sık bu şekilde telaffuz edilmesinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu bulguya benzer bir çalışmada, bu şekilde oluşan yanılgıların okulda verilen öğretim sırasında taneciklerden bahsederken atomun yuvarlak yapısının olduğu şeklinde vurgulanması, yani okulda verilen öğretimde atom ve molekül kavramı anlatılırken yuvarlak şekillerle ifade edilmesinden kaynaklandığını söylenmektedir (Ergün, 2013). Ayrıca okullarda kullanılan bazı kaynaklarda atomun yapısı ile ilgili açıklamalarda bu tarz ibarelerin geçmesinden dolayı öğrencilerde böyle bir algının oluşabileceği düşünülmektedir. MEB kitabında yer alan matruşka bebekler örneğinde atomun küresel bir yapıda olduğu vurgulanmaktadır ve bu küresel yapıyı somutlaştırmak için ortasından ikiye bölünmüş kuru soğanın örnek olarak sunulması (MEB, 2008f: 148) bu düşünceyi desteklemektedir.

Örneklem grubunda yer alan öğrencilerin %20'lik kısmı zihinsel modelini belirtirken ders anlatım sırasında öğrendikleri bilgileri direkt olarak yansıtmaları gündeme gelmiştir. Bu öğrenciler zihinsel modellerini anlatırken güneş sistemi, katman bulutları, çevresinde dönen halkalar, atomun alt parçacıkları, üzümlü kek ve Rutherford atom modelini örnek gösterirken, hayal kurma yetisinden çok ders kitabında yer alan kavramları veya ders esnasında duyduklarını sunmayı tercih etmişlerdir. Bilim insanlarının yaptıkları çalışmalara bakıldığında *üzümlü kek, güneş sistemi* atom modeli gibi modellerin olması (Matthews, 2007), geçmişten günümüze modellere verilen önemini (Demirhan, 2015) ön plana çıkarmaktadır. Öğrencilerin öğrenim hayatında çok fazla kavramla karşılaştıkça, kavramları öğrenmek için ezberlemeyi tercih ettikleri (Gülçiçek, 2002) bilinmektedir. Yapılan çalışmada öğrencilerin örnekleri analiz edildiğinde öğrencilerin ezber bilgilere yöneldiği görülmüştür. Oysaki kalıplaşmış bir bilginin ezber bir bilgi olmaktan öteye gidemeyeceği, ezber olan bilginin ise kişilerin düşüncelerini içermediği sadece gerektiği zaman, ki hatırlandığı takdirde bireyin işine yarayabileceği çıkarımında bulunabilinir. Literatürde benzer düşünceleri kapsayan çalışmalar yer verilmektedir. Einstein'a (1996) göre bir bireyin doğru bilgileri öğrenmesi o kadar da önemli bir şey değildir aslında, hatta bunun için okula bile gitmesine ihtiyaç yoktur. Birey tüm bilgileri kitaplardan ya da hazır olarak sunulan kaynaklardan da öğrenebilir. Ancak eğitimin bir birey için önemi, kitap ya da kaynaklardan öğrenebileceği bilgileri direkt olarak yüklemek değil, tam aksine tüm bu kaynaklardan öğrenemeyeceği bir egzersiz kabul edilen aklını nasıl kullanacağını öğretmektir. Ancak bu şartlarda bireyin zihinsel aktiviteleri hazır sunulan bilgi olmaktan çıkar, ezberden kurtulur, eleştirel ve üretken bir kimliğin yerini alır (Özalper, 2006). Öğrencilerin duyumsal algıları ile direkt olarak inceleme fırsatı olmayan eylemleri, eylemlerin oluşum aşamalarını algılamasını/yorumlamasını, yardımcı modellerin (Yüzbaşıoğlu, 2015) öğretmenler tarafından öğretim sürecinde etkin olarak kullanılmasının

(Van de Walle, 2007) öğrencilerin kendilerine yabancı olan kavramları dahi öğrenirken kavramın parçalarına özgün analitik/fonksiyonel düşünce geliştireceği, ezber yorumdan kurtulacağı söylenebilir.

Ayrıca öğrencilerin Modern atom teorisinden uzak bir şekilde Rutherford atom modelini benimsemeleri onların atomun tarihsel gelişim sırasında en güncel modelin hangisi olduğunu tam olarak kavramadıklarını göstermektedir. Bu bulgu ile bağlantılı benzer çalışmalarda (Akyol, 2009; Liu ve diğ.,1997; Oruncak, 2005; Yıldız-Taylan, 2006; Yalçın, 2011) öğrencilerin atom modeli ile ilgili görüşlerinde, çizimlerinde ya da açıklamalarında Rutherford atom modelinin yer aldığı görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin zihinlerinde beliren modellerin Modern Atom Teorisinde olduğu gibi değil de tarihsel modeller gibi olmasının, ders kitaplarında yer alan atom ve benzeşim modellerine yer verilmesine rağmen Modern Atom Teorisine yeterince vurgu yapılmamasından kaynaklandığı söylenmektedir (Yalçın, 2011). Öğrencilere eğitim-öğretim sırasında atoma ait modellerin geçmişten günümüze süregelen gelişim aşamalarını kafa karışıklığını gidermek için derinlemesine ve sıralı anlatım tarzının verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Bu düşünceye ait bazı araştırmalar atom modellerinin öğretilmesinde bilimin tarihsel gelişimi ile bağlantı kurmanın etkili bir öğrenme yöntemi olacağını ve kavram yanılgılarını büyük oranda engelleyeceğini belirtmektedir (Garnett, Garnett ve Hackling, 1995; Griffiths, 1994; Herron, 1978; Janiuk, 1993). Sonuç olarak öğretimin gerçekleştiği her yerde düşünceyi ön plana çıkaran ve destek sunan ortamların, öğrencilerin hayal etme kabiliyetlerini kullanarak kavramlar ile ilgili gerçeğe en yakın zihinsel modellerini oluşturmalarına fırsat sunacağı (Akyol, 2009) ve onların hedeflenen kavrama ulaşmalarında yol göstereceğinin arkasında durulmaktadır.

2005 yılından itibaren öğretim programında yer almaya başlayan yapılandırmacı yaklaşımdan önce eğitimcilerin ders anlatım esnasında sık sık kullandıkları klasik anlatım şekli öğrencilerin kendini güvende hissedeceği bir tarzdır. Çünkü; öğrenciler öğretmenin anlattığı konuyu ya da kavramı ders esnasında net bir şekilde dinlemeseler bile not tuttuklarında o dersin içeriğini kaçırmamış olacaklardır. Bu bağlamda; öğrencilerin atom hakkında sundukları kalıplaşmış örnekler, ders esnasında duydukları ya da not aldıklarının bir göstergesidir. Ancak ders esnasında alınan notlar öğrencilerin konuyu tam olarak kavradıklarını göstermediği bir gerçektir. Örneğin; klasik ders anlatımı ile ders işlenen bir sınıfta not tutma yeteneği üst düzeyde olan bir öğrencinin Newton mekaniğinde yer alan temel kavramları iyi bir şekilde algılayamadığı ve yorumlama gücünün düşük olduğu tespit edilmiştir (Yeşilyurt, 2005'den aktaran: Aytekin, 2011: 14). Literatürde yer alan bu örnek bu bulguyu desteklemektedir.

Yukarıda yer alan tüm bu sonuçlara göre; öğrencilerin zihinsel modellerini kurgulamada tercih ettikleri kavramlara bakıldığında önceden tecrübe edindiği bilgileri tercih edenler, tahmini bilgi oluşturanlar ya da bilinenin tam aksini kurgulayanların olması aslında her bir bireyin hayal dünyasında kendine özgü kavramları çağrıştıran zihinsel modellerinin farklı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda denilebilir ki öğrenciler, tahmin ettikleri kadar hayal gücüne sahiptirler ve bu güç modeli kurgulamak ya da oluşturmaktan ibarettir, bu model ise gösterim ya da benzetme (Borges, 1997; Cartier, Rudolp ve Stewart, 2001; Davies, 1997; Elner, 1997; Köklü, 2009) özelliği ile zihinsel modelleri ortaya çıkarmaktadır. Aslında ulaşılmak istenen kavram ya da konu aynıdır fakat farklı bakış açıları istenen temsili zihinsel modelin bazen dışında yer almaktadır. Kurgulanan zihinsel modelin doğru ya da yanlış olması önemli değildir; burada önemli olan kişinin zihnindeki bilgiyi kendine has üslubuyla özelleştirmesidir (Redish, 1994). Bu bulguyu destekleyen bir çalışmada yetersiz zihinsel modelin olabileceği de söylenmektedir (Kozma, Russell, Jones, Marx ve Davis, 1996).

Bu kısımda ise öğrencilerin zihinsel modellerini ifade ederken yaşadıkları zorluklar belirlenmiştir. Araştırmacı uygulama esnasında öğrencilerde var olan bazı eksik noktaların zihinsel modellerini ifade ederken engel teşkil ettiğini tespit etmiştir. Özelliklede sözel yollarla kendini ifade edemeyen öğrenciler ilgili tabloda (Tablo 10) % 24'lük kısmı oluştururken video kaydı yapılırken zaman zaman mülakata ara verilmesine sebep olmuştur. Öğrencilerde yaşanan bu olumsuzluğun; gündelik hayatta (dergi, kitap, gazete, televizyon vs.) karşılaştıkları ortamlarda atom ve molekülün görselliğine/gerçekliğine ait kanıtlanacak somut bir olgunun pek fazla bulunmamasından dolayı olduğu söylenebilir. Literatürdeki araştırmalarda benzer bulguları içeren çalışmalar yer almaktadır (Kurnaz ve Değirmenci, 2012; Yüzbaşıoğlu, 2015).

Araştırmacı, uzman öğreticinin problem durumu kapsamında yer alan atom konusunu sınıf ortamında anlatıp bitirdikten sonra uygulamaya başlamasına rağmen, ilgi tabloda (Tablo 10) yer alan öğrencilerin % 12'sinin alan bilgisi yönünden eksik kaldıkları zihinsel modellerini ifade ederken ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda ifade edilen zihinsel modeller öğrencilerin alan bilgisinin eksik olduğunu ortaya çıkarmada yardımcı olmuştur. Literatürde bu bulguya paralel olan bazı çalışmalar zihinsel modelin konuyu nasıl/ne kadar öğretildiği hakkında ipucu verdiğini göstermektedir (Çiltaş ve Işık, 2012; İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010; Kurnaz ve Değermenci, 2012; Kurnaz ve Sağlam-Arslan, 2008; Kurnaz, 2011; Ünal ve Ergin, 2006; Vosniadou ve Brewer, 1992; Yüzbaşıoğlu, 2015). Aynı zamanda bu öğrenciler atomun yapısını tam olarak ifade edemedikleri için kimi zaman sıkılgan ve kendilerine güveni olmayan hareketler içinde bulunmuşlardır. Bu durumdan sıyrılmak isteyen bazı öğrenciler grup arkadaşlarının yardımıyla eksiklerini kapatmaya

çalışmışlardır. Bu bulguya benzer olarak, Altun (2002) Lev Vygotsky'nin yapmış olduğu araştırmasında çocuğun bilişsel gelişiminde çevrenin önemini vurguladığını belirtirken, grup çalışması yapılan uygulamalarda birbirinden farklı istek ve yeteneklere sahip olan öğrencilerin birbirine bilgi anlamında çok şey verebileceğini, organize edilen bilginin öğrencilerde daha yararlı olacağını vurgulamıştır.

İlgili tabloda (Tablo 10) yer alan öğrencilerin %16'sının zihinsel modellerini açıklarken fikir üretemediklerinden dolayı çoğu zaman sessiz kaldıklarına tanık olunmuştur. Bazı durumlarda öğrencilerin fikirleri olmadığından dolayı değil de bulunduğu ortamda elinde somut bir varlık olmadığından dolayı düşüncelerini ifade edemedikleri bu noktada model onların dile getirmediklerini ortaya çıkaracak bir bütün olacağı düşünülmektedir. Bu bulguya benzer olarak Van de Walle (2012)'nın çalışmasında öğrencilerin soyut fikirleri açıklamada zorlandıkları anda modellerin kendilerini ifade etmede güçlü bir obje olduğunu ve fikir yürütmelerinde iyi bir görsel olacağını ifade etmektedir. Atom kavramının gözle görülemeyeceği gerçeği bir tarafa olsun, teknolojik aletlerle dahi görülemediğinden dolayı, modeller ile anlatılan soyut bir kavram (Yalçın, 2011) olduğu çoğu zaman vurgulanmaktadır. Literatüre bakıldığında öğrencilerin atomla ilgili zihinsel modellerini oluşturma aşamasında zorluk yaşadıkları ve bu sonuca bağlı olarak çeşitli kavram yanılgılarına barındırdıklarına yer verilmektedir (Bektaş, 2003; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakiboğlu ve diğ., 2002; Tezcan ve Salmaz, 2005).

Bu aşamada en çok zorlanılan kısmın %28 frekans yüzdesi çoğunluğu ile içerik eksikliğinden dolayı kaynaklandığı görülmüştür. Öğrencilerin çoğu zihinsel modelini kurgulama aşamasında atomun tanımını yapabilmişken, atoma ait kısımlarda eksik ya da hatalı betimlemeler yaptıkları tespit edilmiştir. Sözel ifadeler ile yürütülen ders akışının atomun soyut yapısını algılatmada yetersiz kaldığı düşünülmüştür. Araştırmacı özellikle de fen bilimleri dersi gibi içeriğinde uygulamaya yönelik konuları ve kavramları barındıran derslerin yardımcı materyal olmadan anlaşılacağının mümkün olmadığını gözlemlemiştir. Bu düşüncenin aksini savunan Koylahisar (2012) öğrencilerin soyut yapıda olan bir konu ya da kavramı anlaması için öğretim ortamına temsili olarak somut materyallerin sunulması gerektiğini, ancak son zamanlarda eğitim programının güncellenerek materyal kullanımının önemini vurgulamasına rağmen soyut olanı somutlaştırma adı altında yapılan modellerin öğrencilerde kavram karmaşası yarattığını söylemektedir. Bu bağlamda materyal kullanımı adı altında yapılacak olan her uygulama ya da etkinliğin merkezi olan öğrencilerin, bizzat kendilerinin yaparak-yaşayarak deneyim kazanmaları, hem güncel öğretim programı olan yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir tavır, hem de öğrencinin kendisini geliştirmesi ve bilgiyi çözümleyerek zihnine yerleştirmesi için uygun bir tutum

olacağına inanılmaktadır. Literatürde bu düşüncenin aksine düşünce geliştiren Sikošek ve Žuželj (2013) çalışmalarında, eğitimciler parçaları takılıp-çıkabilen hazır modelleri öğrencilere sunabilirler hatta bu işlemleri öğrencilere yaptırabilirler, bu en yaygın kullanılan bir tekniktir şeklinde ifade etmektedir. Ancak aynı düşünceye zıt bir yorum yapan Devetak ve diğerleri (2010) öğrencilerin konuyu ya da kavramı daha iyi algılayabilmesi için onlara modelleri bizzat kendilerinin oluşturmasına yardımcı olacak ortam sağlanmalıdır şeklinde çözüm geliştirirken, öğrenciyi merkeze almış ve yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir tutum sergilemiş olduklarının bir gerekçesi olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma; yapılan araştırma da öğrencilerin kendilerinin oluşturacağı modellerin olması benimsendiğinden dolayı benzer bulgu taşır niteliktedir.

Tüm bu yaşanan zorlukların dışında ilgili tabloda (Tablo 10) klinik mülakat esnasında kendilerini iyi bir şekilde ifade etmekle kalmayıp, kurguladıkları modelleri anlatırken zorluk yaşamayan öğrencilerin frekansının % 16 olduğu ve bu öğrencilerin yapılan etkinlikten hoşnut kaldıklarından dolayı kendilerini ifade etmede zorluk yaşamadıkları tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmasında, bu bulguyu destekleyen Norman (1983:3), zihinsel modellerin kişinin bulunduğu duygusal ve felsefik durumları ile beraber bireylere, kişinin moral, motivasyonu ve düşünme yapısı ile ilgili derinlemesine bilgi verdiğini söylemektedir. Ayrıca bulgulardan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin yaparak-yaşayarak etkinlik düzenlenen öğretim ortamlarında kendilerini buldukları özellikle de akran gruplarıyla gerçekleşen etkinliklerde eğlenerek konuyu daha iyi anladıkları çıkarımında bulunabilinir. Sarıkaya (2007b), araştırmasında ekonomik ve kolay bulunabilir malzemeler (karton, toplu iğne, oyun hamuru) ile öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi molekül modellerini yapmalarına olanak sağlamıştır. Uygulama sonucunda öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi yaptıkları modellerle öğretimin eğlenceli bir özellik kazandığını; ayrıca öğretilen dersin sıkıcı bir ders olmaktan çıktığını söylemiştir. Elde edilen sonuç ile araştırmacının bulguları birbirine paralellik göstermektedir. Ayrıca Ergün (2013) araştırmasının mülakatında öğrencilerin derslerde yapılan model oluşturma uygulamalarını severek katıldıklarını ve bu tarz işlenen derslerden zevk aldıklarını tespit etmiş olması elde edilen bulguyu destekler niteliktedir.

Bu bölümde öğrencilerin zihinsel modelleri hakkında bilgi edinme ve zihinsel modellerini ifade ederken yaşadıkları zorluklar literatürde yer alan ilgili çalışmalarla tartışılarak desteklenmiştir. Hanke'ye (2008) göre bilgi edinme süreci aynı zamanda zihinsel model yapılandırma sürecidir ve bu belirtilen süreç dört aşamadan oluşmaktadır:

1. Zihinsel model yapılandırma süreci ilk olarak zihinsel dengesizliğe sebep olan yeni bir bilgi/olgu ile başlangıç yapar.

2. Karşılaşılan yeni durumu anlaşılır hale getirmek için mevcut bilgileri öne sürmek gerekir.
3. Daha fazla bilgi kazanabilmek için araştırmaya ihtiyaç vardır.
4. Mevcut bilgi ile yeni durum bir zihinsel modelde bir araya getirilerek oluşturulan bu zihinsel model kazanılan yeni bilgi inandırıcı oluncaya kadar detaylandırılır.

Bu dört aşamayla birlikte bireyler zihinsel model yapılandırma sürecini bitirerek bilginin/olgunun anlam kazanmasını, mevcut olan bilginin genişletilmesini veya yeniden yapılandırılmasını sağlamış olacakları (Kurnaz, 2011) vurgulanabilir. Depo edilemeyen (Johnson-Laird, 1983) zihinsel modellerin her gereksinim duyulduğunda tekrardan yapılandırılmaması için kişi o bilgiyi/olguyu birkaç defa deneyimlemeli ve zihinsel modelini bir şema olarak benimsemelidir (Hanke, 2008).

5. 1. 2. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Oluşturmaya Başladıkları Süreçte İzledikleri Yola İlişkin Tartışmalar

Bu bölümde öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturmaya başladıklarında hangi kaynaklardan yardım aldıkları aynı zamanda kurguladıkları zihinsel modellerine uygun malzemeleri seçerken, malzemenin hangi yönünü ön plana çıkardıkları tartışılmıştır. Öğrencilerin modelleri için tercih etmiş oldukları yardımcı kaynaklarda fazla dalgalanmaların olmadığı neredeyse her öğrencinin aklına gelebilecek kaynak tercihi yaptıkları tespit edilmiştir. Bulgulara göre bazı öğrenciler kaynağı kendi fikirlerinde ararken, bazı öğrencilerin ise kaynak tercihini sosyal ağlar, kaynak kitaplar, MEB kitabı, ders süreci, grup arkadaşları ve bilim insanlarının yapmış oldukları atom modellerinden yana kullandıkları görülmüştür. Yardımcı kaynaklar öğrenci gruplarının verdikleri cevaplara göre birincil ve ikincil araştırma kategorilerine göre literatür destekli tartışılmıştır.

Örneklem grubunda yer alan öğrenciler zihinsel modellerini kurgulama aşamasında kimi zaman yardım alma gereği duyduğunda çeşitli araştırma kaynaklarına yönelmiştir. Bazı öğrenciler yeterli bilgiyi oluşturabilmek için birden fazla yardımcı kaynağı tercih ettiği gözlenmiştir. İlgili tabloya göz atıldığında (Tablo 11) %25 frekans değerine sahip olan kısmın birincil araştırma kaynağı olduğu, içeriğinde ise zihinde kurgulama ve hayal gücü şeklinde kodlamaların bulgularına yer verildiği görülmüştür. Literatür incelediğinde zihinsel model oluşturabilmede hayal gücünün (Akyol, 2009; Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007; Coll ve Treagust, 2001; Çakır, 2011; Emli, 2014; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Harrison ve Treagust 2000; Johnson-Laird,1983; Karacan, 2014; Köklü, 2009; LeBoutillier ve Marks, 2003; Nakiboğlu ve diğ, 2002; Ulutaş, 2010; Yüce, 2013) mutlak suretle kullanıldığı araştırmalar tespit edilmiştir ve benzer bulgulara rastlanmıştır. Öğrencilere ait bulgular irdelendiğinde öğrencilerin soyut olan kavramları algılayabilmek için zihinlerinde

belirli bir model oluşturmaları ve bunu hayal gücü ile kurgulamanın çoğu zaman doğru bir yol olacağı düşünülmektedir. Coll ve Treagust (2001) çalışmasında hayal edebilmenin fen öğrenimi için gerekli bir unsur olduğunu vurgulamıştır. Bunun sebebi olarak ise öğrencilerin kimyadaki birçok soyut kavramı, düşünerek ve canlandırarak oluşturdukları zihinsel modellerini kullanarak algılamaya çalıştıkları şeklinde açıklamıştır (Akyol, 2009) ve bulguyu destekler nitelik taşımaktadır.

İkincil araştırma kaynağında yer alan %75'lik frekans değerinden anlaşıldığı üzere öğrencilerin çoğunun zihinsel modellerini oluştururken kendileri dışında fikir, bilgi, örnekler vb. unsurlardan yararlandığı görülmüştür. Bu bağlamda ikincil araştırma kaynaklarını tercih eden öğrencilerin en temel ve net bilgiyi öğrenebilmek için kendi bilgileri yanı sıra kapsamlı bilginin olması gerektiğini düşündükleri sanılmaktadır. Hrepic'in (2004) araştırma bulgularından elde edilen verilere göre, öğrencilerin çoğunluğunun çevresinde bulunan çoğu unsur ile bağlantı kurarak kendilerine has zihinsel modellerini oluşturabileceklerini açıklamıştır.

İlgili tabloda (Tablo 11) ikincil araştırma kaynaklarından en fazla tercih edilen grup arkadaşları kodunun frekans değerinin %~28 olduğu bulgusu elde edilmiştir. Literatürde grup çalışması şeklinde yürütülen etkinliklerde öğrencilerin birbiri ile etkileşiminin (Akkaya ve Memnun, 2012; Baldwin, 1897; Blachford ve diğ., 2003; Lesh ve Zawojewski, 2007; Piaget, 1928; 1959; Ubuz ve Haser, 2002; Vygotsky, 1978) olumlu yönlerinden bahsedilmiştir. Ayrıca modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi literatürdeki çalışmalarda yer almaktadır (Antonius, Haines, Jensen ve Niss, 2006; English ve Lesh, 2003; English ve Watters, 2004b, 2005b; Eraslan, 2011b; Kant, 2011; Kertil, 2008; Mousoulides, Pittalis ve Christou, 2006; Zawojewski ve diğ., 2003). Araştırmanın bulgusundan anlaşıldığı gibi öğrencilerin birbirleriyle etkileşimde olduğu, bu durumun sebebinin ise öğrencilerin arkadaşları ile akran grubu olması ve kendilerinde bulamadıkları cevapları yakın gördükleri kişilerin bilgileriyle tamamlayabilecekleri şeklinde yorumlanmıştır. Benzer düşünceyi içeren bir araştırmada, grup çalışması şeklinde yürütülen etkinliklerde üzerinde çalışılan konuda daha deneyimli ve başarılı olan bir diğer grup üyesi konunun anlaşılmayan yönlerini açıklama, arkadaşlarının düşüncelerini anlamaya çalışma ve bu düşüncelere yorum getirerek çözüm üretmeyi görev edinebilirler (Ubuz ve Haser, 2002) şeklinde ifade edilmiş ve bu yönüyle bulguyu desteklemiştir.

Günümüzde en sık kullanılan sosyal ağ olarak kabul edilen internetin hemen her öğrencinin iletişim şekli olduğu bilinmektedir. İlgili tabloda (Tablo 11) yer alan % 20'lik frekansa sahip olan öğrencilerin interneti zihinsel modelini oluştururken kendilerine kaynak seçtikleri görülmüştür. Çoğu bireyde olduğu gibi öğrencilerin de en doğru bilgiyi internette bulacağını zannetmesi aslında tabanında uygulamaya yönelik konuların bulunduğu fen

bilimleri dersinde bu tarz kaynaklardan yararlanmada öğrencilerin doğru yolu bulacaklarının pek mümkün olmadığı düşünülmektedir. Çünkü; internetten alınan hazır bilgi ya da görsel başkalarının fikirlerinin doğruluğunu ya da yanlışını eleştirmeksizin kabullenmekten ibaret olduğuna inanılmaktadır. Oysaki; zihinsel model bireylerin kendi dünya görüşü ile sınırlıdır (Franco ve Colinvaux, 2000; Örnek, 2008) birey, tıpkı bir ayna gibi bilgilerini doğru ya da yanlış olması fark etmeksizin olduğu gibi aktarabilir. Bu bağlamda Novick ve Nussbaum (1978) öğrencilerin güncel hayatta karşılaştıkları her şeyi doğal haliyle algıladıkları ve zihinlerinde o haliyle yorumladıklarından bahsederken; Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya (2002) öğretmen adayları ile yürüttükleri araştırmada adayların bazılarının atomun yapısı ile ilgili ders kitabında, internet ve televizyonda rastladıkları yanlış görsel ya da resimlerle ilişkili olarak zihinsel modeller oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu sonuç araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermektedir.

İlgili tabloda (Tablo 11) ders anlatım sürecini, MEB kitabını ya da çeşitli kaynak kitapları kendilerine yol haritası olarak belirleyen %15 frekans değerine sahip öğrencilerin bulgularına göre; bu kaynakların kendilerini en güvende hissedeceği kaynaklar olacağı tahmin edilmiştir. Bunun sebebi ise bazı durumlarda öğrencilerin konuyu tek bir ağızdan duyduğunda ya da belirli bir kaynaktan okuduğunda yeterli bilgiye sahip olacaklarını kriter gördükleri sanılmaktadır. Günümüz dünyasında bilgiye ulaşma yolları açısından bakıldığında kaynakların yeterince bulunmasına karşın bu kaynakların doğruluğu ve geçerliliği hakkında bilgi sahibi olmanın oldukça güç (Sözcü, 2015) olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda bahsi geçen kaynaklarda yer alan atom modellerinin öğrencileri doğru amaca ne kadar taşıdığı yani atomu ne kadar yansıttığını bilmek ve en uygun kaynağı öğrenciye ulaştırmak bu anlamda önem kazanmaktadır. Aksi takdirde öğrenci gözüyle en güvenilir kaynak olarak görülen bu kaynakların öğrenciyi yanlış bilgi edindirmesi ileriki süreçlerde kavram karmaşası yaşatacağı ve bir üst öğrenim seviyesinde doğru bilgiye ulaşmalarında ket vuracağının sinyalini vereceği düşünülmektedir. İlköğretimden üniversiteye kadar olan dönemde öğrencilerin önemli bir kısmının kavram yanılgılarının kimyanın temel konusu olan maddenin tanecikli yapısından kaynaklandığı (Griffths ve Preston, 1992; Haidar, 1988; Lee ve diğ., 1993; Novick ve Nussbaum, 1978; Pideci, 2002; Stavy, 1990; Tezcan ve Salmaz, 2005; Yezierski, 2003) söylenmektedir (Ergün, 2013). Genel itibariyle kavram yanılgılarının ise çevre, kaynak kitap, öğretmen, tercih edilen öğretim yöntemi gibi sebeplerden oluştuğunu (Griffits ve Preston, 1992; Haidar ve Abraham, 1991; Nakhleh, 1992; Novick ve Nussbaum, 1978, 1981; Stavy, 1988) vurgulayan literatür çalışmaları elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Bu bölümde en çok merak edilen kısım öğrencilerin bilim insanlarının atom modellerinden ne kadar etkilendiği bulgusu olmuştur. Atomun bilimde tarihsel gelişim sürecinde modellerinin ortaokul 7. sınıf ve ortaöğretim 10. sınıf öğretim programı içeriğinde öğretildiği (Akyol, 2009) bilinmektedir. Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan öğrencilerin öğrenim seviyesi 7. sınıf olduğundan ve de ilk defa atom modelleri ile karşılaştıklarından dolayı bu kavramların net bir şekilde öğrenciyi aktarılması önem arz etmektedir. Atom konusunun fen bilimleri dersinde birçoğu konunun öğrenilmesi için bir alt yapı olduğu düşünüldüğünde, bu kavramın doğru bir şekilde öğrenilmesi sonraki öğrenmeleri kolaylaştıracağı düşünülmektedir. İlgili tabloya göz atıldığında (Tablo 11) %~13 frekans değerine sahip olan öğrenciler keşfedilmiş bilginin izini sürerek zihinsel modellerini bilim insanlarının modelleme tarzına göre oluşturmak istedikleri görülmüştür. Yardımcı kaynak ne olursa olsun algılarımız, beynimizde süzülüp şekillenen bir üretim süreciyle anlam kazandığı (Osborne ve Wittrock, 1983) kaçınılmaz bir gerçektir. Bu bağlamda öğrencilerin Modern Atom Teorisini benimsemesi ve kaynak göstermesi beklenirken, Rutherford ve Bohr atom modelini kendilerine kaynak olarak göstermesi modern atom teorisini yerine diğer modelleri benimsediklerini göstermektedir. Neredeyse her öğrenci kendi hayat deneyimlerine göre özel ve bir bilimsel model tarzı oluştururlar ancak bu inanışlar her durumda doğru olarak kabul edilmez fakat onların fikirlerine alternatif olarak yol gösterebilir (Treagust ve diğ., 2002) gerçeği bulgular ile benzerlik göstermektedir. Literatürde bu bulguya benzer çalışma yapan Adbo ve Taber (2009) maddenin parçacık yapısı ile ilgili zihinsel modellerini inceledikleri araştırmada öğrencilerin Bohr atom modellerini temel aldığını belirtilirken, bu modelin öğrencilere orantısız büyüklükte ve hareketsiz bir çekirdeğin varlığını anımsattığını, gezegen modelinin üzerinde durduğunu ve öğrencileri yanlış algılamalara götürdüğünü söylemişlerdir. Akyol (2009) çalışmasında öğrencilerin Rutherford atom modelinin etkisi altında kaldığı tespit ederken, hedef kavramın üstü kapalı şekilde öğretilmesinden dolayı kaynaklandığını (Perkins, 1999, 2006) belirtmiştir. Literatürde yer alan bu çalışmalar elde edilen bulgular ile örtüşmektedir.

Bu bölümde yer alan bir diğer kısım ise öğrencilerin oluşturacakları zihinsel modellerinin malzemelerini seçerken malzemenin hangi yönü öğrencileri cezbediyor sorusu olmuştur. Seçilen malzemelerin modeli oluştururken ne kadar işe yaradığı, kurgulanan zihinsel modelle malzemelerin uyumu fiziksel ve içerik kategorisinde yer alan ilgili kodlamalara göre tartışılmıştır.

Fiziksel kategoriyi tercih eden öğrencilerin ilgili tabloda (Tablo 12) frekans yüzdesi % 54'lük bir değer alırken klinik mülakat esnasında öğrencilerin modelin düzgün, renkli, sabit, ilgi çekici, güzel, basit, benzerlik, farklı, belirgin, boyut ve gösterişli kodlarını içeren

yanıtları barındırması malzemelerin dış kısmının görsellik anlamında ön planda tutulduğunu göstermektedir. Kodlamalarda yer alan renk unsurunun öğrencilerin atomu ve parçalarını renkli algılamalarından kaynaklandığı hatta okul kitabı vs. kaynaklarda atoma ait görsellerde farklı renklerin kullanılmasının öğrencilerde bu şekilde algı yarattığı düşünülmektedir. Bu bulguya benzer çalışmalarda (Albanese ve Vicentini, 1997; Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Harrison ve Treagust, 2000b; Liu, Lai ve Chiu, 1997; Yalçın, 2011; Yeğnidemir, 2000) öğrencilerin atomu renkli olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Ders kitaplarında yer alan madde ya da elemente ait atom parçalarının farklı renkte görselleştirmesi (MEB, 2008a; 2008b, 2015), öğrencileri *farklı maddelerin atomlarının rengi de farklıdır* düşüncesine itebilecek özellikte (Yalçın, 2011) olması bu bulgular ile paralellik göstermektedir.

İlgili tabloda (Tablo 12) içerik kategorisine ait malzeme seçimi yapan %2 frekansına sahip öğrencilerin bulguları irdelendiğinde, zihinsel model oluşturma sürecinde malzemenin fizikselliğinden öte içyapısının uyumlu olmasıyla ilgilendiği görülmektedir. Ancak bu bulgunun frekans yüzdesine bakıldığında öğrencilerin atoma ait alt parçalarının zihindeki işleyişinin göz ardı edilmeden oluşturulması ve parçaların birbirine uygulanabilirliğini çok fazla önemsemedikleri düşünülmektedir. Bireyler yeni bir şeyler öğrenirken, işlerini yürütürken, herhangi bir konu hakkında açıklama yaparken mutlaka kendi bünyesinde barınan fikirleri kullanma gereği duydukları ve maddenin bütünsel yapısını kendi gözleri gördükleri için, maddenin fiziksel ve kimyasal yapısını bu bütünsellik ile bağlantı kurmak ve açıklık getirme arzusundadırlar. Oysaki bu bütünün içerisinde maddenin parçacıklı yapıda olduğu gerçeği, beş duyu organımızla algıladığımız hisler kadar gerçektir (Atasoy, 2000) ve bu göz ardı edilmemelidir. Atomun şeklini, elektronların hareketini, atomdaki etkileşimleri geçerli bir model üzerinde hayal etmenin (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007) uyumunun malzeme seçimine yansıması beklentiyi bu yönde karşılamamıştır. Bu durumun sebebinin öğrencilerin atom ile ilgili parça-bütün ilişkisini derinlemesine düşünmediklerinden dolayı oluştuğu söylenebilir. Bak ve Ayas'ın (2008) bu bulguyu destekleyen bir araştırmasında öğrencilerin kavram haritalarında atom ile ilgili kavramlara oldukça az değindiklerini, bunun sebebinin ise öğrencilerin atomla ilgili yüzeysel algılamaya sahip oldukları belirtilmiştir.

Malzemelerin anlaşılır yönünün tercih edildiği frekans değerinde (%8) bulunan öğrenciler zihinlerinde geliştirilen bir düşünceyi karşısındaki kişilere hitap edecek şekilde sunmak istemişlerdir. Burada dikkat edilecek nokta klinik mülakat esnasında öğrencilerin sık sık kullandıkları "*insanlar daha iyi anlasın diye böyle yaptık*" bulgusu zihinsel modelin bir konu ya da kavramı karşı tarafa anlatırken açıklayıcı bir görev üstlendiğini belirtmelerinden dolayı, malzemenin bu yönünü tercih ettikleri düşünülmektedir. Zihinsel

modelin belirli bir konu ya da kavram hakkında kişilere açıklama fırsatı verdiğini (Buckley ve Boulter, 2000; Coll ve Treagust, 2003; Coll, France ve Taylor, 2005; Çakır, 2011; Greca ve Moreira, 2000; Örnek, 2008) söyleyen çalışmalar literatürde yer almakta ve bu bulguyu desteklemektedir. Zhang, Liu ve Krajcik'a (2006) göre fen bilimleri öğrenimi ve öğretimi için oluşturulacak modellerin, öğrencilere açıklamaları genelleme şansı sunduğu bilgisi bu bulguyu destekler niteliktedir. Grup çalışması şeklinde modelleme etkinliklerinin yapıldığı ortamlarda öğrencilerin grup arkadaşlarına eleştirel sorular yöneltme, düşündüklerini açıklama, kendilerini zıt düşüncelere karşı savunarak ispatlama ve diğer grup üyelerini ikna edici tavırlarını (Zawojewski ve diğ., 2003) gösteren araştırmalar literatürde mevcuttur.

Soyut kavramı somutlaştırmak için malzemelerin rehberlik ettiğini savunan %6'lık frekansa sahip öğrencilerin malzemeleri tercih etme sebeplerinin; oluşturdukları modelde anlatmak istediklerini malzemenin canlandırılabilirlik özelliği ile örtüştüğünü ifade etmektedir. Model oluşturma sürecinde yapılan işlemlerin soyut kavramların öğrencilerin zihninde daha somut bir şekilde canlandırılmasında etkili olduğundan bahseden çalışmalar literatürde yer almaktadır (Gilbert, 1995; Gobert ve Buckley, 2000; Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Sarıkaya, Selvi ve Doğan-Bora, 2004) ve bu bulgu ile benzerlik göstermektedir.

İçerik kategorisine ait kodlamaların en yüksek frekans oranına sahip olan kolay kodu ilgili tabloda (Tablo 12) yer aldığı gözlenirken, öğrencilerin malzemelerin kolay yönünü ön plana çıkarma isteklerinin üç boyutlu model çalışmalarında daha önceden deneyim yaşamadıkları bir süreç içinde kendilerini sorunsuz bir şekilde süreci tamamlayabilmede destekleyeceği düşüncesine kapıldıkları tahmin edilmektedir. Eğitim-öğretimde öğrencilerin eksik öğrenmelerini önleyebilmek için özellikle basitten karmaşığa, bilinenden bilinmeyene olabildiğincede somuta çevrilmiş kavramların sunulması gereğinin üç boyutlu modellerin önemini bir kez daha ön plana çıkardığını vurgulayan çalışmaların sayısının gün geçtikçe arttığı (Gündüz, 2011) söylenmektedir. Ayrıca öğrencilere üç boyutlu model oluşturmaya yöneltecek öğretim ortamlarının oluşturulmasının (Akıllı, 2011; Burkaz, 2012; Demirhan, 2015) önerildiği çalışmalar literatürde yer almaktadır.

İlgili tabloda (Tablo 12) zihinsel modelini oluştururken güncel hayatta atomu çağrıştıran malzemeleri tercih eden %2 frekans değerine sahip öğrencilerin bulgularına rastlanılmıştır. Model oluşturma sürecinde atomu gerçek hayat ile ilişkilendiren öğrencilerin olması, oluşturulan üç boyutlu modelin öğrencilerin yaratıcılıklarını ön plana çıkardıklarını göstermiştir. Atom ile ilgili güncel hayatta gördüklerini betimleyerek model oluşturan öğrencilerin (Çökelez ve Yalçın, 2012; Kurnaz ve Emen, 2013, 2014; Yıldız, 2006) yer aldığı çalışmalar literatürde mevcuttur. Atom, çoğu zaman doğal hayat ile

ilişkilendirilmeye çalışılmakta ve öğrencilere atom kavramının öğretilmesi için üç boyutlu şekil ya da (Seçken ve diğ., 1999) modellerden faydalanılmaktadır. Öğrencilerin gündelik hayatta gereksinimlerine cevap verecek biçimde ve düşüncelerini iyi bir şekilde ifade etmeleri, geliştirmeleri, düzenlemeleri için fırsat sunan etkinliklere öğrenim ortamlarında yer verilmesinin gerektiği (Doerr, 2006) söylenmektedir. Ergün (2013) çalışmasında modele dayalı uygulamalarda öğrencilerin günlük hayatta sık sık karşılaştıkları kömür, naftalin, renkli boncuklar vb. maddeleri kullanmalarının onların ilgisini çekmesini sağladığını ve öğrencilerin model oluşturma sürecinde bilhassa kendilerinin yaparak-yaşayarak etkin olmalarının öğretimi verimli ve etkili hale getirdiği söylemiştir. Elde edilen bu bulgu çalışmadaki bulguya benzer ve destekler niteliktedir.

Kendi grubu haricinde diğer grupların seçtikleri malzemelerden sıyrılarak farkındalık yaratmak isteyen öğrencilerin bulguları ilgili tabloda (Tablo 12) %2 frekans değeri ile klişe olmayan malzemeleri tercih ettikleri belirlenmiştir. Elde edilen bulguya göre zihinsel modelin her bireyin kendine has özelliklerini ön plana çıkarmada yardımcı olduğunun bir kanıtı olarak görülmüştür. Öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bireysel açıklamaları tanımlamak için zihinsel model kavramını (Adbo ve Taber, 2009; Vosniadou, 1994; Yalçın, 2011) araç olarak kullandıkları çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Model uygulamasında grupça oluşturulan zihinsel modele kendi kişisel görüşünü yansıtmak isteyen öğrenciler, bu arzularını seçtiği malzeme ile vurgu yaparak gerçekleştirmek istedikleri gözlenmiştir. Bu düşünceyi destekleyen bir çalışmada Gilbert (2004) zihinsel modellerin, ister bireysel isterse grupla olsun kendilerince geliştirilen gizli ve kişisel yanlarının sembolleri olduğunu söylemektedir.

5. 1. 3. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasında Yaptıklarına İlişkin Tartışmalar

Bu bölümde öğrencilerin zihinsel modelini oluşturma sürecinde önceden edinilen bilgilerinin çerçevesinde alan bilgisinden ne kadar yararlandığı ve modeli oluşturma sürecinde zihinsel ve/veya fiziksel anlamda ne tür zorluklar ile karşılaştıkları literatürde yer alan ilgili çalışmalar eşliğinde tartışılarak sunulmuştur.

Her ne kadar zihinsel model bireylerin kendilerine has bilgilerini içerse de bu bilgiler önceden oluşturulmuş bilgilerin varlığını da kapsayabilir. Fen bilimleri eğitimi alanında uygulama yapan birçok araştırmacı, ön bilgi ve kavramaların öğrenciler için yeni bir bilgiyi meydana getirmede önemli bir görevi olduğu konusunda aynı (Akpınar ve Ergin, 2004; Bodner, 1986; Hewson ve Hewson, 1983; Wu ve Tsai, 2005; Zietsman ve Hewson, 1986) görüşü paylaşmaktadır. Bu bağlamda zihinsel model oluşturma sürecinde öğrencilerin atoma ait alan bilgileri ön bilgileri olarak görülebileceği düşünülmüştür.

İlgili tabloda (Tablo 13) frekans değerlerine göz atıldığında en fazla değerin % 20 ile içerik belirleme kodu olduğu görülürken, öğrencilerin zihinsel modellerinde atom kavramına ait kısımların onların bakış açısında önemli bir yeri olduğu, bir bütünü parçaları ile irdelemenin doğru olacağı görüşünün arkasında oldukları bulgusu elde edilmiştir.

% 14 frekans değerine sahip öğrencilerin alan bilgilerini atom kavramına ait örnekleri sunarken ön plana çıkardığı ve sözel yollarla iletişimi kurarken işlerine yaradığı ayrıca örnek sunmanın alan bilgilerini iyi bildiklerine dair kanıt oluşturacaklarını düşündükleri görülmüştür.

Zihinsel model uygulama aşamasında öğrencilerin bazıları önceden öğrenilmiş bilgileriyle bulunduğu süreçte edinilen bilgileri harmanlayarak atom kavramına ait eksik olan kısımları tamamladıkları görülmüştür. İlgili tabloda (Tablo 13) % 12 frekans değerine sahip olan bu öğrencilerin alan bilgileri ile öğrenmenin gerçekleşmesini sağladıkları aynı zamanda zihinsel modelin geliştirilebilecek bir model olduğunu gösterdikleri bulguları elde edilmiştir. Literatürde benzer bulguları içeren araştırmalarda; öğretim ortamlarında yapılan modelleme etkinliklerinin, öğrencilere kavramlar arasında ilişki kurabilmeyi, anlamlı öğrenmenin gerçekleştirebilmeyi sağladığını, modellerin yapısını daha iyi algılayabilmelerini ve zihinsel modellerini geliştirmeye fırsat verdiği (Frederiksen, White ve Gutwill, 1998; Barab ve diğ., 2000; Clement ve Steinberg, 2002; Ünal-Çoban, 2009) ifade edilmiştir. Nitelenen bu özellikler araştırma bulgularını desteklemektedir. Ayrıca bulgulara göre modelleme etkinliği öncesi edinilen alan bilgisinin doğru bir model oluşturmak için ön koşul olması ve alan bilgisi pekiştirildikçe bağımlı olarak zihinsel modelinde geliştirebileceği sonucuna ulaşılabilir. Önen (2005) çalışmasında öğrencilerin anlamlı öğrenme gerçekleştirebilmesi için önceden öğrenen bilgiler ile sonradan kazanılan bilgilerin birbirine uyumlu olması gerektiğini ve bilgileri ezberlemek yerine zihinsel süreç becerilerini ön plana çıkararak işlenmesinin daha doğru olacağını söylemektedir. Bu bağlamda öğrenme işleminin daha kolay hale gelebilmesi için içeriğinde veya doğasında soyut kavramlar barındıran çoğu unsur somutlaştırılmalı ve bunun için modellerin kullanılması (Güneş ve Çelikler, 2010) önerilmektedir. Eğitim-öğretim sürecinde, öğrencilerin algılama seviyelerini bir nebze daha yükseltmek ve zihinlerinde depo edilmiş bilgilerini kalıcı hale getirmek için uzmanların modeller, modelleme süreçleri ve modelleme etkinliklerinden faydalandıkları (Jong, 2009) söylenmektedir. Literatürde iyi organize edilmiş modelleme süreçlerinin öğrencilerin kavramlar arası geçişlerinde yardımcı olacağı vurgulanmaktadır (Günbatar ve Sarı, 2005; Ünal ve Ergin, 2006; İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010).

Modelleme sürecinde zihinsel modeli kurgulama aşamasından önce, konu ile ilgili alan bilgilerini öğrenmek için yapılan video kaydı sırasında öğrencilerin alan bilgilerini

atom, molekül ve atom altı parçacıkların yeri ve görevini tanımlama yaparken kullandıkları ayrıca model oluşum süreci sonunda model üzerinde proton, nötron, elektron ve katmanın yerlerini belirlerken kullandıklarına dair bulgular elde edilmiştir. Bu bağlamda ilgili tabloda (Tablo 13) bu bulguları temsil eden %8'lik kısım alan bilgilerini tanım yaparken kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Kullanılan öğretim materyalleri, öğrencilerin öğrenme sürecinde zihinsel etkinliklerine yardımcı olan araçlar olmakla birlikte en geniş anlamıyla sözel bilgilerini görselleştiren resimler (Kılıç, 1997) olmaktadır. Öğrencilerin tanımlarında atom kavramına ait her bir parçanın atom ile ilişkisi değerlendirilmiş ayrıca bu tanımların sayesinde parçaların model üzerindeki yerlerinin belirlendiği görülmüştür. Bu bulguya benzer düşünce içeren bir çalışmada Burkaz (2012) öğrencilerin zihinlerinde bulunan tanımların belirli bir şekil ile görselleştirildiğinde kavramlar arası geçişlerin daha rahat bir şekilde ifade edilebileceğini söylemektedir.

Model oluşturma sürecinin sonunda oluşturdukları modeller hakkında olumlu ya da olumsuz fikirlerini beyan eden öğrencilerin %8 frekans değerine (Tablo 13) sahip olan kısmı alan bilgisi yardımıyla betimleme yaparak zihinsel modellerini yorumladıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin grup halindeki etkinliklerinde yaptıkları betimleme, işlem ya da geliştirdikleri yöntemler onların problem durumu hakkında nasıl düşündüğünü gösteren (Mousoulides, 2007b'den aktaran: Kant, 2011: 37) çalışmalar literatürde mevcuttur. Bulguyu destekler nitelikte olan bir çalışmanın bulgularında Gobert ve Pallant (2004), öğrencilerin alan bilgileri aracılığıyla modele dayalı fikir üreterek modellerin yapısını ve nasıl kullanıldıklarını daha belirgin bir şekilde kurguladıklarını söylemiştir. Her ne kadar somut bir varlık için betimleme işlemi kolayca uygulanabilir şekilde görünse de atomun soyut varlığının betimlenmesi sadece görünür kısımla kısıtlı kalamayacağı bir gerçektir. Atoma ait ayrıntıların derinlemesine anlatılması ve betimleme işlemine yardımcı olması yolunda ön bilgilerinin alan bilgilerinden ibaret olduğu düşünülmüştür. Atomun yapısı, betimlenmesi, boyutu ve soyutluğu konularında öğrencilerin atom hakkındaki düşüncelerinin önceden edinilmiş bilgileri ile şekillendiği tespit edilmiş (Akyol, 2009; Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985; Perkins, 1999, 2006) ve bulguları desteklemiştir.

İlgili tabloda (Tablo 13) model oluşturmanın belirli bir plan dahilinde olmasını isteyen % 6 frekansına sahip öğrenciler zihinsel modeller her ne kadar kişisel birikim olsa da belirli kurallara dayandığını belirttiklerini gösteren bulgulara rastlanılmıştır. Atom kavramının yapısında bulunan proton, nötron, elektronun yeri, proton ve nötronun çekirdekte yer alması ve katmaların üzerinde elektronların belirli bir dağılım göstermesi onlar için belirli bir kurala dayanır çıkarımında bulunabilinir. Bu bağlamda öğrenciler zihinsel modellerine geçmiş deneyimlerinden yani ister ders esnasında isterse de okul ders kitaplarında

bulunan benzeri kaynaklardan edinilen alan bilgilerinden algıladıkları ölçüde kuralların varlığını katmak istemişlerdir. Piaget'in zihinsel gelişim kuramına göre kişiler 11 yaş ve üstünde semboller aracılığı ile düşünebilir, belirli kurallar çerçevesinde genellemeler yapabilir aynı zamanda hipotezler bile kurabilir. Fakat bu işlemler kişinin yaşına bağlı olduğu kadar geçmişteki deneyimlerine bağlıdır ve birçok araştırmacı öğrencilerin sahip oldukları duygu ve düşüncelerinin geçmişte kazanılmış deneyimlerinin yoğunluğu ile ilişkili olduğunu söylemektedir (Erol, 2015) ve bulguları destekler niteliktedir.

Belki de daha önceden model oluşturma deneyimi olmayan öğrencilerin ilgili tabloya göre (Tablo 13) %6 frekansına sahip olan kısmı alan bilgilerini zihinsel modelini kavramada kullandıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Bu öğrenciler zihinsel modelindeki özellikleri ortaya çıkarırken aynı zamanda bilgileri yardımı ile belki de daha önceden karşılaşmadıkları bir sürecin ne işe yaradığının farkına varmışlardır. Bu bulguya benzer olarak Koylahisar (2012) çalışmasında öğrencilerin modeli oluştururken zihinlerinde var olan bilgiler doğrultusunda yeni bilgilerin eklenebileceğinin önemli olduğunu vurgularken, modelleme etkinliklerinde öğrencilerin yapılandırma sürecine katılabilmesi için bizzat kendilerinin bu süreç içinde olması koşulunu ön plana çıkarmıştır. Ancak öğrencilerin amacını bilmediği bir öğretim materyali ile karşılaştığında materyalin bilgiyi oluşturmada bir araç iken amaç konumuna geldiğini ifade etmiştir. Bu bulgudan anlaşıldığı üzere alan bilgisinin modeli anlatmada ön koşul olabileceği üzerinde durulmuş ve bulguları desteklemiştir.

Soyut olan kavramı somutlaştırma işlemi çoğu zaman öğrencilerin farkında bile olmadan karşılaştıkları bir süreçtir. Bu çalışma kapsamında yer alan atom kavramının öğrencilerin zihinsel modelinde nasıl hayal ettikleri merak konusu olduğundan dolayı bazı öğrencilerin alan bilgilerini kavrama ait parçaları bir araya getirmek için canlandırma işleminde kullandığı bulgusuna ulaşılmıştır. Bu öğrenciler atoma ait kısımları alan bilgisi yardımıyla zihinlerinde teker teker bir araya getirerek ortaya bir ürün çıkarmaya çalışmıştır. Somut olmayan bir kavramı soyut işlemler döneminin daha henüz başında olan bir birey için algılama, algıladığını kurgulama, parçalarını bir araya getirme ve bunların hepsini doğru bir şekilde yapma belirli bir öğretim materyali olmadan kolay olmayacağı gibi öğrenciyi öğrenmenin dışında tutabileceği düşünülmüştür. Bir kavramı gereğinden daha fazla soyutlaştırmaya istemenin öğrenmeyi zorlaştırabileceğini gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur (Chi, Slotta, ve De Leeuw, 1994; Harrison ve Treagust, 1996; Markow ve Lonning, 1998; Nakhleh, Lowery ve Mitchell, 1996; Pestel, 1993) ve bu bulguyu destekler niteliktedir. Her öğrencinin bulunduğu seviyeye ait yapabileceği belirli davranışların olabileceği göz önünde tutulduğunda somut bir varlık olmadan belirli öğrenmelerinde sınırlı olacağı tahmin edilmektedir. Ancak bu çalışmada öğrencilerin

düşündüklerini ya da kurguladıklarını üç boyutlu modele yansıtması onların soyut işlemlerde çıkmaza girdiği anlarda canlandırma işlemini bir nebze daha kolaylaştırdığına tanık olunmuştur. Farklı boyutlardan bir nesnenin görünüşünde üç boyutlu algılamayı gerçekleştirebilmek için canlandırılmış şemaların veya modellenmiş kavramların kullanılabileceği vurgulanırken (Schnotz ve Rasch, 2005) soyut kavramların algılanışını daha da kolaylaştıracağı söylenmektedir (Akıllı, 2011). Uluslararası çalışmalarda benzer bulguları içeren araştırmalar mevcuttur (Bekiroğlu-Ogan, 2007; Borges ve Gilbert, 1999; Clement, 2000; Gobert ve Pallant, 2004; Treagust, 2002; Zhang, Liu ve Krajcik, 2006).

Atom, atom altı parçacıklar veya molekül kavramlarının her birinin yapısının ayrıntısını belirtmek için öğrencilerin alan bilgisinden yararlandığı bulgusuna ulaşılırken, ilgili tabloda (Tablo 13) bu kavramlara dair fark belirleme kodunun oluşması öngörülmüştür. Özellikle de atom altı parçacıklarda elektron, proton ve nötronun zihinsel modelde yerini belirlemek, çekirdekte bulunan parçaları ayırt etmek, molekül kavramının atom ile ilişkisini belirlemek için alan bilgisinin ön planda tutulması öğrencilerden beklenen bir durum olurken, frekans yüzdesine bakıldığında (%8) bu beklentinin karşılanmadığı görülmüştür. Literatürde yer alan bir çalışmada tek bir kavramın kendi başına bir anlam ifade etmediği ancak kavramın kendi anlamını taşıdığı grupla bağlantı kurulduğunda gerçek anlamını kazandığı ifade edilirken (Skemp, 1971) zihinde bu bağlantı kurulduğu an bahsi geçen kavramla ilgili öğrenmenin de gerçekleşeceği söylenmektedir (Hiebert ve Lefevre, 1986, Baki ve Kartal, 2004) ve bu bulguyu desteklemektedir.

Bu bölümün diğer kısmında öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturma aşamasında karşılaştıkları zorluklar literatür destekli tartışılmıştır. Karşılaşılan zorluklar öğrencilerde süregelen fiziksel ve zihinsel karmaşadan ibaret olduğu ve bu iki kapsam adı altında yer alan kodlamalarda ilgili öğrenci görüşlerinin barındığı söylenebilir. Atomun yapısına dair öğretilmesi gereken her şeyin önündeki kavramsal engelleri daha iyi yorumlamak ve öğretim sürecinin zorluklarını azami bir sınıra çekmek amacıyla literatürde birçok çalışma bulunmaktadır (Perkins, 1999, 2006; Meyer ve Land, 2003). Yapılan çalışmada ise; süreçte yaşanılan fiziksel ve zihinsel zorluk frekans yüzdesi olarak karşılaştırıldığında fiziksel zorluğun değerinin %~56 ile zihinsel zorluğa oranla farkının az olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Fiziksel zorluklar irdelendiğinde ilgili tabloda (Tablo 14) öğrencilerin en fazla malzeme ile sıkıntı yaşadıkları, özellikle de kesme, bükme, söküp-takma, boyama ve yapıştırma vb. gibi bedensel aktivitelerde zorlandıklarına tanık olunmuştur. Bu duruma bağlantılı olarak malzemeleri ile model yapım aşamasında zorlanan öğrencilerin farklı malzemeleri atom altı parçacıklara uyumlu olarak kombin etmede zorlandıkları tespit edilmiştir. Carter, Westbrook ve Thompkins (1999) "*iyi bir fen eğitiminin'* materyallerin,

malzemelerin vb. kaynakların uyumunun ve bulunabilmesinin sonucu olabileceğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda tercih edilen materyalin, öğrencinin etkin katılımını sağlaması, öğrenciyi motive etmesi, konu içeriği ile bağlantılı olması, içyapısında bulunan malzeme/parçaları ile uygun olması, kullanma kılavuzlarının bulunması gibi özellikler o materyalin öğretim değerinin olduğunun göstergesidir (Özkan, 2008). Ancak yapılan çalışmada öğrencilerin üç boyutlu model etkinliğinde modelin malzemelerini bir araya getirmek için deneyimsiz kalmalarının sebebinin model ile alakalı olduğu değil de, bu tarz etkinliklerin öğrenme ortamında ya az uygulandığı ya da hazır materyal kullanmanın sonucuna dayandığına yönelik çıkarım yapılabilir. Literatürde benzer bulguları içeren bazı çalışmalarda, üç boyutlu modeller ile ilgili yapılan uygulamaların merkezinde öğrencinin olmadığı ve öğretmenlerin ders ortamına hazır materyaller geldiğini göstermektedir (Kaptan, 1999; Özkan, 2008; Yalçın ve diğ., 2003; Zeynelgiller, 2006) ve bulguyu desteklemektedir.

Her ne kadar literatürde yer alan çalışmalarda grup çalışmasının öğrencilerde yaratacağı etkinin olumlu şekilde yansımasından bahsedilse de araştırmacı bazı öğrencilerde grup çalışmasının olumsuz etkilerini yansıtan bulgulara rastlamıştır. Grup çalışmasının önemi vurgulanan araştırmalarda; model ve modelleme işleminin yapılmasında grup çalışmasına imkan verilmeli (Güneş ve diğ., 2004), başkalarının düşüncelerine saygı duyma ve bir duruma farklı açılardan bakabilmede grup çalışmasının önemi (Burkaz, 2012), farklı ilgi ve yeteneklere sahip öğrencilerin grup çalışmasında birbirine çok şey verebileceği (Kant, 2011), kalabalık sınıflarda öğretimin zor olduğundan dolayı 2-3 kişilik grup çalışması yapılmasının uygun olacağı (Bilen, 2015), kendi düşüncelerinin doğru olduğu hususunda arkadaşlarını ikna etmede grup çalışmasının bir fırsat olabileceği (English ve Watters, 2004), el yapımı aktivitelerde grup çalışması ile bizzat öğrencinin katıldığı bir ortamın konuyu öğrenme anlamında daha iyi olacağı şeklinde açıklanmaktadır. Çalışma kapsamında yer alan bazı öğrenciler grup çalışmasında arkadaşları ile aynı düşünceyi paylaşmadığını, malzeme seçiminde çoğunlukla zıt kutuplarda yer aldıklarını ifade ederken, araştırmacı ise pasif durumda kalan öğrencilerin aktif durumda kalan öğrencilere göre sıkılgan, çekingen ve üretkenlik anlamında geri planda kaldığı bulgusu elde edilmiştir. Zajac ve Hartup'da (1997) araştırmalarında grup çalışmasının bir ya da birkaç öğrencinin grupta bulunan diğer kişilere yardımcı olması değil, bütün öğrencilerin eşit şekilde öğrenme sürecine aktif olarak katılması ve katkı sağlamasıdır (aktaran: Blatchford ve diğ., 2003) şeklinde ifade etmişler ve elde edilen bu bulguyu desteklemişlerdir. Zihinsel model bir kişinin düşüncesini ve içselliğini dış ortama yansıtan bir iletişim şeklidir, bir kişinin düşüncesi ile aynı grupta bulunan kişinin düşüncesi birbirine paralel olmayınca ortaya çıkarılacak ürünün, yapılması

istenen üründen çok uzak olduğu dolayısıyla amacın dışında bir yolun izleneceği düşünülmektedir. Gruptaki üyeler arasında etkili bir iletişim ortamının yaratılamamasından dolayı modelleme etkinliklerinde fikir alışverişinin sınırlı kalabileceğini gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır (Kant, 2011; Maaβ, 2007a; Mousoliudes, Pittalis, Christou ve Sriraman, 2010; Schapp ve diğ., 2011) ve bu bulguyu desteklemektedir.

%~2.8 frekansına sahip olan kısım araştırmanın plan dahilinde olan aşamalarında zaman sıkıntısı yaşadığı görülmüştür.

Zihinsel model oluşturma aşamasında en sık karşılaşılan sorunların zihinsel zorluk kapsamında olması beklenirken fiziksel zorluk kapsamının daha fazla çıktığı yukarıda verilen gerekçelerde yer almıştır. Bu kapsamda ilgili tabloda (Tablo 14) yer alan zorlukların içinde en fazla değerin %~14 frekans değeri ile algılama eksikliğinden kaynaklandığı, bunun sebebinin ise atom veya atoma ait kısımların soyut bir yapıya sahip olmasından dolayı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin daha önceki dönemlerde somut kavramlara alışık olması ve 7. sınıf öğrencilerinin soyut dönemler evresine yeni geçiş yapmaları alışılmışın dışında bir performans gerektirdiği için zorlanmalarının normal bir durum olduğu düşünülmektedir. Model oluşturma sürecinin başında öğrencilere zihninde nasıl bir model kurguladın sorusuna yanılt veremeyen öğrencilerin atom hakkında az ya da çok bilgiye sahip olmamaları kurgulamada sıkıntı yaratmıştır. Oysaki öğrenciler araştırma sürecinden önce konuyu öğrenmiş ve uygulama ardından yapılmıştır. Burada merak edilen nokta öğrencinin konuyu hakim olamamasından dolayı mı yoksa soyut bir kavramı zihinsel süzgeçten geçirmenin aslında öğrenciler için kolay bir işlem olmamasından dolayı mı zorluk yaşadığıdır. Bu bulguya benzer bir bulgu içeren bir çalışmada Cros ve diğerleri (1986) öğrencilerin atom ve molekülün içerisinde yer alan alt parçacıkları bilmelerine rağmen, bu parçacıkların birbirleriyle olan bağlantılarını açıklarken zorlandıklarını ve sorunlar ile karşı karşıya kaldıklarını, bunun sebebini ise öğrencilerin ezber yoluna gittikleri şeklinde açıklık getirmiştir.

Bir konu, kavram ya da olgu hakkında zihinsel model oluşturmak için bireyin o amaç doğrultusunda fikirlerinin olması, araştırılacak konunun merak uyandırması, ilgi çekmesi ya da karmaşık soyut bir yapıya sahip olması gerektiği düşünülmektedir. %~8.4 frekansına sahip öğrencilerin fikirlerinde zihinsel modelini oluşturabilecek birikim olmadığı çoğu zaman kurgulama işleminde zorlanmış ve zihinsel dengesizlik yaşadığı görülmüştür. Eğer öğrencilerin var olan anlayışı her şeyi açıklamak için yeterli olsaydı, öğrenciler öğrenmeye gerek duymazdı. Bu yüzden yapılandırmacı sınıflarda öğretmenin en önemli görevi öğrencilerin meraklarını canlı tutmak, zihinsel dengesizlik yaratmak ve onları araştırmaya teşvik ederek öğrenmelerini sağlamaktır (Minaslı, 2009).

5. 1. 4. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uygulama Aşamasından Önceki Süreçte Zihinlerinde Kurguladıkları Model ile Uygulama Aşamasında Oluşturdukları Model Arasındaki Farkı Açıklamalarına İlişkin Tartışmalar

Bu bölümde öğrencilerin uygulama öncesi kurguladıkları model ile uygulama sonrası oluşturdukları modellerin benzerlik ve farklılık yönlerini eleştirdiklerine dair elde edilen bulgular literatürde yapılan ilgili çalışmalarla tartışılarak desteklenmiştir.

Benzerlik ve farklılık kategorilerinin ilgili tabloda (Tablo 15) frekans yüzdelerine bakıldığında %38.5 frekans değeri ile benzerlik, %61.5 frekans değeri ile farklılık kodunu paylaştığı görülmektedir. Bu bulgulardan elde edilen verilere göre öğrencilerin her iki aşama arasındaki bağlantıda (yani kurgulanan model ile oluşturulan modelin) farklılık yönünün daha fazla olduğunu eleştirdikleri göze çarpmaktadır. Benzerlik yönü kapsamında yer alan istenilen model ile oluşan model kodlamalarının %~8.4 ile aynı frekansı paylaştıkları ve bu kapsamda yer alan en yüksek frekansın olduğu saptanmıştır. Bu süreç aşamasında yapılan tüm işlemlerde, bir modeli inşa ederken aynı zamanda zihinsel modellerin yapısını da yansıtarak (Yüce, 2013) ortaya çıkardığını tanık olunmuştur. Uygulama öncesi zihinlerinde atoma ait kavramları düşünce ile sınırlandıran öğrencilerin uygulama sonunda düşündüklerini ortaya çıkarmaları kavramın bilinmeyenlerini, ayrıntılarını doğru ya da yanlışları ile bütüne ulaşmalarına olanak sağladığı görülmüştür ve bunun ise model oluşturma ile gerçekleştiğine tanık olunmuştur. Zihinsel model oluşturmaya destek olmak için, model ve modellemenin eğitim ve öğretimin vazgeçilmez unsuru haline geldiği çoğu zaman söylenmektedir (Justi ve Gilbert, 2002; Karacan, 2014; Özcan, 2005; Yüce, 2013). Literatürde yer alan bu çalışmalar bu bulguları destekler niteliktedir.

Fen bilimleri dersinde öğrenciler için bilimsel bilgilere ve olaylara açıklık getirmek bazı durumlarda oldukça zor olmaktadır. Bu görüşün temel sebebi olarak anlatılacak olan bazı kavramların yapısının ya da içeriğinin soyut olmalarından (Greca ve Moreira, 2000) kaynaklandığı söylenmektedir. Çalışmanın merkezi olan atom kavramı soyut yapısından dolayı çoğu zaman anlaşılması zor bir süreci kapsamaktadır ve genellikle de atom modeli öğretim programında çok erken yaşlarda öğretilmeye başlamaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin atom modelini hatalı algılamaları daha sonraki dönemlerde anlamlı öğrenmelerini ket vuracağı şüphesi, öğrenimlerinin erken dönemlerinden itibaren öğrencilerin atom ile ilgili oluşturdukları zihinsel modellerini belirlemelerini öngörmüş ve önemli kılmıştır (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1988). Anlamlı öğrenme, kavramsal modellerin değişimiyle beraber ortaya çıkmaktadır. Öğrencilere kavramsal bir model verildiğinde, öğrenciler konuyla ilgili bildikleri düşüncelerini gün yüzüne çıkararak, yeni

konuyla bağlantı kurarlar ve kendi zihinsel modellerini oluştururlar. Bir kavramsal model ile bir zihinsel model arasında direkt olarak bir bağlantının kurulması ideal görülendir (Yüce, 2013). Bu bağlamda istenilen ya da oluşturulan modellerinden memnun kalan öğrencilerin zihinsel modellerinin bulgularından yola çıkarak konu ya da kavram hakkında ne kadar bilgiye sahip oldukları ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediği bu şekilde öğrenileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturma sürecinde memnuniyet boyutunda olumlu aşamalardan geçmesi olgu, kavram ya da konuyu algılama işleminin yapılandırılmasında işe yarayacağı düşünülmektedir. İlgili alan yazında bu sonucu destekleyen çalışmalara yer verilmektedir (Günbatar ve Sarı, 2005; İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010; Ünal ve Ergin, 2006).

Grup çalışması şeklinde yürütülen bu araştırmada ilgili tabloda (Tablo.14) %~6.7 frekans değerine sahip olan öğrenciler grup kararına uygun bir model ortaya konulduğu şeklinde görüş belirttikleri bulgularına ulaşılmıştır. Her bir öğrencinin kendine has zihinsel modeli gelişime açıktır dolayısıyla; grup arkadaşları ile beraber bilgi paylaşımı yapan bu öğrencilerin zihinsel modelini yapılandırma sürecinde farklı bakış açılarının bir bütüne nasıl yansıdığı gözlemlemek mümkün olmuştur. Minaslı (2009) çalışmasında, öğretmenlerin öğrencilerinin bilgiyi zihinlerinde yapılandırmalarını istiyorsa küçük gruplar oluşturarak öğretim de yapabileceğini, aynı zamanda bu grup çalışmaları sırasında öğrencilerin birbirleriyle görüşlerini paylaşacak ve çıkarımlarda bulunabileceklerini söylemiştir. Ayrıca Kertil (2008) araştırmasında grup çalışmasının kişinin sosyal gelişimi için eğitim-öğretimde yeri ve öneminin tartışılmaz olduğunu belirtirken, bireysel çalışma yapılan grupta boş bırakan öğrenci sayısının olduğunu ancak grup çalışması uygulanan grupta cevaplanamayan sorunun olmadığı, katılımcıların ise grup çalışması şeklinde yürütülen etkinliğin kendileri açısından öğretici olduğunu belirten bulguları elde etmiştir. Araştırmasının sonucunda modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının çok önemli bir yeri olduğunu ve bireysel çalışmaya oranla daha başarılı sonuçların elde edilebileceğini tespit etmiştir. Bu bağlamda literatürde yer alan çalışmanın bulguları ile yapılan araştırmanın bulguları birbirine benzer özellik göstermektedir.

Fen bilimleri öğretimine göre modelleme işlemi, öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerden faydalanarak, alışkın oldukları ve özelliklerini daha rahat algılayabildikleri benzer modelleri kullanarak hedef modelleri oluşturmalarına (Arslan, 2013) yardımcı olmanın bir yoludur. Yapılan çalışmada ilgili tabloya göre (Tablo 15) en dikkat çeken nokta hedef kodunun %~5 frekans değerine sahip olduğu bulgusu olmuştur. Öğrencilerin çok az bir kısmının hedef koduna göre kurguladıkları model ile oluşturdukları modelleri benzettikleri görülürken, bu azlığın model oluşum sürecinde sık sık doğru ya da yanlış anlamında kendilerini sınamalarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bazı öğrencilerin

oluşturdukları model için, geliştirilebilir düzeyde olabileceğini vurgulaması, yeterli zaman olsaydı çalışmayı sil baştan tekrarlayarak yapılan yanlışları düzeltebileceklerini ifade etmeleri hedeften memnun kalmadıklarının bir göstergesi olabilir. Sonuç itibariyle zihinsel model tanımında yer alan kararsızlık, değiştirilebilirlik ve geliştirilebilirlik (Coll ve Treagust, 2003) özelliklerinin öğrencilerde görülmesi, kurgulanan zihinsel model ve oluşturulan zihinsel modelin farkını ortaya koymaktadır. Zihinsel modellerin gelişime açık olduğunu (Akıllı, 2011; Çakır, 2011, Çiltaş ve Işık, 2012) ve tamamlanmamış (Buckley ve Boulter, 2000; Greca ve Moreira, 2000; Franco ve Colinvaux, 2000; Harrison ve Treagust, 2000; Kurnaz ve Sağlam-Arslan, 2009; Vosniadou ve Brewer, 1992) bir model olabileceğini gösteren çalışmalar literatürde mevcuttur ve bu bulguları destekler niteliktedir.

Çoğu zaman atom kavramı tek bir bütün olarak düşünülse de ilköğretim kısmından ortaöğretim kısmına kadar atom altı parçacıkların öğrencilerin karşısına çıkması beklendik bir durum olacağı söylenebilir. Öğrencilerin atom altı parçacıklar (proton, nötron ve elektron) ya da bağlantılı olarak molekül kavramı ile bu öğretim kademesinde ilk defa karşılaşmaları, gözle görülemeyecek bir boyutta olan atomu dahi zihinlerinde kurgulamada çoğu zaman zorluk yaşadığı gerçeği göz önünde tutulduğunda, alt parçacıklarını nerede ve nasıl şekilde düşünecekleri bu zorluğu daha da artıracağı düşünülmektedir. Pilot çalışma ve asıl çalışmada öğrencilerin atom ve atom altı parçacıkları çoğu zaman ayırt edemedikleri, çoğu öğrencinin nötron ve protonun yerlerini karıştırdıkları, elektronu atomun dışını saran bir yapı olarak düşündükleri, çekirdeğin ise atomun kendisinin olduğu yanılgısına düştükleri bulguları elde edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre içerik kodunun %3.3 frekans değeri ile az çıkmasının tüm bu gerekçeleri kapsadığından dolayı olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler atomun yapısına ait kısımların eksikliklerini modeli oluşturduktan sonra fark ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca kural uyumu kodunun da bu sonuçtaki gerekçelere paralel olarak %~1.7 ile az frekans değerine sahip olduğu gözden kaçmamıştır. Çalışmasında benzer yanılgı bulgularını tespit eden Cokelez ve Dumon (2005) öğrencilerin atom ve molekül kavramlarıyla ilgili kavram yanılgılarını tanımlayıp açıklamaya çalışmıştır. Çalışmanın sonucunda ise öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını, ayrıca atomu tanımlarken kullanılan proton-nötron, nötron-elektron, iyon-yüklü parçacık gibi kavramları birbirlerine karıştırdıklarını tespit etmişlerdir.

Kişiler herhangi bir şeyi hatırında tutmaları için zihinlerinde yer edinen dünyalarında geliştirdikleri algı şemalarını kullanırlar. Nitekim bu algı şemaları içine ne kadar fazla renk, ses, şekil, duygu vb. unsurlar eklenirse hatırlamanın o kadar çabuk ve aktif olacağına inanılmaktadır. Kimya eğitiminin içeriğinde soyut ve somut pek kavram barınmaktadır. Bu kavramların uzun süreli bir şekilde zihinde kalması ve öğrenilmesi isteniliyorsa; öğrenme ortamına görsel, işitsel, dokunsal vb. algı sistemi olabildiğince katılmalıdır (Ulusoy, 2011).

Öğrenme ortamlarına eklenen algısal temaların artmasıyla hatırlama düzeylerinin artacağına ilişkin araştırmalar literatürde mevcuttur (Bilgin, 2010; Çömek, 2009; Minaslı, 2009; Sarıçayır, 2007; Ulusoy, 2011).

Yapılan bu çalışmada ilgili tabloda (Tablo 15) atoma ait kısımların farklı renklerde olduğu görüşünü savunan öğrencilerin oluşturdukları model ile renk uyumunu yakaladıklarını belirtenlerin %~1.7 frekansına sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin modelin parçaları ile renk uyumunu oluşturmak istemelerinin sebebinin atoma ait parçaları makro düzeyde hayal etmeleri ve rengin her bir parçanın yerini model üzerinde ayırt edebilmede yardımcı olacağını düşündükleri çıkarımı yapılabilir. Ayrıca öğrencilerin her bir atomun kendine has rengi olabileceğine inandıkları gözlenmiştir. Bu bulguya benzerlik gösteren bir çalışmada, araştırma yapılacak konuyu temel alan çalışmaların sorularından farklı olarak atomun rengi hakkında öğrencilere sorular yöneltilmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğrencilerin neredeyse çoğunun atomu renkli olarak gördükleri ve bu görüşün onların atomun makroskobik maddeler gibi davrandığı inancını ortaya çıkarmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Albanese ve Vicentini, 1997).

Atom modelini uygulama öncesi farklı kaynaklardan gören öğrencilerin model oluşturma sürecinde farklı malzemeleri bir araya getirmeleri kimi zaman çalışma sürecinde aksaklık yarattığı görülmüştür. Öyle ki malzemenin çeşidine göre kesme, bükme, boyama veya kaplama gibi işlemlerin beklentiyi karşılamaması malzeme uyumu kodunun %~3.3 frekans değerinin benzerlik yönünün niye az olduğunun bir gerekçesi olarak sunulabilir. Yapılan çalışmalarda zihinsel modellerin dikkate alındığı öğrenme ortamlarının öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine etkisinin olduğu (Gümüş ve diğ., 2008; Güneş ve Çelikler, 2010; Stocklmayer, 2010) ancak onların öğretilen konu üzerindeki eksiklikleri veya yanlış şekilde edindikleri bilgiler, öğrenmenin gerçekleştiği ortamlardan kaynaklanabileceği (Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2009, 2010) söylenmektedir. Literatürde yer alan bu çalışmalar bulguyu destekler niteliktedir.

Kurgulanan model ile oluşturulan modelin farklılıklarını eleştiren öğrencilerin benzerlik kategorisi ile aynı kodlamalar adı altında incelediğinde ilgili tabloda (Tablo.14) grup kararı kodunun %~1.7 frekans değerinde yer alan öğrenci ya da öğrencilerin kararın dışında bir modelin oluştuğunu vurguladıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Farklılığa iten sebepler genel itibariyle; fikir uyuşmazlıklarının yansımasından dolayı olduğunu belirten öğrencilerin varlığı ve akran grubu olan her bir öğrencinin kendi fikrinin ya da arzusunun dışına çıkılmasının olumsuzluk yarattığı şeklinde yorumlanabilir. Korkmaz, (2010) çalışmasında elde ettiği bulgularda; grubu oluşturan kişilerin birbirlerini dinleme konusunda çok fazla titiz davranmamaları ardından yaşanan fikir ayrılıkları sebebiyle grup

çalışmasının dezavantajlı bir duruma düşüreceğini belirten bulgular yapılan çalışmanın bulguları ile benzerlik içermektedir. Ayrıca literatürde yapılan çalışmalarda grupların bazı durumlarda yaşadıkları zorlukları içeren benzer bulgular yer almaktadır (English ve Watters, 2004; Oğuz, 2007).

7. sınıf ders kitabında yer alan, "*Nasıl Bir Arada Dururum?"* etkinliğinde atomun içyapısında bulunan proton, nötron ve elektronun öğrencilerin zihinlerinde nasıl bir arada bulunduğu yapılandırılmak istenmiştir. Bu etkinlikte öğrenciler, elektronların çekirdekten belli bir uzaklıkta, hızlı ve dairesel hareketleri yapmaları sebebiyle çekirdeğe düşmediklerini ve elektronların çekirdek tarafından çekildiğini algılamaktadır. Etkinliğin sonucunda ise, öğrenciler zihinlerinde hayal ettikleri atom modelini çizerek arkadaşlarına göstermektedirler. Etkinliğin sayesinde öğrencilerin model oluşturma, yorum getirme, sonuç hakkında çıkarım yapma ve sunma, bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir (MEB, 2008a; MEB, 2008f, Yalçın, 2011). Yapılan çalışmada ise ilgili tabloda (Tablo 15) oluşan model kodunun %~11.7 frekans değerine sahip olduğu yer alırken, öğrencilerin kurgulanan model ile oluşan model arasında belirgin farklılıkların olduğunu belirttikleri bulgusuna ulaşılmıştır. İlk etapta oluşan görüntünün modele uygun olmadığını vurgulayan öğrenciler, kurgulama işleminde daha fazla şey düşünülebileceğini ancak oluşturma işlemine geçiş sürecinde atom altı parçacıkların bütünün içerisin ne şekilde yerleştirileceği konusunda bocaladıklarını öne sürmüşlerdir. Yine aynı tabloda (Tablo 15) İstenilen model kodunun %~5 frekans değerinde olduğu görülürken bu frekansta yer alan öğrencilerin öğrendikleri atom modeli ile birebir örtüştüremediklerini bundan dolayı amaçlanan bir model olmadığını ifade ettikleri saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin atom kavramına ait kısımların yerlerini hayallerinde doğru canlandıramadıkları ya da canlandırsalar bile model oluşturma işlemine yansıtamadıkları tespit edilmiştir dolayısıyla oluşan ve istenilen modelden memnun kalmadıkları görülmüştür. Bak ve Ayas'ın (2008) mülakat yöntemi uyguladığı bir çalışmada örneklem grubundaki bir öğrencinin "*çekirdeğin; proton, nötron ve elektronlardan oluştuğunu"* söylediği bulgusu elde edilmiştir. Elde edilen bu bulgu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

İlgili tabloda (Tablo 15) içerik kodunun %~5 frekans değeri ile modeller arasında farklılık yarattığı bulgusuna ulaşılırken, öğrencilerin atom altı parçacıklar ya da atoma ait kavramların eksik yönde olduğu ya da atomda yer alan bölgelerin kendi arasında farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bulguya bağlantılı olarak farklı kaynaklardan atoma ait özelliklerin öğrenilmesinden bahseden öğrencilerin, %~13.4 frekans değerindeki kural uyumu koduna göre elektronların dizilimlerinde eksiklerinin olduğunu ifade etmeleri bundan dolayı farklılığın oluştuğunu söyledikleri bulgularına ulaşılmıştır. Öğrencilerin

katmanlara göre elektron dağılımlarında belirli bir karmaşa yaşadıkları gözlenmiştir Ayrıca bu tabloda yer alan frekans değerlerine göz atıldığında kural uyumu kodunun (%~13.4) ön plana çıkması, öğrenciler için elektron dağılımında iki boyutlu gösterimlerin üç boyutlu modele dönüştürmede sıkıntı yaşadıklarının bir göstergesidir şeklinde yorumlanabilir. Liu ve diğerlerinin (1997) araştırmasının bulgularına göre; kil ile oluşturulan atom modelinde elektronların çekirdeğin etrafında yerleri belli olmayan bir şekilde dizildikleri ayrıca modelin üç boyutlu olmasına rağmen elektron neredeyse hepsinin aynı düzlemde yer aldıkları sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bulgular yapılan bu çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Öğrencilerin atoma ait zihinsel modellerini daha iyi oluşturabilmeleri adına düzenlenen bu çalışmada, üç boyutlu etkinliklerin öğretim ortamında çok fazla uygulanmamış olmasının öğrencilerin üzerindeki etkisinden yola çıkıldığında bu tarz uygulamaların öğrencilerde bildiklerine ters düşmemeleri için daha fazla yapılması gerektiği düşünebilir. Üç boyutlu model çalışmalarının öğrenciler üzerine olumlu etkileri literatürde mevcut bulunmaktadır (Burkaz, 2012; Demirhan, 2015; Gündüz, 2011; Justi ve van Driel, 2005; Lazarowitz ve Naim, 2013).

Aynı frekans değerine sahip olan malzeme uyumu kodunun atomun karmaşık yapısından dolayı tam olarak ifade edilen malzemelerin seçilemediği, klişe olan modellemelerden uzak durulmasının kendine özgü bir davranış olacağını düşünen öğrencilerin malzemelerin çeşidi değiştirdiği gerekçesi olumsuz yönde farklılık yarattığı görülmüştür.

Hedef kodunun benzerlik kategorisinde yer alan koda oranla yüksek çıkması araştırmacı açısından şaşırtıcı bir durumu teşkil etmiştir. Bu frekans değerinde yer alan öğrencilerin gerekçelerinde zihinsel modellerinden çok literatürde yer alan atom modeline uygunluğu açısından değerlendirilmesi ya da farklı bulunması öğrencilerin her ne kadar zihinsel modelin kendilerinin belirlediği çizgiler doğrultusunda oluştursalar da var olan bir gerçeğin dışına çıkılmasının hedef modeli yansıtmayacağı endişesi gözlenmiştir.

Atomculuk düşüncesinin barındığı Hint ekolünün içinde yer alan materyalist eğilimleri ve şüpheci tutumları olan Mahavira'nın kurduğu Caynizm'e göre, her bir maddenin içerisinde en küçük parça bulunmakta ve o büyük bir olasılıkla atom parçasına benzemektedir. Bahsedilen parçacık renk, tat, koku, dokunma hissi olan özelliklerine sahiptir. Tüm atomların ruhu bulunmaktadır ve neredeyse bütün evren bunlarla doludur (Karadaş, 2004) şeklinde ifade edilmektedir. Bu çalışmaya ait ilgili tabloda (Tablo 15) atoma ait parçalarda farklı renklerin barındığını düşünen %~3.3 frekanslı öğrencilerin zihinsel modellerinde atoma ait belirli kısımlarda renklerin olması gerektiğini ancak oluşturulan modele göre bu renklerin istenilen şekilde yansımadığını içeren bulgulara ulaşılmıştır. Bu frekansta yer alan öğrenciler bütün-parça ilişkisinin renkler ile ayrılmasının

doğru olacağını düşündükleri tespit edilmiştir. Aslında oluşan bu düşüncenin farklı kaynaklarda yer alan atom modellerine ait görsellerin öğrencilerin düş gücüne yön verdikleri düşünülmektedir. Bu bulguya benzer bir çalışma gerçekleştiren Akıllı (2011) katılımcılarının atomun yapısının 3D bilgisayar modeli yardımıyla zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmış ve elde ettiği bulgulara göre katılımcılarının modellerinde belirli eksiklikler oluştuğunu ve oluşturulan modellerin daha canlı renklerde olması gerektiğini ifade ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Literatürde yer alan bu çalışma elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

5. 2. Üretilen Modellerden Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar

5. 2. 1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom ve Molekül Modelini Uyguladıktan Sonra Ortaya Çıkan Ürüne İlişkin Tartışmalar

Bu bölümde uygulama sonrası ortaya çıkarılan modelin öğrenciler tarafından olumlu ve olumsuz yönlerine nasıl açıklık getirdikleri ve öğrencilerin oluşturdukları modellerinin kurguladıkları model ile fiziksel ve içerik özelliklerine ilişkin nasıl bağlantı kurabildiğine dair bulguları literatürde yer alan ilgili çalışmalarla tartışılmıştır.

Öğrencilerin model oluşturduktan sonra ürünleri hakkında olumlu ve olumsuz kategorilere ait görüşleri araştırmacı tarafından ideal kodlamalar altında toplanmaya çalışılmıştır. Öğrenciler atoma ait zihinsel modellerini oluştururken bu süreç dahilinde yapılan tüm aşamalar aracılığıyla zihinlerinde oluşan bir probleme dair belirli bir plan çerçevesinde bir ürün ortaya koymayı hedeflemişlerdir. Bu süreç kapsamında atomun soyut yapısından dolayı alan bilgisi ile zihinlerinde kurguladıkları model arasında ilişkisel bağ kurmada zorlanan öğrencilerin, modellerini oluşturduktan sonraki aşamada modellere ait olumlu ve olumsuz bakış açıları ile değerlendirmeleri, atom modelinin yapısına dair nasıl/ne şekilde zihinsel model ortaya konulabilineceğine yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Zihinsel süreçlerin belirlenebilmesi ile ilgili yapılan çalışmalara göre, araştırmacılar; zihinsel süreçler hakkında anlamlar çıkarabilmek için telaffuz edilen kelimeler ve sözcükler, yazılan yazılar, yapılan çizimler, gerçek nesnelerin kullanılması, nesnelerin soyuta çevrilmiş betimlemelerinin anlatılması gerektiği (Ginsburg, Kessan, Schwartz ve Swanson, 1983; Pitta-Pantazi, Gray ve Christou, 2004) yargısına vardıklarını (Kayhan, 2010) içeren çalışmalar literatürde mevcuttur. Yapılan çalışmanın olumlu kategorisine ait kodlamalarda yer alan yardımcı unsur kodunun %20 frekans değeri ile fazla çıktığı ilgili tabloda (Tablo 16) yer alırken, öğrencilerin zihinsel model oluşturmayı daha önce hiç duymadıkları ya da eksik kaldıkları konu, kavram ve olguyu anlamak, tamamlamak için zihinsel modeli yardımcı olarak gördükleri tespit edilmiştir. Zihinsel model öğrencilerin bir

konu ya da kavrama ait gün yüzüne çıkarılmamış düşünce, kaygı, endişe, öğrenilmemişliklerinin sözel ya da yazılı olması fark etmeksizin ortaya çıkarılmasında bir çıkış yönü olacağı bu bulgular ile elde edilmiştir. Zihinsel modellerin herhangi bir olay, olgu, durumla ilgili bireylerin sahip oldukları içsel düşünceleri hakkında bilgiler toplanabileceğine (İyibil ve Sağlam Arslan, 2010; Kurnaz ve Değermenci, 2012; Kurnaz ve Emen, 2013; Kurnaz, Tarakçı, Aydın ve Pektaş, 2013) dair çalışmalar literatürde yer almakta ve elde edilen bulguları desteklemektedir.

Öğrenciler, fen bilimlerinin içeriğindeki birçok soyut kavramı, düşünerek ve hayal ederek kurguladıkları zihinsel modellerini aracılığıyla anlamaya ve yorumlamaya çalıştıkları (Emli, 2014) bilinen bir gerçektir. Bazı öğrencilere göre yapılan bu uygulamadaki zihinsel model oluşturma süreci, soyut yapısından dolayı tam olarak bilinmeyen bir kavrama dair yani atom gibi karmaşık yapısı olan bir kavramın alt parçacıklarını irdelemeye yarayacağı düşüncesi içerdiğinden dolayı elde edilen bulgular ilgili tabloda (Tablo 16) %12 frekansına sahip analiz aracı kodu adı altında toplanmıştır. Bu bağlamda soyut fikirleri içeriğinde barındıran zihinsel modellerin (Rapp, 2005: 45) soyut yapısından dolayı görülmesi mümkün olmayan atom altı parçacıklara ait ortaya çıkarmada aracı olduğu bulgular dahilinde elde edilmiştir. Öğrencilerin atomun içyapısına dair düşüncelerinin konunun bütününü öğrenmek için alt yapı oluşturacağı, zihinlerinde beliren en ufak soru işaretinin ileri seviyedeki öğrenmelerine engel teşkil edeceği anlaşılmıştır. Atomaltı parçacıkların öğrencilerin bakış açısındaki yerini belirlemeye çalışan bir çalışmada elektronların atomda üstlenen görevinde öğrencilerin kararsızlık yaşadığına dair bulgular elde edilmiştir (Kıray, 2016). Literatürde yer alan bu çalışmanın bulguları elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Bazı öğrenciler oluşturulan zihinsel modelin atomun içyapısında bulunan proton, nötron ve elektronun bulundukları kademeye ait öğrenilmesi gereken bilgileri karıştırmalarını önleyecek şekilde olduğunu belirttiklerinden dolayı ilgili tabloda (Tablo 16) % 8 frekans değerinde sahip olan yanılgı giderici kodunda yer alması gerektiği öngörülmüştür. Modelin uygulama aşamasında en fazla atomun alt parçacıklarına dair kavram karmaşası yaşayan öğrencilerin bu uygulama ile yanılgılarını gidereceğini düşündüklerinden dolayı bu tarz yorum yaptıkları düşünülebilir. Benzer bulgulara rastlanan bir çalışmada, kullanılan modele dayalı etkinliklerin atom ve molekül kavramları ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde başarılı olduğunu tespit edilmiştir (Ergün, 2013). Literatürde benzer bulguları içeren çalışmalar mevcuttur (Adadan, 2006; Ardaç ve Akaygün, 2004; Arslan, 2013; Barnea ve Dori, 1996, 2000; Kim, 2008; Liu, Lai ve Chiu, 1997; Merritt, Krajcik ve Shwartz, 2008; Sarıkaya, 1995; Sarıkaya, 2007b; Şimşek, 2009; Williamson, 1992; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001).

Öğretim esnasında öğrencilerin konuya dair neyi ne kadar öğrendikleri yazılı, sözlü ya da test uygulamaları ile ölçülmesi geçmişten günümüze uygulanan bir yöntemdir. Bu tarz uygulamalarda öğrenciler bazı çevre şartları, psikolojik ya da fizyolojik özelliklerden ötürü kendilerini verilen süreçte net bir şekilde ifade edemeyecekleri düşünülürse, zihinsel model oluşturmanın öğrencinin bildiklerini ve kendini ifade etmede önemli bir aracı olacağına inanılmaktadır. Bu bağlamda öğrenciler çevrelerinde olup bitenleri olayları anlamak için kendi zihinsel modellerini oluştururlar, bu sayede ise bahsi geçen model öğrencilerin öğrenme, ifade etme ve muhakeme (Köklü, 2009) gücünü ortaya çıkarır. Öğrencilerin zihninde canlandıramadığı soyut kavramlar ile yaşadığı çevre arasında ilişki kurulmasının (Ayvacı, 2010) önemi literatürde vurgulanmaktadır. Bu düşünceler doğrultusunda öğrencilerin modellerinin olumlu yönlerine dair fikirlerinde zihinsel modelin işlevinin; unutulmaya elverişli kavramları gerektiğinde kullanabilme bulguları hatırda tutucu kodu (%4) ile, önceden öğrenilen bilginin bir sonraki öğrenilecek bilgiye oluşturabilmede taban oluşturma bulguları bilgi üretici kodu (%12) ile, bir üst sınıf seviyesinde eski bilgilerin tekrar öğretilmeden yeni kavramlarla ilişki kurulabilmede bağlantı kurduğu bulguları zihinde kalıcılık kodu (%4) adı altında toplanılması uygun görülmüştür. Elde edilen bulguları destekleyen çalışmalar literatürde yer almaktadır. Günümüz bireylerinden, bilgiyi tüketmek yerine bilgiyi üretmeleri beklendiği (Ünveren, 2010) ifadesi yapılan çalışmada oluşturulan zihinsel modelin öğrencilerin bilgi üretmesine yardımcı olduğu bulgusunu desteklemektedir. Öğrencilerin yeni bir kavram öğrendiklerinde üç değişik eylem içinde olabileceği; birincisinin hatırda tutulan bilgiler ile beraber yeni bilgiyi yorumlama, ikincisi ezber yolu ile bilginin zihinde kalıcılığını sağlayarak yeni durumlar için kullanma sonuncu olarak ise; öğrendikleri bilgiye göre kendi zihinsel modellerini oluşturma (Borges ve Gilbert, 1999; Greca ve Moreira, 2000; Güneş, ve diğ., 2004; Harrison ve Treagust, 2000; Harrison, 2001) yolları literatürde yer alan çalışmalarda yer alırken çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Fen bilimleri dersinin içeriğinde yer alan bazı konu ya da kavramlar mikroskobik düzeyde gerçekleşen olaylar olduğundan dolayı, öğrencilerin bu olguları zihinlerinde somut olarak canlandırabilmeleri ve yapılandırabilmelerinin oldukça zor (Alkan, 2015; Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Demirci, Yılmaz ve Şahin, 2016; Tekkaya, Özkan ve Sungur, 2001) olduğunu belirten çalışmalar literatürde mevcuttur. Yapılan çalışmada ise modellerine ait olumlu bakış açısını atom kavramın boyutundan dolayı tercih eden %4 frekans değerindeki öğrencilerin bulguları mikroskobik boyut kodunda bir araya getirilmiştir. Bu yaş seviyesindeki öğrencilerin boyutundan dolayı gözle görülemeyecek bir kavramı zihinsel modelleri sayesinde algılamaları eleştirilerine olumlu şekilde yansıdıkları tespit edilmiştir. Modelin çoğu zaman bir teleskop veya mikroskop gibi yalın bir gözle

görülmesi mümkün olmayan nesnelere canlılık özelliği katarak anlaşılır hale getirdiği (Borges, 1997; Cartier, Rudolp ve Stewart, 2001; Davies, 1997; Elner, 1997; Köklü, 2009) literatürde yer alan çalışmalara konu olduğu aşikârdır ve tespit edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Öğretmenlerin belki de öğretim esnasında öğrencilerine soyut olan bir kavramı anlatması en zor olan kısımdır. Fen eğitiminin merkezinde deney ve uygulamalar çoğu zaman yer almasına rağmen soyut olan bir kavramın bu tarz etkinliklerle öğretilmesi neredeyse imkânsızdır. Bu bağlamda yapılan çalışmada soyut olan kavramı belirli bir ölçüt dahilinde öğrenciye anlatmak zihinsel modelin üç boyutlu model ile oluşturulması sayesinde bir köprü olacağı düşünülmüştür. Bu sayede öğrenciler düşündüklerini duyu organları ile karşılaştırma fırsatı da bulacaklardır. Kavramlar ne kadar çok duyu organı ile algılanırsa öğrenilmesinin ve ilerleyen zamanlarda hatırlanabilmesinin kolay olacağını (Akpınar ve Ergin, 2004; Bodner, 1986; Palmer, 1999; Saban, 2000; Sherman, 2000) tespit eden çalışmalar literatürde yer almaktadır. Yapılan çalışmada bu düşüncelerin kapsamında yer alan öğrencilerin bulguları irdelendiğinde ilgili tabloda (Tablo 16) somutlaştırma kodu ile yer aldığı görülmektedir. Model oluşturma sürecinde zihinlerinde şekillenen atomu daha yakından inceleme fırsatı bulduklarını belirten öğrencilerin duygu ve düşüncelerini duyumlarına yansıttıklarında daha iyi algıladıklarını ayrıca duyumları aracılığıyla atomun her boyutunun ayrıntısını inceleyebildikleri fırsatını yakaladıkları çıkarımında bulunabilir. Benzer bulgu içeren bir çalışmanın sonucuna göre; kendi kendine öğrenen insanların bir başkasından öğrenenlere göre daha derin bilgiye ulaştıkları ifade edilmiştir. Ayrıca duyu organlarının öğrenmeye katkısı önemseyerek, üç boyutlu tasarımlarda daha fazla duyu organının öğrenme sürecine katılması gerektiğini (Chittaro ve Roberto, 2007) ifade ederek çalışma bulgularını desteklemiştir.

Aynı zamanda hayal gücü ile alan bilgisini karşılaştıran öğrencilerin etkinlik süreci sonunda modellerinin değişik kaynaklardan etkilendiğini ifade ederek, modellerin atom konusuna ait kendilerinde gelişen bilimsellik olarak gördükleri bulgular kapsamında yer alan bilimsel yön kodu ilgili tabloda (Tablo 16) yer almaktadır. Öğrencilerin atom konusu üzerine bilimsel bir anlayış geliştirmesi, makro düzeydeki olguları mikro düzeydeki yapılarla ve uygun gösterimlerle zihinlerinde canlandırmalarını gerektirir. Bireylerin bilimsel açıdan kabul edilebilir bir zihinsel model geliştirebilmesi için atomun yapısı ile ilgili kavram ve olayları birbiriyle uygun şekilde ilişkilendirip bir görsele çevirmesi gerekir (Demirci ve diğ., 2016).

Literatürde yer alan bir çalışmanın bulgularında, modelde sahip olması gereken özellikler göz önünde bulundurularak hazırlandığında dikkat edilmesi gereken hususları katılımcılar çoğunlukla ekonomik, kullanışlı, açık ve anlaşılır olmalı şeklinde ifade ettikleri

(Harman, 2012) tespit edilmiştir. Öğrencilerin ders esnasında anlatılan konu ile bazen bütünleşemediği bu durumun ise alan bilgisi yetisine negatif yönde aktarıldığı gerekçesiyle, yapılan çalışmada oluşturulan zihinsel modelin konunun anlaşılmayan yönünü kapatması açısından değerlendirilen olumlu eleştirileri anlaşılırlığı artırıcı kodunu yansıttığı tespit edilmiştir. Literatürde benzer bulguları içeren çalışmalara göre; Hrepic, Zollman ve Rebello (2002) zihinsel modellerin, ünitenin işlenmesinde ve sonra ki aşamalarda öğrencilerin konuyu algılama seviyesi açısından öğretmenlere yardımcı olacağını; Alkan'ın (2015) çalışmasında modelin, öğretimde kullanılabilecek basit ve anlaşılır bir materyal olduğunu ayrıca katılımcıların kavramsal değişime yönelik görüşleri irdelendiğinde, '*anlaşılırlık, verimlilik ve akla yatkınlık'* boyutlarının ön plana çıktığını, Strike ve Posner'da (1982) '*anlaşılırlık, akla yatkınlık ve verimliliğin*' kavramsal değişimin olmazsa olmaz gerekçesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Bazı konu ya da kavramlar gerek yapısı gerek işlevi açısından öğrencileri cezbetmediğinden dolayı öğrenciler öğretim esnasında kopuk bir süreç geçirirler. Bu durumda iki boyutlu çalışmaların tek düze olacağı üç boyutlu çalışmaların ise öğrencilerin hem zihinsel modelini ortaya çıkarmada yardımcı olacağı hem de yapılan işlemlerden ötürü o yaş seviyesindeki öğrencilerin kendilerini daha iyi ifade edecekleri düşünüldüğünde yapılan çalışmada ilgili tabloda (Tablo 16) edinilen bulgulara göre bu düşünceleri barındıran öğrenciler ilgi çekici kodu (%4) ve eğlenceli kodu (%12) kapsamında yer alması uygun görülmüştür. Minaslı (2009) çalışmasının bulgularında öğrencilerin elle tutulur modeller sayesinde soyut olan fen bilimleri kavramlarını görerek ve eğlenerek öğrenebildiklerini, model üzerinde yapılan uygulamalarda fiziksel ve zihinsel olarak bilgiyi oluşturma sürecine etkin olarak katıldıklarını, sonuç olarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşeceğini ifade etmiştir. Literatürde yapılan bazı çalışmalarda modelle yapılan öğretimde öğrencilerin ders esnasında daha fazla zevk aldıklarını, ders sürecine karşı ilgilerinin arttığını ve öğrencilerde belirli bir merak uyandırdığını (Alkan, 2015; Chiu ve Linn, 2005; Geban ve Özdemir, 1998) ifade edilmiş ve çalışma bulgularını desteklemiştir.

İlgili tabloya göre (Tablo 16) olumsuzluk kategorisinin kodları incelendiğinde zorluk oranı kodunun %20 frekans değeri ile en yüksek oranda yer aldığı belirlenirken, öğrencilerin zihinsel modeli kurgulama aşamasında belirli atom modelini karar verememeleri bu zorluğun bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Atomun somut olmayan yapısından dolayı, içeriğini algılamada öğrencilerin yaşadıkları zorlukları (Cokelez ve Dumon, 2005; Yalçın, 2012), atomun doğası gereği bilimsel bilgi ile desteklenebilecek zihinsel model geliştirmekte zorlandıklarını (Demirci, Yılmaz ve Şahin, 2016) ifade eden çalışmalar literatürde yer almaktadır.

Bazı öğrencilerin ilgili tabloda (Tablo 16) yanıltıcı kodu kapsamında yer aldığı görülürken, öğrencilerin kendilerinin oluşturduğu zihinsel modeldeki eksikliklerin konu ya da kavram öğretiminde kendilerini yanlış ya da hatalı öğrenmelere teşvik edeceğini düşünmelerinden dolayı yanıltıcı etki yaratacaklarını savundukları gözlenmiştir. Hedef kavramı karşı tarafa anlatabilmek için yapılan işlemler incelediğinde; bir modelin basitleştirildiği için her durumda bazı taraflarının hatalı ya da yanıltıcı (Gilbert, 2011) olabileceği söylenmektedir. Gerçeğine uygun olmayan modellerin kullanımı ile ilgili görüşlerde ise öğrencilerin öğrenmesinde bir karışıklık meydana getirilebileceğini (Demirhan, 2015) ifade eden çalışmalar benzer bulguları içermektedir.

Zihinlerinde kurguladıkları atom modeli ya da çeşitli kaynaklardan gördükleri atom modelinin oluşturdukları atom modeli ile birebir örtüşmediğini gören öğrencilerin modellerinde olumsuzluk olarak benzemeyen yön kodu adı altında toplanmaları gerekli görülmüştür.

Kural uyumu kodunun içeriğinde yer alan öğrencilerin model oluşumundan sonra alan bilgisi ile modellerini eleştirdiklerinde kurala uymayan bir yapının modellerinde yer aldığını ancak kurgulama aşamasında atomun yapısını bütünsel olarak düşündükleri tahmin edilmektedir. Bazı öğrenciler uygulama aşamasında modellerini oluştururken yaşadıkları fiziksel ya da zihinsel sorunların motivasyon anlamında kendilerini etkilediklerinden dolayı bu tutumlarını modellerine yansıttıkları görülmüştür bu öğrencilerin yanıtları doğrultusunda negatif etki kodu belirlenirken, benzeri sorunlarla karşılaşan bazı öğrencilerin malzemelerde yaşadıkları sorunlardan dolayı beklentinin karşılanamadığı dolayısıyla istenmeyen durum kodunu oluşturulması ön görülmüştür.

Çoğu öğrencinin malzeme ile sıkıntı yaşadığı bulguları elde edilirken öğrencilerin zihinsel model oluşturma sürecinde ilk olarak fiziksel özellikleri ile daha sonra model oluşumu bittikten sonra içerik özellikleri ile ilgilendikleri düşünülmektedir. Daha önceki bölümlerde renk kavramının olması gerektiğini vurgulayan öğrencilerin modellerinin renksiz oluşumundan dolayı ayrıntısız buldukları ve atoma ait alt parçacıkların farklı renklerle gösterilmesinin doğru olacağı düşüncesi sade kodunu içerirken, modeli oluşturulacak atom kavramının belirsiz yapısının öğrencileri bazı aşamalarda isteksizlik yarattığı dolayısıyla sıkıcı kodunda öğrencilerin olduğu görülmüştür.

Öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı etkinlikleri zamanın ve materyallerin yetersiz olması gibi sebeplerden dolayı sınıf ortamında uygulamaya sıcak bakmadıkları belirtilirken (Kurt, 2002) zaman sıkıntısının engelleyebilmek için ya da ders anlatım esnasında fark edilen materyal eksikliğinin giderilmesi için öğrencilere dersten önce model yapmaları istenebilir. Bu şekilde öğrencilerin zihinlerinde yer alan ön bilgiler oluşturacakları üç boyutlu modellere yansıyacağı için alternatif kavramların eksiklerinin

giderilmesi daha da kolaylaşacak ayrıca öğrencilerin kendi yeteneklerinin gelişebileceğine dair (Burkaz, 2012) özgüvenlerinin artacağı söylenmektedir. Yapılan çalışmada önceden hazırlanan modelin kural uyumu açısından kendilerine daha iyi bilgi verebileceğini savunan öğrenciler zihinsel model oluşturmanın zaman açısından bir kayıp oluşturacağını vurguladıkları için zaman kaybı kodu kapsamında ilgili tabloda (Tablo 16) yer almaktadır. Elde edilen bulguda yer alan öğrencilerin yapılan öğretimde modellerin kullanılmasının yerinde bir karar olacağını ancak model oluşturma sürecinde kaydedilen zamanın hazır model ile tasarruf edileceğini savundukları gözlenmiştir. Bu bulguda elde edilen görüşler ile günümüzde eğitimcilerin izlediği yol paralellik göstermektedir. Çoğu eğitimci zamandan tasarruf yapmak için ya modelleri tercih etmedikleri ya da hazır modelleri tercih ettikleri çıkarımında bulunabilir. Literatürde benzer bulguları içeren çalışmalarda etkinliklerin zaman alıcı yönü (Ayvacı, Ültay ve Mert, 2012) vurgulanmıştır. Çelik (2015) çalışmasının bulgularında, genel itibariyle düşünüldüğünde öğretmenlerin modelleri yararlı bulduğunu ancak modellerin çok zaman almasından ve de her konuya uygun olmamasından dolayı pek sık kullanmadıklarını elde etmiştir. Ayrıca Özgün'ün (2012) ulaştığı sonuçta elde edilen bulguları destekler niteliktedir.

Grup arkadaşlarının tavır ve tutumları yüzünden çalışma sürecinde bazı arkadaşları ile tezat düşen öğrencilerin belirli bir uyumu yakalamadıkları çoğu zaman kendilerinin istekleri doğrultusunda çalışmayı yürüttüklerine tanık olunan bulgular uyumsuzluk kodu kapsamında ilgili tabloda (Tablo 16) yer almıştır. Grup çalışmasının araştırmadaki önemi irdelendiğinde; bir modeli oluşturmak için farklı düşüncelerin aynı çatı altında kümelenmesinde köprü kuracağı düşünülmüştür. Ancak ilgili kodda (uyumsuzluk kodu) her bir öğrencinin kendine ait arzu ve isteği iletişimi negatif yönde etkilediği gözlenmiştir. Kant'ın (2011) benzer bulguları içeren çalışmasında; İlköğretim kademesinde gerçekleştirilen model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin model oluşturma aşamaları incelendiğinde grup çalışmasında yeterli iletişimi kuramadıkları bulgularını elde etmiştir.

Çalışma süreci boyunca olumsuzluk yaşamayan öğrencilerinde olduğu ancak ilgili tabloda (Tablo 16) % 4 frekans değeri ile az oranda oldukları tespit edilmiştir. Modelleme etkinliğinde istenilen ve istenen hedefin yerine getirebilmesi için öğrencinin belirli şartları (alan bilgisi yeterliği, etkinlik deneyimi, aktif iletişim, dışa dönük hal vs..) sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Literatürde edinilen bulguya benzer bir çalışmada Eric, Dawn, Wanty ve Seto (2015), katılımcılarına kendi modellerini oluşturma şansı sunarak fonksiyonel düşünebilme yeteneklerini arttırıcı etkinliklerde bulunduğu çalışmasında kişilerin modelleme sürecine alışık olması gerektiğini ve modelleme sürecinde tecrübenin şart olduğu bulgularını elde etmişlerdir.

Bu bölümde yer alan bir diğer kısımda öğrencilerin oluşturdukları modelin içerik ve fiziksel özelliklerinin kurguladıkları model ile ilişkileri tartılmıştır. Araştırmacı elde ettikleri bulgulara göre modelin içerik ve fiziksel özelliklerini kendi kapsamları içerisinde yeterli, kısmen ve yetersiz kodlamaları şeklinde oluşturmuştur. Fen bilimleri dersi içerik itibariyle soyut ve karmaşık kavramlardan oluştuğu söylenmekte ve bu kavramların insanlar tarafından anlaşılmasını kolay hale getirebilmek için kullanılan zihinsel ve bilimsel etkinliklere model (Gilbert, 2002; Harrison, 2001) denilebilmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada oluşturulan modelin içerik yönü alan bilgisi çerçevesinde atoma ait alt parçacıklar ve molekül kavramının ayrıntılarını oluşturması şeklinde ön plana çıkmıştır. İlgili tabloda (Tablo 17) örneklem grubunda yer alan öğrencilerin %68 frekans değerine sahip olan kısmı kurgulanan model ile içerik yönünün örtüştüğünü belirtmişlerdir. %20 frekans değerinde olan öğrenciler kısmen ilişkilendirirken, %12'lik kısım ise yetersiz görüş belirttikleri elde edilmiştir. Frekans oranının dağılımına göre çoğu öğrencinin içerik yönünü dikkate alarak modelini benimsedikleri çıkarımında bulunabilinir. Ancak içerik yönü ile bağ kuramayan öğrencilerin model kavramının içeriğinde neleri anlatabileceğinin farkında olmadıkları bu durumun oluşmasının sebebinin ise öğretim ortamında öğretmenlerin model ile öğretimi fazla tercih etmediklerinden dolayı olabileceği düşünülmüştür. Elde edilen bulgulara göre ders anlatım sırasında model nedir, ne için kullanılır, öğretime katkısı ve alan bilgisi ile ilişkisi öğrenciler için çoğu zaman göz ardı edilmiştir. Literatürde bu durumu ele alan bir çalışmada; sınıf ortamında yapılan etkinliklerde önemli olan öğretim değeri taşıyan materyallerin kullanılmasıdır bu bakımdan öğretme ve öğrenme sürecinde sınıf ortamında kullanılacak ders materyallerinin öğretim bakımından ne derece etkin olduğuna karar kılan kişinin ise öğretmen (Özkan, 2008) olacağı aşikâr bir durumdur şeklinde ifade edilmektedir. Öğretmenlerin ders esnasında bu özellikleri göz önünde bulundurup model gibi materyaller hakkında öğrenciye açıklama yapmalı ayrıca ilgili konu ile bağlantı kurularak öğrencilere yön vermesinin gerekliliği sağlanmalıdır. Bu bulgunun sonuçlarına yönelik benzer bir çalışma yapan Harrison (2001) öğretmenlerin model kullanırken model ile hedef arasında görülmeyen benzerlikleri üzerinde durmadıklarını, yalnızca açıklamak istedikleri kavramlar bakımından ilgili olan benzerliklere atıfta bulunduklarını söylemiştir. Ayrıca eğitimcilerde süregelen bazı eksikliklerde nelerin model olarak nitelendirilebileceği ile ilgili tarafın olduğunu tespit eden (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004; Ergin, Özcan ve Sarı, 2012; Harman, 2012) çalışmalar literatürde yer almaktadır.

Öğrenciler, fen bilimleri dersi ya da gündelik hayat kapsamında herhangi bir kavram/konu ile ilgili zihinsel modeller oluştururlar ve bu zihinsel modeller bazen okulda edindikleri bilgilerle farklı özellikler taşıdığı (Kurnaz, 2011) söylenebilir. Yapılan çalışmada ise oluşturdukları modellerinin fiziksel özelliklerini çoğu zaman yetersiz, eksik ya da hatalı

bulan öğrencilerin kurgulama aşamasında içerik özelliklerine daha çok önem verdikleri bulgulardan elde edilmiştir. Bu bağlamda ilgili tabloda (Tablo 17) %40 frekans oranıyla fiziksel özellik açısından doyum yaşayan öğrencilerin, %36 frekans değeri ile kısmen şekilde yeterli görmeleri, modellerinin geliştirebilirliğe açık olduğunu söylemek mümkündür. Ya da atoma ait alt parçacıkların (proton, nötron ve elektron) neler olduğunun bilinmesine rağmen bu parçacıkları model üzerinde nasıl ve ne şekilde yerleştirecekleri hakkında fikir sahibi olmayan ya da yerlerini yanlış yerlerde gösteren öğrencilerin, modellerini kurgulama aşamasında gözden kaçan ayrıntılardan kaynaklandığı düşünülmüştür. %24 frekans değeri ile yetersiz şekilde ilişkilendirme yapan öğrencilerin malzemelerden ötürü yaşadıkları (boyama, kesme, bükme, renk vb.) sorunlar kurgulama sürecinde planlanan ile oluşturma sürecinde ortaya konan ürünün istenilen doğrultuda olmadığını ortaya çıkarmıştır.

5. 3. Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgulara Dair Tartışmalar

5. 3. 1. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Model Kavramına Ait Bilgilerinin Bulgularına Dair Tartışmalar

Eğitim-öğretim sisteminde yardımcı materyal kullanımının çoğu zaman işe yarayacağını vurgulayan araştırmacıların, problem durumunu oluşturan kavramın ya da nesnenin sınıf ortamına getirilecek boyutta olmaması ya da gözle görülemeyecek kadar küçük boyutta olması çoğunlukla model kullanımı ile sonuçlanacağı şeklinde yorumlara taban oluşturmaktadır. Çeşitli nedenler dolayı sınıf ortamına getirilemeyen taşınılmaz eşyaların yerine modelin kullanabilineceğine dair çalışmalar literatürde mevcuttur (Burkaz, 2012; Köklü, 2009; Küçükahmet, 1997).

Model, eğitim gibi birçok alanda kullanılmaya elverişli olan temsil ettiği madde ile birebir aynı olmasa da yerine kullanılmasında sakınca görülmeyen bir araçtır denilebilir. Öğrencilerin zihinsel model oluşturma sürecinden önce belki de daha önceden ismini bile duymadıkları ya da ders esnasında herhangi bir şekilde kullandıkları modelleri bu aşamada tanıdıklarına dair bilgiler ya da hangi durumlarda kullandıkları dair ölçütler araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış gözlem formu yardımıyla toplanmıştır. Materyallerin, güvenilir gözlem yapma şansı sunduğu (Demiralp, 2007) literatürde yer alan çalışmalarda vurgulanmıştır. Yapılan çalışmada gözlem formunun ilk basamağında öğrencilerin model kavramına ait bilgileri gözlenmiştir. Bu bağlamda basamakta yer alan (Tablo 19) ilk temaya göre model ile ilgili temel ilke ve kavramları bilen 11 öğrencinin olduğu görülürken bu kavrama dair hiç fikri olmayan 7 öğrencinin olduğuna dair bulgular tespit edilmiştir. Araştırmacı uygulama öncesi model kavramı hakkında öğrencilerin

bilgilerini ölçmek için video kamera yardımıyla ilk olarak model kavramının tanımını kendi cümleleriyle ifade etmelerini istemiştir. Görsel öğretim materyalleri, en genel tanımıyla sözel bilgilerin görsel resimleri (Kılıç, 1997) olabildiğinden dolayı kendilerini sözel yollarla ifade edebilen 12 öğrencinin, öğrenim seviyesinde bilim insanlarının atom modellerine dair fikirlerinden yola çıkarak model hakkında çoğunlukla atomu ifade etmekte yarayan bir olgu olarak gördükleri gözlemlenirken, bulundukları model ve atomu özdeştirdikleri ortaya çıkmıştır. Hatta model kavramını jest ve mimikleri ile ifade etmeye çalışan 13 öğrencinin video kaydına yansıyan tutumlarında model ve atomu bir bütünün parçası şeklinde düşündüklerine dair çıkarım yapılabilir. Modeli, hedef yapıyla ilişkilendirebilme temasında 8 öğrencinin yeterli derecede cevap verebilmesi aslında atom ve modeli tek başına düşündüklerinde bocalama yaşadıklarının bir göstergesidir. Bu öğrenciler için model ve atom aynı kavram ya da olgudur düşüncesi gelişmiştir.

5. 3. 2. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini Tespit Etme Basamağındaki Bulgularına Dair Tartışmalar

Model oluşturma sürecinde belirlenen problem doğrultusunda yapılacak olanların tespit edilmesi sonuç açısından verimli olacağı düşünülmüştür. Dolayısıyla, bu bölümde öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturmak için hangi kaynaklardan yardım aldığı, alan bilgilerini hangi aşamalarda kullanma gereği duyduğu, hayal dünyasında besledikleri yaratıcılıklarını modellerine ne şekilde yansıttığı, zihinsel modellerini nasıl ve ne şekilde ifade ettiğini gözlemenin araştırma açısından yerinde bir davranış olacağına inanılmıştır. Öğrencilerin bireysel olarak oluşturdukları zihinsel modellerin büyük olasılıkla yaratıcı imgelemin sonucu (Limont, 2003; Yüce, 2013) oluştuğu sanılmaktadır.

Öğrencilerin atoma ait zihinsel modellerini oluşturmak için çeşitli kaynakları yönelmelerinden dolayı birincil ve ikincil araştırma kaynakları kategorileri oluşturulması ön görülmüştür. Her bir öğrencinin zihinsel modeli kendine özgü ve bireysellik içerdiğinden dolayı ilk etapta kendi bilgilerini yeterli gören 9 öğrencinin ders esnasında duydukları kadarıyla modellerini oluşturmak istedikleri gözlenmiştir. Ancak her öğrenci atomun zor yapısına dair model oluşturabilecek pozisyonda olmadığından dolayı farklı kaynaklara (Öğretici, MEB kitabı veya farklı kitaplar, internet, grup arkadaşları gibi) yöneldikleri gerçeği 13 öğrencinin cevapları doğrultusunda çıkarım yapılabilir. Bunun yanında kendi bilgileri ile yardımcı kaynak bilgilerini harmanlayan öğrencilerin olduğu, bu öğrencilerin ise doğru bilgiye ulaşmak için mutlak suretle kaynaklara ulaşılması gerektiğini düşündükleri gözlenmiştir. Soyut kavramların somut bir biçimde anlaşılabilmesi için öğretimi sırasında yardımcı materyal ile desteklenmesi öğrenmeyi daha kolay hale getireceği ve kalıcılığı artıracağı (Güneş ve Çelikler, 2010) gerçeğini destekleyen çalışmalar literatürde

mevcuttur. Yaşadığımız çağa hızlı bir şekilde ayak uydurmayı sağlayan teknolojinin elbette ki eğitim-öğretim ortamında kullanılması (Akıllı, 2011; Derviş, 2009; Yalçın, 2008) kaçınılmaz bir olaydır. İlgili tabloda (Tablo 20) atom modellerine dair fikir almak isteyen 13 öğrencinin internetten yardım aldıkları ancak modellerin çoğunun bilim adamlarına dair görüşleri içermesinden dolayı öğrencilerin birebir aynısını oluşturmak istemediklerini belirten bulgular elde edilmiştir. Zihinsel model çoğu zaman başkalarının düşüncelerini kendi kapsamına aktarmayı uygun görmeyen kişisel bir model çeşidi olduğu için öğrencilerin bu düşüncelerine bu bakış açısından bakmanın doğru olacağı düşünülmüştür. Zihinsel modellerin kişisel olduğuna dair (Durmuş ve Kocakülah, 2006; Franco ve Colinvaux, 2000; Örnek, 2008) ifade edilen benzer çalışmalar literatürde mevcuttur. Aynı tabloda (Tablo 20) zihinsel modele ait elde edilen verilerin doğruluğunu kendi bilgileri doğrultusunda 9 öğrencinin yeterli şekilde ifade ettikleri görülürken bu öğrencilerin alan bilgisini tam anlamıyla öğrendikleri ve kendilerine güvendikleri gözlenmiştir. Araştırma kaynaklarından elde ettikleri veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilen 9 öğrencinin yeterli derecede oldukları gözlemlenirken 10 öğrencinin kaynaklara bağımlı kalarak kendi bilgilerini yeterli derecede görmedikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulguya göre oluşan durumun öğrenme eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Verilerin toplanması gerçekleştikten sonra 9 öğrencinin alan bilgisi doğrultusundan zihinsel modelini oluşturdukları, 9 öğrencinin ise model oluşturma sürecine kadar elde ettikleri veriler doğrultusunda zihinsel modellerini oluşturdukları gözlenmiştir. Tüm öğrencilerin aynı ders ortamında olmasına rağmen örneklem grubunda yer alan öğrencilerin yarısının alan bilgisini yetersiz ya da zihinsel model oluşturmada uygun görmemesi atom kavramının karmaşık ve soyut yapısından dolayı tam olarak öğrenilmediği mi yoksa öğretim programında atoma dair bilgilerin yüzeysel olarak mı verildiği bu bölümün merkez sorusu olmuştur. Öğrencilerin yaparak ve yaşayarak daha iyi öğrenebilecekleri bir ortamda kendilerinin daha aktif olabileceğinden dolayı fen bilimleri öğretim programının bu gerekçeler doğrultusunda öğrencilerin ihtiyacını karşılayabilecek şekilde düzenlenmesinin (Ergün, 2013) uygun olacağını vurgulayan çalışmalar bulguları destekler niteliktedir.

Ulaşabildikleri tüm kaynaklar aracılığıyla araştırmalarını tamamlayan öğrencilerin arasından kendi hayal dünyalarında kurguladıkları atom modelini oluşturmak üzere yaratıcılıklarını kullanmak isteyen 10 öğrencinin (Tablo 19) hem zihinsel modelin tanımına uygun şekilde olması hem de grup arkadaşlarından farklı olması açısından çaba sarf ettikleri gözlenmiştir. Farkındalık yaratmak isteyen 14 öğrencinin (Tablo 19) çeşitli araç-gereçlere yöneldikleri bunun ise gruplar arası rekabetten ötürü olduğu düşünülmektedir. Bu yaş grubunda yer alan öğrencilerin grup içinde yapılan modellerini ön plana çıkarma arzusu grup arkadaşları ile uyum sağlayacakları yönünden bakıldığında olumlu etkiler

yarabileceği düşünülebilir. Öğrencilerin grup çalışmalarında iletişim veya işbirliği yönünden yararlı olabileceğini (Blachford ve diğ., 2003; Dağlar-Güleş, 2008; English ve Watters 2004b; Erol, 2015) tespit eden çalışmalar literatürde yer almaktadır.

İlgili tabloda (Tablo 20) atom kavramına dair zihinsel modelini yazılı olarak ifade etmeye çalışan 9 öğrencinin modeli çizim şeklinde yaptıkları ve yeterli görüldükleri, 10 öğrencinin ise zihinsel model yerine atomun kavramına dair bildiklerini paylaştıkları ve yetersiz kaldıkları görülmektedir. Atom denilince model çağrışım yapması bu aşamada da gündeme geldiği gözlemlenmiştir. Sözel yollarla zihinsel modellerini ifade edebilen 13 öğrencinin atom altı parçacıklara vurgulama yaparak proton, nötron ve elektronun yerini belirttikleri görülmüştür. Yıldız (2006) çalışmasında model oluşturmanın işlevini; hedefleri, fikirleri, cisimleri veya eylemleri zihinsel, fiziksel veya sözel yollarla (Bilen, 2015) açıklamaya yarayan bir unsur olarak belirtmiş ve bu yönüyle bulguları desteklemiştir.

5. 3. 3. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etme Basamağındaki Bulgularına Dair Tartışmalar

Zihinsel model oluşturma aşamasına geçildiğinde, zihinsel modeli kurgulama aşamasında öğrenciler tarafından seçilen malzemelerin çeşitli gerekçeleri bu aşamada incelenmiştir. İlgili tabloda (Tablo 21) seçilen malzemenin cinsini, nasıl ve ne şekilde kullanılabileceğini bilen 14 öğrencinin model oluşturma sürecine rahat başladıkları gözlenmiştir. Bu aşamada en çok dikkat edilen noktanın seçilen malzemenin zihinsel model yapısına uygunluk ölçüsü olmuştur. Bu bağlamda 10 öğrencinin malzemenin uygunluk kriterine göre yeterli olarak görüldüğü tabloda (Tablo 21) 7 öğrencinin kısmen ve 8 öğrencinin yetersiz olarak görülmesi, öğrencilerin atom modeline ait bakış açılarında farklı kaynaklardan görüldüğü kadarıyla hiç yapılmayan modeli oluşturma çabaları aynı zamanda grup arkadaşlarından farklı olma istekleri malzemenin amacına uygunluğunu ortadan kaldırdığı düşünülmüştür. Hrepic (2004) yaptığı çalışmada, öğrencilerin çoğunun etrafındaki birçok faktörden etkilenerek kendi zihinsel modellerini oluşturmak istediklerini ifade ederken, English ve Lesh (2003) grup çalışması şeklinde yapılan etkinliklerde sınıf ortamında eleştirel soru sorma, savunma, kendi düşüncelerini ispatlamaya çalışma grupla diğer kişiler arasında ortaya çıkan tartışma için ortamın müsait olabileceğini ifade etmiştir. Literatürde yer alan bu çalışmaların bulguları incelendiğinde zihinsel modelin başkalarına üstünlük kurma amacıyla şekillenebileceği gerçeğini desteleyerek araştırmanın bulguları benzerlik göstermiştir.

Aynı tabloda (Tablo 21) öğrencilerden 12'sinin malzemenin zihinsel modele uygunluğunu fiziksel açıdan vurguladığı, 9 öğrencinin ise içerik açısından vurguladığı gözlenirken, zihinsel model oluşturmada görsellik mi önemli yoksa kural uyumu mu önemli

arasında kalan öğrencilerin olduğu da tespit edilmiştir. Öğrencilerin, fen bilimleri dersi ya da günlük hayat kapsamında herhangi bir konu ile ilgili zihinsel modeller oluştururken, bu modellerin bazı durumlarda alan bilgisiyle farklı özellikler taşıyabileceği (Kurnaz, 2011) literatürde yapılan çalışmalarda yerini almıştır. Malzemelerin ekonomiklik ve kolay yönünü tercih eden 14 öğrencinin ekonomiklik yönünü tercih etmesi araştırma yapılan okulda orta düzeyde ailelerin çocukları olmasından dolayı kaynaklandığı, kolay yönünün tercih edilmesinin sebebi ise bilinen bir malzeme ile daha rahat çalışacaklarını düşünmelerinden kaynaklandığı görülmektedir. Model kullanımının öğrenci ve öğretmenlere zor geldiğini belirten (Çelik, 2015) çalışmanın bulguları ile karşılaştırıldığında yapılan çalışmada öğrencilerin malzemelerin kolay yönünü tercih etmelerinin model oluşturma sürecine olumlu etkileri olacağına inanılmaktadır. Bunun yanında sprey boya ile çalışan öğrencilerin çoğu zaman boyanın dağılmasından dolayı zorlandıkları, kasnak kullanan öğrencilerin kesim aşamasında zorlandıkları, yapıştırma işleminin defalarca tekrarlandığı, teli bükme işleminde başarısız olan öğrencilerin malzemelerine alternatif kullandıkları gözlenmiştir.

Öğretim materyalleri, öğrenme sürecinin zihinsel etkinliklerine yardımcı olan araçlar (Kılıç, 1997) olarak görülürken, materyallerin tasarlanması aşamasında renk, şekil, büyüklük, harf, vurgu, biçim gibi unsurların seçiminde ve düzenlenmesinde katılımcıların yaratıcılıkları ile birlikte ön yaşantılarını birleştirmeleri (Yanpar ve Yıldırım, 1999) amacına uygun bir hedefi tutturabilir. Aynı tabloda (Tablo 21) malzeme seçiminde 8 öğrencinin oranlı düşündüğü görülürken model oluşturma aşaması tamamlandıktan sonra atoma ait kavramların modelde tam yerinde durmadıkları dolayısıyla 7 öğrencinin kısmen, 10 öğrencinin ise yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Malzeme seçiminde 12 öğrencinin esnek davrandığı gözlenirken model oluşturma aşamalarında malzemelerin eksik yönlerini tamamladıkları gerektiğinde malzemeyi değiştirdikleri gözlenmiştir. Seçilen malzemenin gerekçelerini net bir şekilde ifade eden 12 öğrencinin bu malzemelerle daha rahat çalışacakları, ayrıca üç boyutlu model oluşturmak için uygun bir görünüme sahip oldukları görülmüştür. Literatürde benzer bulguları içeren çalışmalar mevcuttur. Bu bağlamda; Byl ve Taylor (2007), çalışmasında üç boyutlu çalışmaların öğrencilere belirli bir ortamda var olmanın özünü hissettiren deneyimler kazandıracağını ve öğrencinin kendi deneyimleri ile kavramlara anlam katacakları görüşünü belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerini her daim yüreklendireceği ve yaratıcılıklarını ön plana çıkaracağı ortamlar oluşturmalıdır (Aydın, 2011). Malzeme seçiminde kısmen ve yeterli kodlarının toplamında 20 öğrencinin frekansı ile yaratıcılığın daha fazla ön plana çıktığı, 5 kişinin ise yaratıcılıktan farklı özellikleri tercih ettikleri gözlenmiş yeterli bulunmamıştır. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde yaratıcı düşünceleri (Emli, 2014; MEB, 2013) malzeme seçimi ve çeşidi ile ön plana çıkarabileceklerine dair kanıtlar elde edilen gözlem bulguları ile doğrulanabilir.

5. 3. 4. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Karşılaştırma Basamağının Bulgularına Dair Tartışmalar

Zihinsel modellerini oluşturma süreci sonuna gelindiğinde öğrencilerin her bir aşamada süreci iyi bir şekilde yürütmeleri için beklenen özelliklerin olması gerektiği düşünülmüştür. Modelleme süreci kapsamındaki her bir aşama öğrencilerin süreci nasıl gerçekleştiğini yansıtırken, bu aşamada ise öğrencilerin modellerini karşılaştırmalarına olanak sağlamıştır. İlgili tabloda (Tablo 22) modelleme sürecinde belirli grupların modelleme sürecini iyi bir şekilde kullanamadığı gözlemlenirken 11 öğrencinin bu süreci olması gerektiği gibi tamamladığı gözlenmiştir. Malzemedeki eksik ya da uyumsuzluktan kaynaklanan problem kimi zaman planlanan süreci aksatırken, bu sorunla karşılaşılan öğrencilerin motivasyonlarında düşüş olduğu görülmüştür. Öğrencilerde saptanan süre sıkıntısının bu tarz etkinlikler ile ders ortamında çok fazla karşılaşmadıklarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca diğer grup arkadaşlarından farklı olmak adına malzeme çeşidini ona göre ayarlayan öğrencilerin başarısız oldukları ve de süreci geriden takip ettikleri görülmüştür.

Zihinsel model öğrencilerin öğrendikleri konu ya da kavramın ne kadarını bildiği hakkında karşısında bulunan kişilere ipucu verir. Bu bağlamda öğrencilerden süreç içerisinde alan bilgilerini hangi durum ya da aşamalarda kullandığı merak edilirken 10 öğrencinin alan bilgisini aktif bir şekilde yeterli derecede, 7 öğrencinin ise kısmen şekilde alan bilgisini kullandıkları görülmüştür. Alan bilgisini kurgulama aşamasında atoma ait ön bilgilerini ortaya çıkarırken, öğrenilmiş bilgileri yeterli ölçüde görmeyen öğrencilerin bilgilerini pekiştirmek için, atomun alt yapısında bulunan elektron diziliminin kuralına uymak ve de diğer parçacıkların yerine belirlemek için kullandıkları saptanmıştır. Ancak öğrencilerin atoma ait alan bilgisinin anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirecek şekilde olmadıkları vurgulanabilir. Bu durumun öğrencilere ait ders kitabında ilgili konu hakkında yeterli düzeyde bilgi verilmediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca öğretim programında atom konusu ile ilgili ünitenin kapsamının yüzeysel olarak hazırlandığı öğrenci gereksinimlerine göre olmadığı çıkarımında bulunabilir. Bazı durumlarda ders kitaplarının öğretmenin görevini üstlenebilir (Köklü, 2009). Bilindiği gibi çoğu öğretmenin, öğrencilere ders kitaplarındaki açıklamalara uygun şekilde ders anlatmaya özen gösterdiği bu sebepten ötürü de ders kitaplarında kullanılan modeller öğrenme ve öğretmede öneminin (Özcan, 2005) arttığı belirtilirken, ders kitaplarındaki bilimsel modellerin nasıl kullanıldığının, olay, kavram ve süreçleri nasıl yorumladıklarının (Harrison, 2001) bu bakımdan belirtilen niteliklerin özenle değerlendirilmesinin gerektiği literatürde yer alan çalışmalarda yer almaktadır.

Zihinsel model kurgulama sürecinde öğrenciler oluşturacakları model için malzeme seçimi yapmış 12 öğrencinin (Tablo 22) gerekli malzemeyi seçtiğini gözlenmiştir. Diğer öğrencilerin malzemede yaşadıkları problem ötürü malzemeyi değiştirme ya da ekleme yapma gereği duydukları görülmüştür. Her ne kadar uygulama sürecinde öğrencilerin tehlike arz edecek malzemeleri seçmeleri engellenmiş olsa da 8 tane öğrencinin kesme, yapıştırma, bükme, ya da boyama gibi işlemlerde sıkıntı yaşadıkları görülmüştür.

Modelleme uygulamalarında özellikle de katılımcıların küçük gruplar şeklinde oluşturulmalarının (English, Fox ve Watters, 2005; Eric, 2010; Fox, 2006) modelleme sürecini kolaylaştıracağını (English, 2006) söylenmektedir. Deniz ve Akgün, (2014) çalışmalarında grup çalışmasının çok faydalı olduğunu ve de modelleme çalışmalarında olması gerekliliğinden bahsetmiştir. Aynı şekilde grup çalışması şeklinde yürütülen bu çalışmada her gruptan öğrencilerin kendilerinin belirlediği bir grup sözcüsü seçilmiştir. Grup sözcüsü kontrolüyle bazı grupların modelleme sürecini sorunsuz bir şekilde organize ettiği görülürken, özgüvene sahip olan öğrencilerin baskın şekilde kendilerini ifade ettikleri gözlenmiştir. Ancak her bir grup heterojen dağılıma sahip olduğundan dolayı çekingen veya öğrenim seviyesi orta düzeyde olan öğrencilerin uygulama da kendilerini geri plana çektikleri çoğu zaman cümlelerini karşısındaki duyamayacağı şekilde (fısıltı) kurdukları bunun sonucunda ise aktif öğrencilerin yaptıklarını kabullendikleri görülmüştür. Bu sonuca bağlı kalarak bu tarz etkinliklerin sık sık yapılması gerektiği ve içe dönük öğrencilerin kendilerini daha iyi bir şekilde ifade etmelerine olanak sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Eric (2010) ve Maaß (2011) araştırmalarında öğrencilerin modelleme etkinliklerini ilgi çekici bulduklarını; Kaiser ve Schwarz (2006) ise öğrencilerin çoğunun modelleme etkinliklerinden memnun oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Literatürde yer alan çalışmaların bulgularında bu tarz etkinliklerden memnun kalan öğrencilerin çoğunluğu genellenebilir ancak yapılan uygulamada modelleme etkinliklerini grup çalışması şeklinde yürütürken pasif ve içe dönük öğrencilerin varlığını göz ardı edilmemesi araştırmanın geçerliği yönünden etkili olacağına inanılmaktadır.

Bazı öğrencilerin ifadelerinde; grupta baskın olan öğrencilerin önderliğinde modelleme sürecinin tamamladıkları sözel ifadelerine yansırken, yaşadıkları sorunlara yönelik çözümleri arkadaşları ile iletişim kurarak çözmeye çalıştıkları görülmüştür. Her bir öğrencinin uygulamanın çeşitli aşamalarında karşılaştıkları sorunlara yönelik bakış açılarında mantıksal ve yenilikçi fikirler, grup arkadaşlarına empatik yaklaşabilme davranışları aktif ve dışa dönük olan öğrencilerde pozitif şekilde yansırken, pasif ve içe dönük öğrencilerde negatif şekilde yansıdığı görülmüştür. Bu durumun oluşmasının video kaydı yapılırken öğrencinin heyecanına yenik düşebileceği ihtimali, ya da arkadaşlarının bilgilerine oranla kendilerini yetersiz gördükleri için olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

5. 3. 5. Yapılandırılmış Gözlem Formunda Öğrencilerin Modeli Düzenleme Basamağının Bulgularına Ait tartışmalar

Bu bölümde ortaya konulan modelin eksik kalan ya da tamamlanamayan yönlerine dair öğrencilerin eleştirel bakış açıları gözlenerek bu doğrultudaki elde edilen veriler tartışılmıştır. Her bir grubun oluşturulmuş modeli öğrencilerin bireysel düşünceleri ile beraber araştırmacı tarafından irdelenmiştir. İlk aşamada zihinlerinde atoma ait modelini kurgulayan öğrencilerin oluşturdukları model ile benzerlik ya da farklılıkları belirledikleri görülürken, oluşturulan modeli olduğu kabul eden öğrencilerin yorumlarında sadece modelde ne görüyorlarsa onları cümlelerine yansıttıkları görülmüştür. Yorumlama sürecinde ayrıntısız şekilde cümle kuran öğrencilerin atoma ve atoma ait alt parçacıkları hakkında pek fazla bilgileri olmadığından dolayı sadece yüzeysel olarak bilgiye sahip oldukları gözlenmiştir. Oluşturulan modelin farklılıklarından bahseden öğrencilerin malzemelerden kaynaklanan problem doğrultusunda bu farkın oluşabileceği tahmin edilmiştir. Literatürde model ve modelleme çalışmaları yapan bazı araştırmacıların model malzemelerine yönelik bulgularında; ucuz ve kolay bulunabilen malzemeler ile öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi modellerini yapmaları için geliştirilen yöntemlerin (Sarıkaya, 2007) olması gerektiğini ifade ederken, malzeme temin etme güçlüğünden (Harman, 2012) doğacak sorunları model kullanmanın dezavantaj etkisi olacağı şeklinde yorumlamışlardır.

Modellerinin içerik yönünden uygunluğunu anlatan öğrencilerin daha fazla elektronların yerinin atomun yapısında nereye ve nasıl şekilde konulacağı belirsizliği yaşadığı, en fazla protonun hatırlandığı gözlenmiştir. Bunun sebebinin ise elektron dağılımı yapılırken öğrencilerin elektronu atomun içinde bir yapı olarak değil de bağımsız şekilde düşündükleri görülmüştür. Modelin fiziksel yönden uygunluğunu ifade eden öğrencilerin arasında, atomun yapısını farklı olarak kare ve altıgen şeklinde olabileceğini savunan öğrencilerin olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bilim insanlarının atom modelleri arasında en fazla Rutherford atom modelini kendi zihinsel modellerine uygun gören öğrencilerin oluşturdukları modelde onları ölçüt aldığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin oluşturdukları modele ait eleştirel bakış açıları incelendiğinde 12 öğrenci (Tablo 23) yeterli şekilde kendilerini ifade edebilirken modellerinin olumlu ve olumsuz yönlerine dair fikir yürüttükleri gözlenmiştir. Atoma ait zihinsel model oluşturmanın konuyu kavramada daha çok ise yarayacağını belirten öğrenciler olumlu kapsamında yer alırken, kendi zihinsel modellerinde beliren eksikliklerin yanlış anlaşılmalara sebep olacağını sonuç itibariyle yanılacaklarını belirten öğrencilerin olumsuz kapsamda yer aldığı belirlenmiştir. Literatürde benzer bulguları içeren bir çalışmada,

modelle öğretim yapılan öğrencilerin başarı değerlerinde büyük ölçüde artış kaydedildiği ve ilgili konuları daha iyi öğrendikleri tespit edilmiştir (Gümüş ve diğ., 2008).

Öğrencilerin en çok zevk aldıkları kısmın arkadaşlarının modelleri ile kendi modellerini karşılaştırdıkları kısım olduğu gözlenirken, bazı grupların modellerinin kendi grup arkadaşlarından esinlendiğini belirtmeleri rekabet yaşadıklarını ortaya çıkarmıştır. Çoğunlukla modellerin fiziksel özellikleri eleştirilirken içerik özelliklerinde kendilerini biraz geri planda tuttukları görülmüştür. Kendi modellerini eleştirirken ise malzeme uyumsuzluğu ya da elektronun yerinden kaynaklanan problemden şikayet ettikleri gözlenmiştir. Modellemenin belirli bir süreç dahilinde olması gerektiğinin farkına varan 12 öğrenci (Tablo 23) yaptıkları hataları malzeme, grup, zaman, soyut yapı vb. özelliklerde aramaları gerektiğini uygun görmüşlerdir. Sonuç itibariyle yaşanan sorunlardan belirli kriterler belirleyen 10 öğrenci modelleme sürecini en baştan tekrarlandığında daha farklı yol izlemeleri gerektiğini savunurken atom gibi soyut yapılı kavramları hayal gücünde kurgulamanın oluşturma aşamasında çokta kolay olmadığını belirttikleri saptanmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarıyla ilgili model oluşturma süreci öncesinde kurguladıkları zihinsel modellerini, uygulama sürecindeki tavır ve tutumlarını, uygulama sonrasında ise ortaya çıkardıkları modelleri değerlendirmek aynı zamanda uygulama öncesi kurgulanan modellerle uygulamada tasarlanan modellerin farkının ortaya çıkarılması amacıyla yapılmıştır. Bu bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlara ve bu sonuçlara bağımlı olarak sunulan önerilere yer verilmiştir.

6. 1. Sonuçlar

6. 1. 1. Kurgulanan Zihinsel Modele Yönelik Sonuçlar

1. Uygulama öncesi öğrencilerin model ile ilgili temel kavram ve ilkeleri hakkındaki verileri toplanırken öğrencilerden bazılarının açıklamalarından ilk etapta modelin atomun içerisinde barınan bir kavram olarak benimsedikleri sonucuna ulaşılmıştır.
2. Zihinsel modellerini kurgulama aşamasında alan bilgisini gereken zamanlarda kullanmak isteyen öğrencilerin zihinlerinde oluşan atom modellerinde daha çok bilim insanlarının modelleme sınıflandırmaları bulunduğu ve örnek olarak Rutherford atom modelini betimleme işleminde kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Modern atom teorisini farkındalığına varan öğrenci sayısının az olduğu, öğrenme ortamında atom modellerinin tarihsel sıralanmasının öğrencilere yeterli oranda benimsetilmediği sonucunu ortaya çıkarmıştır.
3. Öğrencilerin zihinlerinde atoma ait model şekillerinin belirli geometrik şekiller biçiminde oldukları belirlenirken, çoğunun yuvarlak cisimleri anımsattıklarını belirttikleri ayrıca atomun katmanlarından dolayı kare ve altıgen şeklinde atom modelinin de olabileceğini iddia eden öğrencilerin olduğu tespit edilmiştir. Çekirdeğin ise atomun kendisi olduğunu düşünmeleri sonucu katmanı atomun dışına saran ayrı bir yapı olarak gördükleri sonucuna ulaşılmıştır.
4. Zihinsel modelini ifade ederken yaşanılan zorluklar kapsamının en belirgin kısmında öğrencilerin kendilerini sözel yollarla ifade edemeyen tutumları ve konunun içerik yönü olduğu tespit edilmiştir. Model oluşturma süreci tamamlandıktan sonra bazı öğrencilerin elektronun katmanlarına dağılım şeklini göz ardı etmeleri ayrıca hem pilot çalışma hem de asıl çalışmada nötronun

varlığının üstü kapalı şekilde ifade edilmesi kurgulama aşamasında yaşanılan zorluğun yansıması sonucu oluşmuştur.

5. Bazı öğrencilerin (%16 frekanslı) zihinsel modellerini kurgulama aşamasında dışa dönük tavır ile kendilerini çok iyi bir dille ifade etmeleri, ders esnasında öğrendiklerini zamanın kısıtlı olmasından dolayı çok fazla ifade edemeyen öğrencilerin model ile çalışma etkinliklerinde bildiklerinin doğruluğunu ispatladıkları, varsa eksikliklerini tamamladıkları, özgüvenlerini tazeledikleri ve bilgi paylaşımı sayesinde neyi ne kadar öğrendikleri sonucunu doğurmuştur.

6. 1. 2. Oluşturulan Zihinsel Modele Ait Sonuçlar

1. Öğrencilere uygulama öncesi atom ve molekül konusu anlatılmasına rağmen zihinsel model oluşturma sürecinden sonra öğrencilerin konuya ait alan bilgilerinde belirgin olarak eksikliğin olduğu ortaya çıkmıştır. Zihinsel modelin bireyin konuya dair neyi ne kadar öğrendiğine dair ölçüt belirlediği gerçeği elde edilen sonucu yansıtmaktadır.
2. Oluşturulan zihinsel modelin üç boyutlu şekilde uygulanması öğrencilerin atomun içyapısına dair kısımlarını ayrıntılı bir biçimde görmelerine olanak sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca atom katmanlarının üzerinde bulunan elektronun varlığının farkına varabilmek için bu tarz etkinliklerde yaparak-yaşayarak aktif olmanın anlamlı öğrenme için daha rahat çalışabileceklerini sonucunu yansıtmaktadır.
3. Öğrenciler zihinsel modellerini oluştururken tercih edilen yardımcı kaynakların içeriğinde en fazla oranda grup arkadaşlarını belirlemesi akran grubunda işbirlikçi öğretimin etkileşimi olumlu şekilde yansıttığını ancak model oluşturma sürecinde verilen ortak kararlarda (örneğin malzeme seçiminde vs.) grup içi kutuplaşmanın oluşabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
4. Kurgulanan zihinsel model ile oluşturulan zihinsel modelin benzerlik/farklılıklarını eleştiren öğrencilerin farklılık yönlerine dair daha fazla cümle kurdukları görüşü, hedef, istenilen-oluşturulan model gibi yönlerin çalışmanın tekrar edilmesi halinde modelin daha düzgün bir şekilde oluşturabileceğini vurguladıkları sonucunu ortaya çıkarmıştır. Zihinsel model kişiye özeldir, eksiktir ya da hatalıdır, gerektiğinde tamamlanabilir vs. özellikleri açısından bakıldığında öğrencilerin görüşleri ile eşdeğerde olduğu sonucunu yansıtmaktadır.
5. Öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modellerinin olumlu bakış açılarında modelin yardımcı unsur olarak görülmesi, zihinsel modelin yapı olarak zor, soyut ve

bilinmeyen bir kavramın tüm ayrıntılarına dair incelemede ve kendilerini sınamada aracı konumunda olduğu gerçeğini yansıtmıştır. Olumsuz bakış açılarında ise sürece deneyimsiz kalan öğrencilerin modeli kurgulamada, malzeme seçememe ya da uyumunda, grup arkadaşları ile paydaş fikirde olmama gibi sorunlar yaşaması model sürecinin zor olarak görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır.

6. Konu öğretimi sırasında aynı ders sürecinde bulunan öğrencilerin yarısına yakını alan bilgilerini zihinsel model oluşturmak için yeterli görmemesi konunun içeriğinden ziyade öğretim programında atoma ait bilgilerin yüzeysel olarak verildiğinin yansıması sonucu oluşmuştur.
7. Modelleme çalışmasının sonucunda modellerine ait bazı eksik noktaları eleştirilerin öğrencilerin zihinsel modellerinde oluşan eksikliklerin modellerine yansıttıklarında yanlış öğrenmelerin (yanılgı) gerçekleşeceğini vurguladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

6. 1. 3. Seçilen Malzemelere Yönelik Sonuçlar

1. Malzemenin fiziksel özellikleri kapsamında renk unsurunun tercih edilmesinin sebebinin öğrencilerin zihinsel modellerindeki atomun içyapısında bulunan proton, nötron ve elektronu farklı renklerde algılamaları sonucu oluşmuştur. Öğrencilerin öğretim için erişebileceği yardımcı kaynaklarda yer alan atoma dair görsellerin renklerinin öğrencilerde karmaşa yaratabileceği sonucunu yansıtmaktadır.
2. Malzemelerin içerik kapsamına yönelik kullanışlılığında daha fazla kolay yönü tercih eden öğrencilerin daha önceden belki de deneyim yaşanılmayan bir sürece dahil uyum sağlamada işe yaracağını düşündükleri gözlenmiştir. Bilinenden bilinmeyene, basitten karmaşığa bir akışta öğrencilerin yeni bir öğrenme sürecine daha rahat geçiş yapacağı sonucuna ulaşılmıştır.
3. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde yaşanılan zorluklarda en fazla malzemeden yana sıkıntı yaşadıkları, malzemenin içerik özelliğinden dolayı kesme, bükme, yapıştırma, söküp-takma, boyama gibi fiziksel aktivitelerde zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Atom altı parçacıkların üç boyutlu modele göre şekillendirilmesinin malzeme uyumunu yakalama çabalarında öğrencilerin deneyimsiz kaldıklarının yansımaları sonucu ortaya çıkmıştır.

6. 2. Öneriler

6. 2. 1. Araştırma Sonucuna Dayalı Öneriler

1. Atom kavramı ile yeni karşılaşan öğrencilerin konuyu ilk bakışta nasıl algılarsa ileri seviyeye o şekilde taşıyacağı göz önünde tutulduğunda; atom modellerinin ders anlatım sırasında sıralamasının dikkatli bir şekilde öğretilmesi ayrıca en güncel atom modelinin hangisi olduğunu benimsetilmesi öğrencilerde atoma dair kavram yanılgısını giderebilir.
2. Güncel programda atoma ve molekül konusuna ait verilen eğitimde yüzeyselliği gidermek ve öğrencilerin anlamlı öğrenmelerinin yeterli ölçüde gerçekleştirilmesi için programın içeriğinde yeni düzenleme yapılması gerekliliği dikkate alınabilir.

6. 2. 2. İleride Yapılabilecek Çalışmalara Yönelik Yapılacak Öneriler

1. Grup çalışması şeklinde yürütülen çalışmalarda oluşturulacak öğrenci gruplarında homojen dağılım yerine heterojen dağılımın olmasının daha ideal olacağı düşünüldüğünden dolayı araştırma yapacak kişinin okul yönetimindeki irtibat halinde olduğu öğretmenden öğrencileri bu tarz dağılım yapması şeklinde yönlendirme yaptırılması önerilebilir.
2. Zihinde kurgulanan bir kavramın modelini oluşturabilmek için tecrübenin önemi kavramın anlamlı öğretiminde uygun bir tutum olacağı düşünüldüğünden dolayı, ayrıntıların boyutunu daha net bir çerçevede sunan üç boyutlu model çalışmalarının daha sık uygulanması ihtiyacı karşılayabilir.
3. Öğrencilerin üç boyutlu model çalışmalarında yaratıcılıklarını ön plana çıkaran öğretim ortamlarında eğlenerek öğrendiklerine tanık olunduğundan dolayı eğitmenlerin (Öğretmen, uzmanlar vs.) bu tarz etkinlikleri sıklıkla yapmalarının öğretimi kolaylaştıracağı göz önünde tutulabilir.
4. Öğrencilerin üç boyutlu model çalışmalarında malzemelerin yapısını daha önceden tanımaları, rahat bir uygulama geçirmelerine zemin hazırlayacağı için laboratuar koşullarında malzemeler ile daha fazla yaparak-yaşayarak zaman geçirmeleri sağlanabilir.
5. Yapılan çalışma herhangi bir genellemeyi içermediğinden dolayı örneklem grubunda yer alan öğrencilerin tek bir okuldan seçilmesi yeterli bulunmuştur. Ancak model ve modelleme çalışmalarının ulusal çalışmalara yön vereceği düşünüldüğünden dolayı evren grubundaki öğrencilerin ve okul sayılarının artırılmasının belirli bir skalayı yakalamakta ya da karşılaştırma yapmakta işe yarayacağı dikkate alınabilir.

7. KAYNAKLAR

Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. and Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(2), 105–120.

Acher, A., Arcà, M. and Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science Education, 91*(3), 398-418.

Adadan, E. (2006). Promoting high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter through multiple representations. Doctoral dissertation, The Ohio State University, United States of America.

Adbo, K. and Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, *31*(6), 757-786.

Akkaya, R. ve Memnun, D. (2012). Öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlığa ilişkin öz-yeterlik inançlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 19,* 96-111.

Akpınar, E. (2006). Fen öğretiminde soyut kavramların yapılandırılmasında bilgisayar desteği: Yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesi. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2004). Yapılandırmacı kuram ve fen öğretimi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, *15*, 108-113.

Akyol, D. (2009). Fen alanlarında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Akgün, L. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Akıllı, M. (2011). Fen bilgisi eğitimi 2. sınıf öğrencilerine "Atomun yapısı" konusunun 3D modelleri yardımıyla öğretimi. Doktora tezi, Atatürk üniversitesi, Erzurum.

Akıllı, M. ve Seven, S. (2013). 3D bilgisayar modellerinin akademik başarıya ve uzamsal canlandırmaya etkisi: Atom modelleri. *Turkish Journal of Education, 3*(1), 11-23.

Aktamış, H., Akpınar, E. and Ergin, Ö. (2005). The students' view on the use of educational technology in science course. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4*(1), 93-100.

Albanese, A. and Vicentini, M. (1997). Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model. *Science & Education*, *6*(3), 251-261.

Alev, N. (2007). [Nitel veri analizi dersi]. Yayınlanmamış ders notları.

Alkin, M. C., Daillak, R. and White, P. (1979). *Using evaluations: Does evaluation make a difference?* Beverly Hills, CA: Sage publications.

Alkan, M., Şengül, E., Yıldız, A. ve Yıldız, Y. K. (1998, Eylül). *Lise öğrencilerinin atom, molekül ve mol konuları ile ilgili yanlış kavramaları.*12. Ulusal Kimya Kongresi'nde sunulan bildiri. Trakya Üniversitesi, Edirne.

Alkan, İ. (2015). Mitoz bölünme öğretimi için kavramsal değişim odaklı bir modelin (materyal) geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2010). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı* (6. Baskı). Sakarya: Sakarya Yayıncılık.

Al-Balushi, S. M. (2003). Exploring omani pre-service science teachers' imagination at the microscopic level in chemistry and their use of the particulate nature of matter in their explanation. Doctoral dissertation, Universty of Iowa, United States of America.

Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M. and Burkhardt, H. (2007). Classroom activities and the teacher. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 295-308). New York: Springer US.

Anzai, Y. and Yokoyama, T. (1984). Internal models in physics problem solving. *Cognition and Instruction, 1(4),* 397-450.

Altun, M. (2002). *İlköğretim ikinci kademede (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi.* İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Altuntaş-Aydın, M. (2011). Model ve kavramsal değişim metinlerinin birlikte kullanılmasının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 'Atomun yapısı' konusunu anlamaları üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Ardaç, D. and Akaygün, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(4), 317-337.

Arslan, A. (2013). Araştırma-sorgulama ve model tabanlı araştırma-sorgulama ortamlarında öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal değişim süreçlerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Arslan, A. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırda tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Arslan, A. ve Doğru, M. (2014). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırda tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities, 4*(2), 1-17.

Aslan, A. ve Yadigaroğlu, M. (2014). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 3*(1), 187-195.

Atasoy, B. (2000). *Genel kimya.* Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5*(4), 679-700.

Aydın, H. (2008). İngiltere'de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydın, G. (2011). Öğrencilerin "Hücre bölünmesi ve kalıtım" konularındaki kavram yanılgılarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Aydın, D. (2013). Farklı sosyo-kültürel çevrelerde (Antalya ili örneği) öğrenim gören ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydın-Güç, F. (2015). Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Aydın, İ. ve Özgürtaş, T. (2007). Bilim ve modelleme. *Türk Biyokimya Dergisi, 32*(4), 185-189.

Aydınlı, E. (2007). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ilişkin performanslarının değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(2), 111-124.

Aytekin, A. (2011). Fizik eğitiminde elektrik ve manyetizma konularının öğretiminde kullanılan model ve benzetmelerin tespiti. Yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak.

Ayvacı, H. Ş. (2010). Fizik öğretmenlerinin bağlam temelli yaklaşım hakkındaki görüşleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*, 42-51.

Ayvacı, H. Ş., Ültay, E. ve Mert, Y. (2012). 9. sınıf fizik öğretim programında yer alan teknoloji tasarım kazanımlarının uygulanabilirliğine yönelik öğretmen görüşlerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *31(1),* 20-43.

Bacanak, A. (2013). Fen ve Teknoloji dersinin öğrencilerde girişimcilik becerisinin gelişimine etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 13*(1), 609-629.

Bağcı-Kılıç, G. (2001). Oluşturmacı fen öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 1,* 7-22.

Bağcı-Kılıç, G. (2003). Concept maps and language: A Turkish Experience*. International Journal of Science Education, 25(11),* 1299-1311.

Bahar, M., Johnstone, A. H. and Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education, 33*(2), 84-86.

Bak, Z. ve Ayas, A. (2008, Mayıs). *Kimya öğrencilerinin atom kavramını anlama düzeylerinin kavram haritası yöntemiyle belirlenmesi.* 8. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı'nda sunulan bildiri (EICT 2008), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2*(1), 27-50.

Balcı, A. (2009). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler.* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Balkan, A. (2007). İlköğretim 7. sınıf sosyal bilgiler dersinde harita kullanımının derse karşı tutuma, başarıya ve hatırda tutma düzeyine etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Bao, L. and Redish, E. (2001). Model Analysis: Assessing the dynamics of student learning. *Retrieved April 21, 2016 from* http://dx.doi.org/10.1103/PhysRev STPER.2.010103

Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M. and Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of research in science teaching*, *37*(7), 719-756.

Barnea, N. and Dori Y. J. (1996). Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical İnformation Computer Science, 36*(4), 629-636.

Barnea, N. and Dori Y. J. (2000). Computerized molecular modeling the new technology for enhancing model perception among chemistry educators and learners. *Chemistry Education Research And Practice In Europe*, *1(1),* 109-120.

Başdaş, E. (2007). İlköğretim fen eğitiminde basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Batı, K. (2014). Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Bayrak, B. ve Erden, A. M. (2007). Fen bilgisi öğretim programının değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *15*(1), 137-154.

Baysarı, E. (2007). İlköğretim düzeyinde 5. sınıf fen ve teknoloji dersi canlılar ve hayat ünitesi öğretiminde kavram karikatürü kullanımının öğrenci başarısına, fen tutumuna ve kavram yanılgılarının giderilmesine olan etkisi. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Bebek, G. 2016. Öğrencilerin modelleme süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik ölçme araçlarının geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Bekiroğlu-Ogan, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal Of Science Education, 29*(5), 555-593.

Bektaş, (2003). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili lise 1. sınıf öğrencilerinin yanlış kavramaları, nedenleri ve giderilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ben-Zvi, R., Eylon, B. S. ve Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemistry Education, 63*(1), 64-66.

Ben-Zvi, R., Eylon, B. and Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry, 25*(3), 89-92.

Berber, N. C. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21*, 87-97.

Bilal, E. (2010). Elektrik konusunun modelleme yoluyla öğretiminin kavramsal anlama, akademik başarı ve epistemolojik inançlara etkisi. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Bilen, N. (2015). Ortaokul matematik dersi beşinci sınıf öğretim programının öğretmen görüşlerine göre matematiksel model ve modelleme açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Bilgin, M. (2010). Yükseltgenme-indirgenme konusunun öğretilmesinde bilgisayar destekli eğitimin öğrenci başarısına etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Blatchford, P., Kutnick, P., Baines, E. and Galton, M. (2003). Toward a social pedagogy of classroom group work. *International Journal of Educational Research, 39*(1), 153-172.

Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, *63*(10), 873-878.

Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed. *Spectrum*, *28*(1), 27-32.

Boo, H. K. and Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16-18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education, 85*(5), 568-585.

Borges, A. T. and Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal Of Science Education, 21*(1), 95-117.

Boulter, C. J. and Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 41–57). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Bozoğlu, M. (2007). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinde atom kavramı hakkında imaj oluşturmada rol oynama yönteminin etkisi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Brewe, E. (2008). Modeling theory applied: Modeling instruction in introductory physics. *American Journal of Physics*, *76*(12), 1155-1160.

Brizuela, B. M., Stewart, J. P., Carillo, R. G. and Berger, J. G. (2000). Acts of inquiry in qualitative research, 34. Harvard Educational Review, Cambridge: Harvard Educational Review.

Brown, D. (1993). Refocusing core instutions: A concretizing role for analogy in conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(10), 1273-1290.

Buckley, B. C. and Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building in mental models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp.119-136), UK: Kluwer Academic Publishers.

Burkaz, S. (2012). Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımı. Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Üniversitesi, Rize.

Büyüköztürk, Ş. (2001). *Deneysel desenler: Öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Byl, P. and Taylor, J. (2007). A web 2.0/web3d hybrid platform for engaging students in e-learning environments. *Turkish Online Journal of Distance Education, 8*(3), 108-127.

Campell, D. T. and Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In N. L. Gage & Rand McNally (Eds.), *Handbook of research on teaching* (pp. 171-246). Chicago: College Publishing Company.

Cardoso-Mendonça, P. C. and Justi, R. (2013). The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram. *International Journal of Science Education, 35*(14), 2407-2434.

Carter, G., Westbrook, S. L. and Thompkins, C. D. (1999). Examining science tools as mediators of students' learning about circuits. *Journal of Research in Science Teaching, 36(1),* 89-105.

Cartier, J., Rudolph, J. and Stewart, J. (2001). *The nature and structure of scientific models*. Retrieved 13 November, 2016 from http://www.wcer.wisc.edu/ncisla

Chi, M. T., Slotta, J. D. and De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, *4*(1), 27-43.

Chittaro, L. and Roberto, R. (2007). Web 3D Technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education, 49*(1), 3-18.

Chittleborough, G. and Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 274-292.

Clement, J. (1989). Learning via model construction and criticism: Protocol evidence on sources of creativity in science. In G. Glover, R. Ronning and C. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity: Assessment, theory and research* (pp. 341-381). NY: Plenum.

Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of research in science teaching*, *30*(10), 1241-1257.

Clements, D. H. (2000). 'Concrete' manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, *1*(1), 45-60.

Clement, J. J. and Steinberg, M. S. (2002). Step-wise evolution of mental models of electric circuits: A "learning-aloud" case study. *The Journal of the Learning Sciences*, *11*(4), 389-452.

Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, *31*(3), 357-382.

Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(5), 464-486.

Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, *87*(5), 685-707.

Coll, R. K., France, B. and Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, *27*(2), 183-198.

Collins, A. and Gentner, D. (1987). How people construct mental models. In D. Holland & N. Quinn (Eds.), *Cultural models in language and thought* (pp. 243-265). New York: University of Cambridge.

Coşgun-İlgar, S. ve İlgar, M. Z. (2015). Nitel veri analizinde bilgisayar programları kullanılması. *İstanbul Sabahattin Zaim Sosyal Bilimler Dergisi, 3*(5), 31-78.

Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J. and Fayol, M. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education, 8*(3), 305-313.

Cros, D., Chastrette, M. and Fayol, M. (1988). Conceptions of second year university students of some fundamental notions in chemistry. *International Journal of Science Education, 10*(3), 331-336.

Çakır, M. (2011). Üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Çapar, M. (2009). Temel eğitimde 9-12 yaş arası çocuklarda üç boyutlu çalışmaların yaratıcılık eğitimine etkisi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Çavuş, A. (2013). Ortaokul 7. sınıf fen ve teknoloji dersinin çevre eğitimi açısından etkiliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi (Bingöl İli Örneği). Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Çelik, B. (2015). Beşinci sınıf kesirler konusunun öğretim sürecinin matematiksel modeller açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Chiu, M. and Lin, J. (2005). Promoting fourth grades' conceptual change of their Understanding and problem solving of topics in genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, *23*, 165-176.

Çilenti, K. (1985). *Fen eğitimi teknolojisi*. Ankara: Kadıoğlu Matbaası.

Çiltaş, A. (2011). Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çiltaş, A. (2012). The effect of the mathematical modelling method on the level of creative thinking. *The New Educational Review, 30*(4), 103-113.

Çiltaş, A. ve Işık, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının dizi ve serilerle ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(2), 167-182.

Çökelez, A. (2015). Fen eğitiminde model ve modelleme öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler: Alanyazın taraması. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, *10*(15), 255-272.

Cokelez, A. and Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice, 6(3),* 119-135.

Çökelez, A. ve Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7.sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *Elementary Education Online*, *11(2),* 452-471.

Çömek, A. (2009). İnternetin etkin kullanımı ile öğrenme stillerinin öğretmen adaylarının akademik başarı ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Dağlar-Güleş, S. (2008). 2005 yılı ilköğretim 6. sınıf matematik dersi programının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Dalgarno, B., Hedberg, J. and Harper, B. (2002). The contribution of 3D environments to conceptual understanding. In O. J. McKerrow (Eds.), *Winds of change in the sea of learning: Proceedings of the 19th annual conference of the Australasian Society for computers in learning in tertiary education* (Vol.1 pp. 149-158). Auckland, New Zealand: UNITEC, Institute of Technology.

Darden, L. (1991). *Theory change in science: Strategies from Mendelian genetics*. Oxford University Press.

Davies, T. (1997). Creativity and modelling in technology and technology education. *Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education*, 208-227.

Demiralp, N. (2007). Coğrafya eğitiminde materyaller ve 2005 coğrafya dersi öğretim programı. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 373-384.

Demirayak, K. (2006). Lise birinci sınıf biyoloji dersinde okutulan "Hücrenin yapısı ve işlevleri" konusunun öğretilmesinde modellerin rolü. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Demirci, S., Yılmaz, A. ve Şahin, E. (2016). Lise ve üniversite öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerine genel bir bakış. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi, Kısım C: Kimya Eğitimi, 1*(1), 87-106.

Demircioğlu, H., Vural, S. ve Demircioğlu, G. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin zihinsel modelleri: maddenin tanecikli yapısı. *Eğitim Bilimleri Dergisi, 38*, 65-84.

Demirhan, E. (2015). 3D model tasarlamanın fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarıları, problem çözme becerileri, bilimsel yaratıcılıkları ve sürece yönelik algılarına etkisinin incelenmesi. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Deniz, D. ve Levent, A. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalnmarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *4*(1), 103-116.

Derviş, N. (2009). Bilgisayar destekli fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin "Yaşamımızı etkileyen manyetizma" ünitesindeki akademik başarılarına, tutumlarına ve bilimsel düşünme becerilerine etkisi. Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

Devetak, I., Hajzeri, M., Glažar, S. A. and Vogrinc, J. (2010). The ınfluence of different models on 15-years-old students' understanding of the solid state of matter. *Acta Chimica Slovenica*, *57*(4), 904-911.

Dişbudak, K. (2014). Model oluşturma etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Doerr, H. M. (2006). Teachers' ways of listening and responding to students' emerging mathematical models. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, *38(3),* 255-268.

Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in Science.* Philadelphia: Open University Press.

Durmuş, S. ve Kocakülah, S. M. (2006). Fen ve matematik öğretiminde modelleme. Bahar, M. (Eds.), *Fen ve teknoloji öğretimi* içinde (s. 300-316). Ankara: PegemA Yayınevi

Düşkün, İ. ve Ünal, İ. (2015). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 4*(6), 2-18.

Eilam, B. (2004). Drops of water and of soap solution: Students' constraining mental models of the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 970-993.

Einstein, A. (1996). *The ultimate quaotable Einstein.* Alice Calaprice: Princeton University Pres.

Elner, R. (1997). Models in design and techonology education. *Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education, 58-75.*

Emli, Z. (2014). Yedinci sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modelleri. Yüksek lisans tezi, Ahi Evren Üniversitesi, Kırşehir.

English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics, 63*(3), 303-323.

English, L. D., Fox, L. J. and Watters, J. J. (2005). Problem posing and solving with mathematical modeling. *Teaching Children Mathematics, 12*(3), 156-163.

English, L. D. and Lesh, R. A. (2003). Ends in-view problems. In R. A Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 297–316.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

English, L. D. and Watters, J. (2004b). *Mathematical modelling with young children, 2,* 335-342. Paper presented at 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.

English, L. D. and Watters, J. (2005b). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal, 16*(3), 58-79.

Eraslan, A. (2011b). *Matematiksel modelleme: İlköğretimde nasıl uygulanmalı? Uygarlığın gelişiminde matematik.* X- Matematik Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Işık Üniversitesi, İstanbul.

Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik ünvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi, 2*(1), 142-159.

Erden, M. (2005). *Öğretmenlik mesleğine giriş*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.

Erdoğan, M. N. (2005). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki başarılarına, kavramsal değişimlerine, bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına sorgulayıcı-araştırma (inquiry) yönteminin etkisi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ergün, A. (2013). Atom ve molekül konusunda kavram yanılgıları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Eric, C. C. M. (2010). Tracing primary 6 students' model development within the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(3), 40-57.

Eric, C. C. M., Dawn, N. K. E., Wanty, W. and Seto, C. (2015). A case study on developing a teacher's capacity in mathematical modelling. *The Mathematics Educator, 16*(1), 1-31.

Erol, M. (2015). Modelleme etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlıkları ve inançları üzerine etkisi. Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002, Eylül). *Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının ölçülmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi'nde sunulan bildiri. ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi, Ankara.

Ferri, R. B. and Blum, W. (2009). *Mathematical modelling in teacher education–experiences from a modelling seminar*. (*Cerme 6–Workıng Group 11)*, University of Hamburg and University of Kassel, Germany.

Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In G. Peter, Z. Robyn & C. Mohan (Eds.), *29th Annual Conference of Mathematics Education Group of Ausralasia (pp. 221-228).* Australia: Canberra.

Frederiksen, J. R., White, B. Y. and Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of research in science teaching*, *36*(7), 806-836.

Franco, C., Lins de Barros, H., Colinvaux, D., Krapas, S., Queiroz, G. and Alves, F. (1999). From scientists' and inventors' minds to some scientific and technological products: Relationships between theories, models, mental models and conceptions. *International Journal of Science Education*, *21*(3), 277-291.

Franco, C. and Colinvaux, D. (2000). Grasping mental models. In J. K. Gilbert & C. J. Boluter. (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 93-118). UK: Kluwer Academic Publishers.

Gabel, D. L. and Bunce, D. M. (1994). Research on problem solving: Chemistry. In D. L. Gabel (Eds.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 301-325). New York: Macmillan.

Garnett, P. J. and Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(2), 121-142.

Garnett, P. J., Garnett, P. J. and Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education, 25,* 69-95.

Gilbert, J. K. and Boulter, C. (1993). Models and modeling in science education. *Association of Science Education, Hatfield, UK*.

Gilbert, S. W. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching, 26*(4), 315-327.

Gilbert, J. (2002). Modellling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education, 24(4),* 369-387.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: Routes to more authentic science education. *International Journal Of Science and Mathematics Education, 2*(2), 115-130.

Gilbert, S. W. (2011). *Models-based science teaching*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Gilbert, J. K. and Osborne, R. J. (1980). The use of models in science and science teaching. European Journal of Science *Education, 2*(1), 3-13.

Gilbert, J. K. and Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education, 10,* 61-98.

Ginsburg, H., Kossan, N., Swhwartz, R. and Swanson, D. (1983). Protocol methods in research on mathematics thinking. In H. P. Ginsburg (Eds.), *The development of mathematical thinking* (pp. 7-47). New York*: Acad*emic press.

Gobert, J. D. (2000). A typology of causal models for plate tectonics: Inferential power and barriers to understanding. *International Journal of Science Education, 22*(9), 937-977.

Gobert, J. D. and Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education, 22*(9), 891-894.

Gobert, J. D. and Pallant, A. (2004). Fostering students' epistemologies of models via authentic model-based tasks. *Journal of Science Education and Technology, 13*(1), 7-22.

Gökçe-Şahin, M. (2008). Modelleme yöntemiyle öğretimin lise öğrencilerinin eğik atış konusunu anlamasına etkisi. Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Gözmen, E. (2008). Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "Mayoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Greca, I. M. and Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education, 22*(1), 1-11.

Greca, I. M. and Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education, 86*(1), 106-121.

Griffiths, A. K. and Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science teaching, 29*(6), 611-628.

Griffiths, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions. *Problem solving and misconceptions in chemistry and physics, 70-*99.

Griffiths, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions. In H.J. Schmidt, (Ed.), Proceedings of the 1994 International Symposium on Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics (pp. 70-99), The International Council of Association for Science Education Publications,

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. and Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science teaching, 28*(9), 799-822.

Güder, Y. (2013). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Gülçiçek, Ç. (2002). Lise 2. sınıf öğrencilerinin mekanik enerjinin korunumu ile ilgili kavram yanılgıları. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Gülçiçek, Ç. (2005). *Bilimsel Modeller ve Modelleme*. (R. Yağbasan, Çev.), Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu Fizik. Ankara: Gazi Kitabevi.

Gülçiçek, Ç., Bağı, N. ve Moğol, S. (2004). Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (analoji) modelini analiz yeterlikleri. *Milli Eğitim Dergisi, 159,* 74-84.

Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(1), 65-90.

Günbatar, S. (2003). Fizik eğitiminde elektrik ve manyetizma konularındaki anlaşılması zor kavramlar için model ve benzetme geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Günbatar, S. ve Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(1), 185-197.

Gündüz, A. (2001). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde atom ve molekül kavramı. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Gündüz, Ş. (2011). *Okulöncesi dönem öğretim materyalleri ve yaratıcılık.* (B. Erişti & S. D., Çev.) Okulöncesinde Materyal Geliştirme.

Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, *1*(1), 35-48.

Güneş, M. H. and Çelikler, D. (2010) .The investigation of effects of modelling and computer assisted ınstruction on academic achievement. *The International Journal of Educational Researchers, 1*(1), 20-27.

Haidar, A. H. (1988). A comparasion of applied and theoritical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. Unpublished doctoral dissertation, The University of Oklahoma, Oklahoma, USA.

Haidar, A. H. and Abraham M. R. (1991). A comparasion of applied and theoritical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, *28*(10), 919-938.

Halloun, A. (2004). *Modeling theory in science education.* Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Hanke, U. (2008). Realizing model-based ınstruction-The model of model-based ınstruction. In D. Ifenthaler, P. Pirnay-Dummer and JM Spector (Eds.), *Understanding models for learning and ınstruction* (pp. 175-186). Feiuburg: Springer US.

Harman, G. (2012, Haziran). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi.* X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde.

Harman, G. ve Alat, K. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve teknoloji dersinde model kullanımına yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,17*(1), 30-54.

Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science education, 80*(5), 509-534.

Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics, 98*(8), 420-429.

Harrison, G. A. and Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1011-1026.

Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000b). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education, 84*(3), 352-381.

Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in science education, 31*(3), 401-435.

Harrison, A. G. (2001). Textbooks for outcomes science: A review. *The Queensland Science Teacher, 27*(6), 20-22.

Herron, J. D. (1978). Piaget in the classroom: Guidelines for applications**.** *Journal of Chemical Education, 55*(3), 165-170.

Hestenes, D. (2006*, August*). Notes for a modeling theory. In *Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modeling in physics and physics education, 31,* 27.

Hestenes, D. (2010). Modelling theory for math and science education. In R. Lesh, P. L Galbraith, C. R Haines & A. Hurford. (Eds.), *Modelling students' mathematical Modelling Competencies: ICTMA* (pp. 13-41). New York: Springer.

Hewson, M. G. and Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 20*(8), 731-743.

Hiebert, J. and Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. *The Case of Mathematics*, 1-28.

Hitchook, G. and Hughes, D. (1995). *Research and the teacher: a qualitative introduction to school based research* (2nd ed.). London&New York: Routledge.

Hofstein, A. and Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education, 88,* 28-54.

Hrepic, Z. (2004). Development of real-time assessment of students' mental models of sound propagation. Unpublished doctoral thesis University of Split, Split, Croatia.

Hrepic, Z., Zollman, D. and Rebello, S. (2002, August). *Identifying students' models of sound propagation.* Paper presented at Physics Education Research Conference, Boise, ID.

Ingham, A. M. and Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, *13*(2), 193-202.

İyibil, Ü. (2010). Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

İyibil, Ü. ve Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* (EFMED), *4*(2), 25-46.

Janiuk, R. M. (1993). The process of learning chemistry: A review of the studies. *Journal of Chemical Education, 70*(10), 828-829.

Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education, 70*(9), 701-705.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models.* Cambridge: Cambridge University Press.

Jong, O. D. (2009). How to teach scientific models and modelling: A study of prospective chemistry teachers' knowledge base. *International Journal of Science Education, 31*(6), 829-850.

Justi, R. and Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the Atom'. *International Journal of Science Education, 22*(9), 993-1009.

Justi, R. S. and Gilbert, J. K. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of science education, 24*(12), 1273-1292.

Justi, R. S. and Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education, 24*(4), 369-387.

Justi, R. and Van Driel, J. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: Promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education, 27*(5), 549-573.

Kaiser, G. (2010, Springer). Introduction: ICTMA and the teaching of modeling and applications. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies.* ICTMA 13, New York Dordrecht Heidelberg London.

Kaiser, G. and Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38*(2), 196 -208.

Kal, F. M. (2013). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

Kandemir, M. A. (2011). Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi. Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kant, S. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler. Yüksek lisans tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. İstanbul: MEB Yayınları Öğretmen Kitapları Dizisi.

Karacan, H. (2014). Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının elektrik akımı konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Karadaş, C. (2004). Atomcu düşünceler ve kelâm atomculuğu. *Kelam Araştırmaları Dergisi, 2(1),* 57-72.

Karagöz, Ö. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 9*(1), 132-142.

Karalı, D. (2013). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması. Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Karataş, İ. ve Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler. Klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim Online E-Dergisi, 2*(2), 2-9. http://www.ilköğretim-online.org.tr adresinden 15.11.2016 tarihinde erişilmiştir.

Kaya, O. N. (2002). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom ve atomik yapı konusundaki başarılarına, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığına, tutum ve algılamalarına çoklu zeka kuramının etkisi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kayhan, H. C. (2010). İlköğretim öğrencilerinin kesir çeşitlerini birbirine dönüştürme süreçlerindeki zihinsel modellerinin belirlenmesi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Karasar, N. (1999). *Bilimsel araştırma yöntemi* (9. Basım). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Karataş, Z. (2015). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi 1*(1), 62-80.

Kertil, M. (2008). Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education, 91*(6), 877-905.

Khan, S. (2011). What's missing in the model based teaching. *Journal of Science Teacher Education, 22,* 535-560.

Kılıç, R. (1997). Görsel öğretim materyalleri tasarım ilkeleri. *Millî Eğitim Dergisi, 136,* 74.

Kıray, S. A. (2016). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. International Journal of Education in Mathematics. *Science and Technology, 4*(2), 147-162.

Kim, G. (2008). Increasing concept learning in high school students: Ddoes the creative and use of manipulatives depicting the particulate nature of matter increase concept learning? Retrieved 12 march, 2016 from http://www.sas.upenn.edu/ ~kimg/mcephome/educ536/draft747

Koçak, E. (2006). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde "sindirim ve görevli yapılar", "Boşaltım ve görevli yapılar" ve "çiçekli bir bitkiyi tanıyalım" konularının modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi*, Erzurum*.

Koponen, I. T. (2007). Models and modeling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions. *Science Education*, *16*(7)*,* 751-773.

Korkmaz, E. (2010). İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri. Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Koylahisar-Dündar, T. (2012). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde özdeşlikleri modelleme becerilerinin incelenmesi: Origami ile modellenmesi. Yüksek lisans tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Kozma, R. B., Russell, J., Jones, T., Marx, N. and Davis, J. (1996). The use of multiple, linked representations to facilitate science understanding. In *Based on presentations at the NATO Symposium on International Perspectives on the Psychological Foundations of Technology-Based Learning Environments, Crete, Greece and at the 5th EARLI Conference, Aix-en-Provence, France,* Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Köklü, N. (2009). Elektrik konularının öğretiminde pedagojik-analojik modellerin öğrenci başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Köse, S. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanılgılarının giderilmesinde kavram haritalarıyla verilen kavram değişim metinlerinin etkisi. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon.

Kurnaz, M. A. and Sağlam-Arslan, A. (2008, August). *Prospective physics teachers' modeling abilities of situations related with gravitational force.* Paper presented at 25th International Physics Conference, Bodrum, Turkey.

Kurnaz, M. A. and Sağlam-Arslan, A. (2009). Using the anthropological theory of didactics in physics: Characterization of the teaching conditions of energy concept and the personal relations of freshmen to this concept. *Journal of Turkish Science Education, 6*(1), 72-88.

Kurnaz, M. A. ve Sağlam-Arslan, A. (2011). Model tabanlı öğrenme yaklaşımını temel alan öğrenme ortamının öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeylerine etkisi. *e-international Journal of Educational Research, 2*(2), 1-16.

Kurnaz, M. A. and Sağlam-Arslan, A. (2011). Praxeological analysis of the teaching conditions of the energy concept. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, *5(4)*, 233-242.

Kurnaz, M. A. (2011). Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Kurnaz, M. A. ve Değermenci, A. (2012). 7. Sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online, 11*(1), 137-150.

Kurnaz, M. A. and Emen, A. Y. (2013). Mental models of the high school students related to the contraction of matter. *International Journal of Educational Research and Technology*, *4*(1), 1-5.

Kurnaz, M. A., Tarakçı, F., Aydın, A. ve Pektaş, M. (2013). *Elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. Uşak Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 6*(4), 33-51.

Kurnaz, M.A. ve Yüzbaşıoğlu, M.K. (2014, Eylül). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin ses konusuyla ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi.* 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Kurnaz, M. A. and Emen, A. Y. (2014). Student mental models related to expansion and contraction. *Acta Didactica Napocensia, 7*(1), 59-67.

Kurt, Ş. (2002). Fizik öğretiminde bütünleştirici öğrenme kuramına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Kuş, E. (2006). *Sosyal bilimlerde bilgisayar destekli nitel veri analizi.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Küçükahmet, L. (1997). *Eğitim programları ve öğretim "Öğretim İlke ve yöntemleri",* Genişletilmiş (8. Baskı). Ankara: Gazi Kitapevi.

Küçüközer, H. (2004). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi. Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Lazarowitz, R. and Naim, R. (2013). Learning the Cell Structures with three- dimensional Models: Students' achievement by methods, type of school and questions' cognitive level. *Journal of Science Education and Technology, 22*(4), 500-508.

LeBoutillier, N. and Marks, D. F. (2003). Mental imagery and creativity: A meta-analytic review study. *British Journal of Psychology, 94*(1), 29-44.

Lesh, R. and Doerr, H. (2003). Foundation of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning. In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving* (pp.3-35). NY: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R. A. and Lehrer, R. (2003). Models and modelling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking and Learnin*g *5*(2-3), 109-129.

Lesh, R. and Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning, 2,* 763-804.

Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. and Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching, 30*(3), 249-270.

Limont, W. (2003). *Creative imagination in science education. In science Education: Talent recruitment and public understanding* (Csermely, P. & Lederman, L., Trans). Los Pr: IOS Press.

Lijnse, P.L., Licht, P., de Vos, W, and Waarlo, A.J. (1990). *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: A central problem in secondary science education.* Utrecht, The Netherlands: CD-β Press.

Liu , C. K., Lai C. W. and Chiu, M. H. (1997). Teaching and learning the conception of material in chemistry education. http://www.ntnu.edu.tw/acad/docmeet/97/a11/ a1101-1.pdf adresinden 27.08.2010 tarihinde erişilmiştir.

Loman, N. L. and Mayer, R. E. (1983). Signaling techniques that increase the understandability of expository prose. *Journal of Educational psychology, 75*(3), 402-412.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 113-142.

Maaß, K. (2007a). Modelling taks for low achieving students. First results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Eds.), *CERME 5 – Proceedings of the fifth congress of the european society for research in mathematics education* (pp. 2120-2129). Larnaca: University of Cyprus.

Maaß, K. (2011). Identifying drivers for mathematical modelling – a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 367-373). New York: Springer.

MacKinnon, G. R. (2003). Why models sometimes fail? Journal of College Science Teachin*g, 32*(7), 430-433.

Malone, K. L. (2006). A comparative study of the cognitive and meta cognitive differences between modeling and non-modeling high school physics students. Unpublished doctoral dissertation. Carnegie Mellon University, Pitssburgh, PA.

M´arquez, C., Izquierdo, M. `E. and Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education*, *90*(2), 202-226.

Margel, H., Eylon, B. and Scherz, Z. (2004). "We actually saw atoms with our own eyes". Conceptions and convictions in using the scanning tunneling microscope in junior high school. *Journal of Chemical Education, 81*(4), 558-566.

Markow, P. G. and Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, *35*(9), 1015-1029.

Matthews, M. R. (2007). Models in science education: An introduction. *Science Education, 16*(7)*,* 647-652.

Mayer, R. E. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of educational psychology, 81*(2), 240-246.

Mayer, R. E., Dyck, J. L. and Cook, L. K. (1984). Techniques that help readers build mental models from scientific text: Definitions pretraining and signaling. *Journal of Educational Psychology*, *76*(6), 1089-1105.

Mcintosh, W. J. (1986). The effect of imagery generation on science rule learning. *Journal of Research in Science Teaching, 23*(1), 1-9.

Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching–learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education, 26*(5), 605-618.

Merritt J. D. Krajcik J. and Y. Shwartz (2008, June). Development of a learning progression for the particle model of matter. In *Proceedings of the 8th international conference on International conference for the learning sciences* (Vol. II, pp. 75-81). International Society of the Learning Sciences, Utrecht, The Netherlands.

Metin, D. ve Leblebicioğlu, G. (2015). Ortaokul 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin bir yaz bilim kampı süresince gelişimi. *Eğitim ve Bilim, 40*(177*),* 1-18.

Meyer, J. H. F. and Land, R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practicing within the disciplines. In C. Rust (Eds.), *Improving student learning, Improving student learning theory and practice, Ten years on* (pp. 412-424). Oxford, England: OCSLD.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2008a). *İlköğretim fen ve teknoloji 7 ders kitabı* (2. Baskı). Ankara: İmpress Baskı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2008b). *İlköğretim fen ve teknoloji 6 ders kitabı* (4. Baskı). Ankara: Ada Matbaacılık.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2008f). *İlköğretim fen ve teknoloji 7 öğretmen kılavuz kitabı* (2. Baskı). Ankara: İmpress Baskı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2008). *Ortaöğretim 11. sınıf fizik dersi öğretim programı.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). İlköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2015). *Ortaokul fen bilimleri 7 sınıf ders kitabı*. Ankara: Sonuç Yayıncılık.

Minaslı, E. (2009). Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Mirzalar-Kabapınar, F. ve Adik, B. (2006). Ortaöğretim öğrencilerinin kovalent bağda elektronların konum ve hareketlerini anlama biçimleri. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 23,* 205-208.

Mousoulides, N., Pittalis, M. and Christou, C. (2006, July). Improving mathematical knowledge through modeling in elementary school. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká & N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, *4,* 201- 208.

Mousoliudes, N., Pittalis, M., Christou, C. and Sriraman, B. (2010). Tracing Student‟s Modelling Processes in School. In R. A. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modelling student's mathematical modelling competencies: The 13. ICTMA Study* (pp. 119–129). New York: Springer.

Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, *69*(3), 191-196.

Nakhleh, M. B., Lowrey, K. A. and Mitchell, R. C. (1996). Narrowing the gap between concepts and algorithms in freshman chemistry. *Journal Chemical Education, 73*(8), 758.

Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. and Saglam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(5), 581-612.

Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 88-98.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standarts for School Mathematics: An Overview.* National Council of Teachers of Mathematics. Reston: Author.

National Commission on Mathematics, Science Teaching [NCMST]. (2000). Before it's too late. US: Diane Publishing Company.

National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn.* Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council [NRC]. (1998). *High school mathematics at work: essays and examples for the education of all students.* Washington, DC: National Academy Pres.

National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nersessian, N. J. (1992). How do scientist think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In R. N. Giere (Eds.), *Cognitive models of science* (pp. 3-44). Minneapolis: University of Minnesota Press.

Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. In P. Carruthers, S. Stephen & M. Siegal (Eds.), The cognitive basis of science (pp.133-152). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Neuman, W. L. (2012). *Toplumsal araştırma yöntemleri: Nicel ve nitel yaklaşımlar I-II. Cilt* (5. Basım). İstanbul: Yayın Odası.

Nicoll, G. A. (2001). A report of undergraduates bonding misconception. *International Journal of Science Education, 23*(7), 707-730.

Noh, T. and Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of research in science teaching, 34(2)*, 199-217.

Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. A. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14). NY: Psychology Press.

Novick, S. and Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science education*, *62*(3), 273-281.

Novick, S. and Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education, 65*(2), 187-196.

Nunez-Oviedo, M. C. (2004). Teacher-student co-construction process in biology: strategies for developing mental models in large group discussions. Unpublished doctoral dissertation, Graduat School Of Universtiy Of Masachusetts Amherst.

Ogan-Bekiroglu, F. (2006, August). Pre-Service physics teachers' knowledge of models and perceptions of modelling. Paper presented at the Annual GIREP Conference Amsterdam, The Netherlands.

Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education, 29*(5), 555-593.

Oğuz, A. (2007). Developing students' understanding and thinking process by model construction. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32(32),* 198-197.

Oğuz, A. (2007). Teoriden pratiğe örneklerle fen kavramlarının oluşumuna ait kuramlara bir bakış. *Eğitim Bilim Toplum Dergisi, 5*(19), 26-51.

Oruncak, B. (2005). Ortaöğretim ve yükseköğretimde öğrencilerin atom kavramı ile ilgili algıları ve bunun eğitim kesiti içerisindeki değişimi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Osborne, R. J. and Wirtrock, M. C. (1983). Learning sciences: A generative process. *Science Education, 67*(4), 489-508.

Önen, F. (2005). İlköğretimde basınç konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının yapılandırmacı yaklaşımla giderilmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental and Science Education*, *3(*2), 35-45.

Özalper, H. (2006). Demokrasi ve matematik ilişkisinin değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Özcan, İ. (2005). Orta öğretim fen öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özçetin, S. (2013). Öğretmen liderliğinin okulun liderlik kapasitesinin gelişimine etkisi: Bir durum çalışması. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Özden, M. (2009). Primary student teachers ideas of atoms and molecules: Using drawings as a research method. *Education, 129*(4), 635-642.

Özdem, Ö. (2011). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu düşünme düzeylerinin nitel araştırma süreci bağlamında incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi, Ankara.

Özer-Keskin. Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özgün, D. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Özgür, S. ve Bostan, A. (2007). Atom kavramının epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanılgılarının karşılaştırılması. *Physical Sciences, 2(3),* 214-231.

Özkan, Y. (2008). Fizik dersinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre hazırlanan öğretim materyallerinin öğrenci başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Özsevgeç, T. (2002). İlköğretim öğrencilerinin fen bilgisi konularındaki zihinsel gelişim düzeyleri ile sahip oldukları profiller arasındaki ilişkilerin tespiti. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Özturan-Sağırlı, M. (2010). Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Öztürk, A. and Doganay, A. (2013). Primary school 5th and 8th graders' understanding and mental models about the shape of the world and gravity. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *13*(4), 2469-2476.

Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific concepts. *Science Education*, *83*(6), 639-653.

Park, E. J. and Light, G. (2009). Identifying atomic structure as a threshold concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education, 31*(2), 233-258.

Park, E.J., Light, G., Swarat, S. and Denise, D. (2009, June). Understanding learning progression in student conceptualization of atomic structure by variation theory for learning. Paper presented at the Learning Progressions in Science (LeaPS) Conference, Iowa City, IA.

Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün & S. B. Demir, Çev.) *Ankara: Pegem A Akademi.*

Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, *57*(3), 6-11.

Perkins, D. (2006). Constructivism and troublesome knowledge. In J. H. F. Meyer & R. Land (Eds.), *Overcoming barriers to student understanding: Threshold concepts and troublesome knowledge* (pp. 19-32). New York: Routledge.

Perrone, V. (Ed.). (1985). *Carnegie foundation for the advancement of teaching*. Lawrenceville: Princeton University Press.

Pestel, B. C. (1993). Teaching problem solving without modeling through "thinking aloud pair problem solving". *Science Education, 77*(1), 83-94.

Petri, J. and Niedderer, H. (1998). A learning pathway in high-school level quantum atomic physics. *International Journal of Science Education, 20*(9), 1075-1088.

Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N. (2002). Fen eğitiminde kavramsal değişim yaklaşımı II: Kavram değiştirme metinleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 10*(2), 281-286.

Pideci, N. (2002). Öğrencilerin atom-molekül kavramlarına ilişkin yanılgıları. Yanılgıları gidermek üzere özel bir öğretim yönteminin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Pitta-Pantazi, D., Gray, E. and Christou, C. (2004). Elementary school students' mental representations of fractions. *In Proceedings of the 28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4,* 41-48.

Pitta-Pantazi, D., Gray, E. and Christou, C. (2004). Elementary school students' mental representations of fractions. In M. J. Høines & A. Fuglestad (Eds.), Proceedings of the 28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. IV, pp. 41-48). Bergen, Norway: Bergen University College.

Podolefsky, N. S. and Finkelstein, N. D. (2006). Use of analogy in learning physics: The role of representations. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, *2*(2), 1-10.

Raghavan, K. and Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The MARS Curriculum. *Science Education, 79*(1), 37-61.

Rayala, M. (1995). *A guide to curriculum planning in art education*. Madison, Wisconsin: Wisconsin Department of Public Instructinon.

Rapp, D. N. (2005). Mental models: Theoretical issues for visualizations in science education. In J. K. Gilbert (Eds.), *Visualization in science education* (pp.43-60). Netherlands: Springer.

Redish, E. F. (1994). Implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics, 62*(9), 796-803.

Robson, C. (1998). *Real word research*. *A resource for social scientists and practitioner-researchers.* Oxford, UK: Blackwell Publishers.

Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. and Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(5), 500-529.

Saban, A. (2000). *Öğrenme öğretme süreci*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Sağlam-Arslan, S. (2008). [OFM7190 Eğitim araştırmaları için bilgiyi ve öğrenmeyi modelleme teknikleri]. Yayınlanmamış ders notları.

Salmaz, Ç. (2002). Lise 1. sınıftaki öğrencilerin atom ve yapısı konusundaki yanlış kavramlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine yapılandırıcı yaklaşımın etkisi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Sandalcı, Y. (2013). Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Üniversitesi, Rize.

Sarıçayır, H. (2007). Kimya eğitiminde kimyasal tepkimelerde denge konusunun bilgisayar destekli ve laboratuar temelli öğretimin öğrencilerin kimya başarılarına, hatırlama düzeylerine ve tutumlarına etkisi. Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Sarıkaya, (1995). *Atomik yapıya ilişkin yanlış kavramaların iyileştirilmesi için modelleme ile ilgili aktiviteler*. Ankara: Gazi Üniversitesi.

Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan-Bora, N. (2004). Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminde model kullanımının önemi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 12*(1), 85-88.

Sarikaya, M. (2007). Prospective teachers' misconceptions about the atomic structure in the context of electrification by friction and an activity in order to remedy them. *International Education Journal, 8*(1), 40-63.

Sarıkaya, M. (2007b). Kolay sağlanabilir malzemelerle molekül model yapımı. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *5*(3), 513-537.

Schapp, S., Vos, P. and Goedhart, M. (2011). Students overcoming blockages while building a mathematical model: Exploring a framework. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: The 14. ICMTA Study* (pp. 137–146). New York: Springer.

Schnotz, W. and Rasch, T. (2005). Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. *Educational Technology Research and Development, 53*(3), 47-58.

Seçken, N. ve Morgil, F. İ. (1999). Orta öğretimde kimya müfredat programlarında atom konusunun incelenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1*(1), 42-74.

Sert-Çıbık, A. (2009). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, *8*(1), 36-47.

Shepardson, D. P., Choia, S., Niyogi, D. and Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, *17*(1), 1-17.

Sherman, J. S. (2000). *Science and science teaching*. The College of New Jersey, U.S.A.

Sikošek, D. ve Žuželj, M. (2013). Using chemical models for developing natural science competences in teaching chemistry: From pupils as model assemblers to pupils as creators of self-made models. *Problems of Education in the 21th Century, 53,* 89-98.

Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. England: Penguin Boks.

Sönmez, V. ve Alacapınar, F. G. (2011). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Sözbilir, M. (2011). *Nitel araştırmada veri toplama araçları-II*. https://fenitay.files. wordpress.com/ adresinden 10.08.2016 tarihinde erişilmiştir.

Sözcü, U. (2015). 7. sınıf öğrencilerinin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modelleri. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Stake, R. E., Bresler, L. and Mabry, L. (1991). *Custom and cherishing: The arts in elementary school.* Urbana: Council for Research in Music Education, University Of Illinois.

Stavy, R. (1988*).* Children's conceptions of gas. *Journal of Science Education, 10*(5), 533-560.

Stavy, R. (1990*).* Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching, 27*(3), 247-266.

Steinberg, M. S. and Clement, J. J. (2001). Evolving mental models of electric circuits. In H. Behrendt, H. Dahncke, R. Duit, W. Graber, M. Komorek, A. Kros & P. Reiske (Eds.), *Research in science education-Past, present and future* (pp. 235-240). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Stocklmayer, S. (2010). Teaching direct current theory using a field model. *International Journal of Science Education, 32*(13), 1801-1828.

Strike, K. A. and Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education, 4*(3), 231-240.

Szlichcinski, K. P. (1979). Diagrams and illustrations as aids to problem solving. *Instructional Science, 8*(3), 253-274.

Şahin, F., Öztuna, A. ve Sağlamer, B. (2001, Eylül). *İlköğretim ikinci kademe fen bilgisi dersinde 'Sinir Hücresi' nin model yoluyla öğretiminin başarıya etkisi.* Yeni Binyılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.

Şandır, H. (2010). Matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellemelere ait süreçlerin incelenmesi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Şimşek, Ü. (2009). The effects of animation and coooperative learning on chemistry students' academic achievement and conceptual understanding about aqueous solutions. *World Applied Science Journal, 7*(1), 24-33.

Taber, K. S. (2005). Learning quanta: Barriers to stimulating transitions in student understanding of orbital ideas. *Science Education, 89*(1), 94-116.

Tan, K. D. and Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, *81*(294), 75-84.

Tan, M. ve Temiz, B. K. (2003). Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13,* 89-102.

Şenocak, E. ve Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 13*(2), 359-366.

Taşova, H. İ. (2011). Matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri ve performansı sürecinde düşünme ve görselleme becerilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Taylan-Yıldız, H. (2006). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Taylor, N. and Coll, R. K. (1997). The use of analogy in the teaching of solubility to preservice primary teachers. *Australian Science Teachers' Journal, 43*(4), 58-64.

Taylor, I., Barker, M. and Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, *25*(10), 1205-1225.

Tekkaya, C., Özkan Ö. ve Sungur S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 21,* 145-150.

Tekkaya, C. ve Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanılgılarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24,* 101-107.

Tezcan, H. ve Salmaz, Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(1), 41-54.

Tobin K. G. (1990). Research on science laboratory activities; in pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics, 90*(5)*,* 403-418.

Treagust, F. D. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal Of Science Education, 24(4),* 357-368.

Treagust, D. F., Chittleborough, G. and Mamiala, T. L. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education, 24*(4), 357-368.

Turgut, M., Cantürk-Günhan, B. and Yılmaz, S. (2009). Uzamsal yetenek hakkında bir bilgi seviyesi incelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy, 4(2),* 317-326.

Turgut, M. (2007). İlköğretim II. kademede öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Türker, E. (2011). Bilimsel süreç becerileri yaklaşımının model kullanılarak uygulanmasının öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve motivasyonlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Tsai, C. C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth graders. *Science Education, 82*(4), 473-489.

Tversky, B. (1993). Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models. In A. U. Frank and I. Campari (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS* (pp. 14-24). Berlin: Springer-Verlag.

Ubuz, B. ve Haser, Ç.(2002, Eylül). *Matematik öğretiminde rol yapılarının değişimi.* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Ulutaş, B. (2010). Kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Ulusoy, F. (2011). Kimya eğitiminde model uygulamalarının ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenme ürünlerine etkisi: 12. sınıf kimyasal bağlar örneği. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Unal, R and Zollman, D. (1999). *Students' description of an atom: A phenomenographic analyses.* Retrieved November 15, 2016 from http://www.phys.ksu.edu/perg/papers/vqm/AtomModels.pdf

Ünal, G. (2005). Fen öğretiminde derinliğine öğrenme: "Basınç" konusunda modelleme. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Ünal, S. (2007). **"**Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler" konularının öğretiminde yeni bir yaklaşım: BDÖ ve KDM 'nin birlikte kullanımının kavramsal değişime etkisi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Ünal-Çoban, G. (2009). Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi, 171,* 188-196.

Ünlü, S. (2000). Kavramsal değişim yöntemlerinin çocukların atom, molekül ve madde kavramlarını anlamadaki başarılarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Ünveren, E. N. (2010). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ispata yönelik tutumlarının matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Van de Walle, J. A. (2007). Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally (Sixth ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.

Van De Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. M. (2012). İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Van de Walle, J. A. (Ed.). (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Van-Driel J. H. and Verloop N. (1999). Teachers' knowledge of models and modeling in science*. International Journal of Science Education, 21*(11), 1141- 1153.

Vosniadou, S. and 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*(1)*,* 45-69.

Whitelegg, E. and Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice. *Physics Education, 34*(2), 68-72.

Willows, D. M. and Houghton, H. A. (1987). The Psychology of Illustration. *Basic research*, Berlin: Springer-Verlog,1.

Williamson, V. M. (1992). The effects of computer animation emphasizing the particulate nature of matter on the understandings and misconceptions of college chemistry students. Doctoral dissertation, The University of Oklahoma, USA.

Winn, W. (1991). Learning from maps and diagrams. *Educational Psychology Review, 3*(3), 211-247.

Wittmann, M. C., Steinberg, R. N. and Redish, E. F. (1999). Making sense of how students make sense of mechanical waves. *The Physics Teacher, 37*(1), 15-21.

Woolridge, D. K. (2000). Formal modeling in an introductory college physics. Course. Unpublished master thesis, Faculty of Education Memorial University of Newfounland.

Wu, H., Krajcik, J. S. and Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching, 38*(7), 821-842.

Wu, Y. T. and Tsai, C. C. (2005). Development of elementary school students' cognitive structures and information processing strategies under long-term constructivist-oriented science instruction. *Science Education, 89*(5)**,** 822-846.

Yalın, H. (1997). *Eğitim teknolojileri tasarımı*. Ankara: Şafak Matbaası.

Yalçın, P., Yiğit, D., Sülün, A., Bal, A., Baştuğ, A. ve Aktaş, M., (2003). Maddeyi tanıma ünitesinin kavratılmasında görsel materyallerinin etkisi öğretim üzerine bir araştırma. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 11*(1), 115-120.

Yalçın, M. (2008). Madde ve ısı ünitesinin öğretilmesinde bilgisayar destekli uygulamaların etkisi. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Yalçın, S. (2011). İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri. Yüksek lisans tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Yang, E. M., Andre, T., Greenbowe, T. J. and Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education, 25*(3), 329-349.

Yanpar, T. ve Yıldırım S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Yarar-Kaptan, S. (2015). İlkokul 4. sınıf sosyal bilgiler dersinde hoşgörü değerinin karma yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli etkinliklerle öğretimi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yarker-Borwn, M. (2013). Teacher challenges, perceptions, and use of science models in middle school classrooms about climate, weather, and energy concepts. Doctoral dissertation thesis, The University of Iowa Science Education in the Graduate College.

Yeğnidemir, D. (2000). Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli-boşluklu hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramların tespiti ve giderilmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yezierski, E. J. (2003). The particulate nature of matter and conceptual change: Across-age study. Unpublished doctoral dissertation, The Arizona State University, USA.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri,* 5. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel veri araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yılmaz, K. (2015). Matematiksel modellerle teorem ispatlarının ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin ispat yapabilme becerilerine, ispatla ilgili görüşlerine ve akademik başarılarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods* (2nd Ed). London: Sage Publication.

Yiğit, N., Akdeniz, A. R. ve Kurt, Ş. (2001, Eylül). *Fizik öğretiminde çalışma yapraklarının geliştirilmesi.* Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildiri, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.

Yurt, E. (2011). Sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Yüce, G. (2013). Kimya öğretmen adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Yürümezoğlu, K. ve Çökelez, A. (2010). Akım geçiren basit bir elektrik devresinde neler olduğu konusunda öğrenci görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 7*(3), 147-166.

Yüzbaşıoğlu, M. K. (2015). Ses konusuyla ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Zavrak, M. (2003). Lise kimya programında atomun yapısı ünitesinde aktif öğrenme yöntemlerinin uygulanması. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Zawojewski, J. S., Lesh, R. and English, L. D. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Zajac, R. J. and Hartup, W. W. (1997). Friends as co-workers: research review and classroom implications. *Elementary School Journal, 98,* 3-13.

Zietsman, A. I. and Hewson, P. W. (1986). Effect of instruction using microcomputer simulation and conceptual change strategies on science learnig. *Journal of Research in Science Teaching, 23*(1), 27-39.

Zeynelgiller, O. (2006). İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.

Zhang, B., Liu, X. and Krajcik, J. S. (2006). Expert models and modeling processes associated with a computer-modeling tool. *Science Education, 90*(4), 579-604.

8. EKLER

Ek 1. Araştırma İzin Belgesi

T.C.
GİRESUN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 29409993-605.01-E.13434971 29.12.2015
Konu : Araştırma İzni.

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü' nün 2012/13 nolu Genelgesi.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Emine BİLGE, "Öğrencilerin Model Oluşturma Sürecindeki Zihinsel Düşünme Biçimleri" konulu araştırma yapmak istemektedir. Söz konusu çalışma, ilimiz Görele ilçesi Hasan Ali Yücel Ortaokulu' nda öğrenim gören 7.sınıf öğrencilerine uygulanacak olup, araştırma kapsamındaki veriler, Klinik Mülakat Yöntemi, Gözlem ve Yarı Yapılandırılmış Mülakat şeklinde toplanacaktır. Bazı derslerin video ve/veya ses kaydı alınacak ve araştırmacı tarafından izlenerek yorumlanacaktır.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Bilimleri Enstitüsü' nün 24.12.2015 tarih ve 25919855-044- 106 sayılı yazısı ile eklerinin, ilgi genelge doğrultusunda "Araştırma Değerlendirme Komisyonu" nca incelenmesi sonucunda; söz konusu çalışmanın, ilimiz Görele ilçesi Hasan Ali Yücel Ortaokulu' nda öğrenim gören 7.sınıf öğrencilerine, 04.01.2016 – 15.01.2016 tarihleri arasında uygulanması, ses ve/veya video kaydı alınması gerektiğinde uygulamanın yapılacağı sınıflardaki öğrenci velilerinden ekte sunulan Veli Onay Belgesi ile görüş alınması, Veli Onay Belgelerinin "Devlet Arşiv Hizmetleri Hakkında Yönetmelik" hükümlerine göre Okul Yönetimince muhafaza edilmesi, ayrıca uygulama öncesi okul yönetimi ile mutabakat sağlanarak okul yönetiminin planlayacağı bir uygulama planıyla eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmadan, gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanmasında herhangi bir sakıncanın olmadığı Müdürlüğümüzce uygun değerlendirilmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Ergin AYBAR
Müdür a.
Müdür Yardımcısı

OLUR
29.12.2015

Necati AKKURT
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmzalı ... ile Aynıdır 29/12/2015
Kemal BAŞAK Tekniker

Hükümet Konağı A Blok Zemin Üstü ve Kat:1 GİRESUN
Elektronik Ağ : http://giresun.meb.gov.tr
e-posta : arge28@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Kemal BAŞAK / Tekniker
Strateji Geliştirme Şubesi
Tel : (454) 215 75 25 - 136 **Faks :** (454) 215 75 22

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. http://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden c5f4-87ee-35db-8265-e1e5 kodu ile teyit edilebilir.

Ek 2. Veli Onay Belgesi

VELİ ONAY BELGESİ
(AKADEMİK ÇALIŞMALAR İÇİN)

Sayın Veli,

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans öğrecisi Emine BİLGE, "Öğrencilerin Model Oluşturma Sürecinde Zihinsel Düşünme Biçimleri" konulu bir çalışma yürütmektedir. Yapılacak olan akademik çalışma esnasında , sınıfta yapacağı etkinliklerin ses ve/veya görüntü kayıtlarını almak istemektedir.

İlgili çalışmadaki ses ve/veya görüntü kayıtlarını bu çalışma haricinde hiçbir yazılı/görsel/elektronik vb. yayın organlarında kullanılmayacaktır/yayınlanmayacaktır.

Lütfen, velisi bulunduğunuz öğrencinizin ses ve/veya görüntü kayıtlarında yer alıp almaması ile ilgili görüşünüşünüzü aşağıda belirtiniz.

ARAŞTIRMANIN KONUSU	Öğrencilerin Model Oluşturma Sürecinde Zihinsel Düşünme Biçimleri

Velisi olduğum ve aşağıda bilgileri verilen öğrencimin ilgili araştırmadaki ses/video kayıtlarında yer almasına **İZİN VERİYORUM.** ☐

Velisi olduğum ve aşağıda bilgileri verilen öğrencimin ilgili araştırmadaki ses/video kayıtlarında yer almasına **İZİN VERMİYORUM.** ☐

VELİNİN

ADI SOYADI	TARİH - İMZA
	..... / ..... / 2016

ÖĞRENCİNİN

ADI SOYADI	SINIFI	OKUL NUMARASI

Yukarıda sözü edilen çalışma ile ilgili elde edeceğim ses/video kayıtlarını nedeni ne olursa olsun bu araştırma haricide ***KESİNLİKE KULLANMAYACAĞIMI*** taahhüt ederim.

..... / ..... / 2016

imza

Emine BİLGE
Araştırmacı

Ek 3. Modelleme Süreci Gözlem Formu

	Yeterli	Kısmen	Yetersiz	AÇIKLAMA
1. KONUYU ANLAMA BASAMAĞI				
1.1. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları bilme				
1.2. Model ile ilgili temel ilke ve kavramlar arasında ilişki kurabilme				
1.3. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları sözel olarak ifade edebilme				
1.4. Model ile ilgili temel ilke ve kavramları jest ve mimikleri kullanarak ifade edebilme				
1.5. Modeli, hedef yapıyla ilişkilendirebilme				
2. FİKİRLERİ TESPİT ETME BASAMAĞI				
2.1. Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme				
2.2. Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme				
2.3. Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme				
2.4. Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme				
2.5. Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme				
2.6. Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme				
2.7. Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme				
2.8. Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme				
2.9. Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme				
2.10. Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme				
2.11. Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme				
3. FİKİRLERİ İNŞA ETME BASAMAĞI				
3.1. Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma				
3.2. Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme				
3.3. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme				
3.4. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme				
3.5. Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kıstaslarını tercih etme				
3.6. Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme				
3.7. Malzeme seçiminde analojik düşünebilme				
3.8. Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme				
3.9. Malzeme seçiminde esnek düşünebilme				
3.10. Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme				
4. MODELİ KARŞILAŞTIRMA BASAMAĞI				
4.1. Modelleme sürecinde süreyi etkili bir şekilde kullanabilme				
4.2. Modelleme sürecinde alan bilgisini kullanabilme				
4.3. Modelleme sürecinde gerekli olan malzemeleri temin edebilme				
4.4. Modelleme sürecinde kesme, delme ve yapıştırma gibi işlemleri sorunsuz yapabilme				
4.5. Modelleme sürecinde özgüvene sahip olma				
4.6. Modelleme sürecini iyi organize edebilme				
4.7. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunu sözel olarak ifade edebilme				
4.8. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik mantıksal fikirler sunma				
4.9. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yaratıcı fikirler sunma				
4.10. Modelleme sürecinde yaşadığı sorunun çözümüne yönelik yenilikçi fikirler sunma				
4.11. Modelleme sürecinde yaşanılan sorunlara empatik yaklaşabilme				
4.12. Modelleme sürecinde yaşadığı soruna yönelik çözümü sözel olarak ifade edebilme				

Ek 3'ün devamı

5. MODELİ DÜZENLEME BASAMAĞI				
5.1. Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki benzerlikleri ortaya koyabilme				
5.2. Zihinsel model ile oluşturduğu model arasındaki farklılıkları ortaya koyabilme				
5.3. Oluşturduğu modelin fiziksel özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme				
5.4. Oluşturduğu modelin içerik özelliklerinin, hedef yapıya uygunluğunu belirleyebilme				
5.5. Oluşturduğu modele eleştirel bir biçimde yaklaşabilme				
5.6. Arkadaşlarının oluşturduğu modellere eleştirel bir biçimde yaklaşabilme				
5.7. Oluşturduğu model ile arkadaşların oluşturduğu modeli tırabilme				
5.8. Oluşturduğu modelin olumlu ve olumsuz yönlerini ifade edebilme				
5.9. Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikler olduğunun farkına varma				
5.10. Modelleme sürecinde sahip olunması gereken özellikleri ifade edebilme				
TOPLAM				

9. ÖZ GEÇMİŞ VE İLETİŞİM BİLGİLERİ

1985 yılında Giresun'un Görele ilçesinde doğdu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği programından mezun oldu. 2014-2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri kapsamında yer alan İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans programına kabul edildi.

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Adres : Emine BİLGE, Yeşiltepe Mah. Limon Sok. No:7 Kat:5/5 Görele/GİRESUN
E-Posta : eminebilge85@gmail.com
Tel : 0 (555) 881 55 28